



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PPGEEC - PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO



**Viviane Gurgel de Castro**

**RoboEduc: Especificação de um Software  
Educativo para Ensino da Robótica às Crianças  
como uma Ferramenta de Inclusão Digital.**

**Dissertação de Mestrado** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN (área de concentração: Engenharia de Computação) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves

Natal, RN, 2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da publicação na fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Castro, Viviane Gurgel de.

RoboEduc: especificação de um software educacional para ensino da robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital / Viviane Gurgel de Castro - Natal, RN, 2008

93 f.: il

Orientador: Luiz Marcos Garcia Gonçalves

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Robótica - Dissertação. 2. Software Educacional - Dissertação. 3. Inclusão Digital - Dissertação. I. Gonçalves, Luiz Marcos Garcia. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. RoboEduc: Especificação de um Software Educacional para Ensino da Robótica às Crianças como uma Ferramenta de Inclusão Digital.

RN/UF/BCZM

CDU 004.896:37 (043.2)

# **RoboEduc: Especificação de um Software Educativo para Ensino da Robótica às Crianças como uma Ferramenta de Inclusão Digital.**

**Viviane Gurgel de Castro**

Dissertação de Mestrado Avaliada em 04 de Agosto de 2008 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

---

Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves (orientador) ..... DCA/UFRN

---

Prof. Dr. Gláucio Bezerra Brandão ..... DCA/UFRN

---

Profa. Dra. Tatiana Aires Tavares ..... LAVID/UFPB

---

Profa. Dra. Luciane Terra dos Santos Garcia ..... CCAE/UFPB

---

# Agradecimentos

---

À Deus, pois sem Ele nada é possível.

Aos meus pais, Francisco e Tereza, por acreditarem em minha capacidade, darem o apoio necessário durante cada passo desta jornada e a minha formação humana.

Ao meu orientador, professor Luiz Marcos, pelas revisões desta dissertação e, principalmente, por estar sempre disposto a ouvir, discutir e ajudar no que fosse preciso, com sua compreensão e paciência infindável, sou eternamente grata pela orientação.

Aos professores Gláucio, Tatiana e Luciane pelas críticas e sugestões conclusivas.

Aos meus irmãos, André e Cristiano, pela amizade, sinceridade e apoio.

À minha avó Julinda e às minhas tias-avós, Chiquita e Idália, um agradecimento todo especial! E aos meus familiares já falecidos (Tia Lia, Tia Nenén, Vovô Inamar, Vó Chiquinha, Vovô Dedé, Severa) que torceram tanto por mim, em vida.

Aos meus primos, tios e demais familiares, pela torcida e amizade, sobretudo Tiago, Ana Cláudia, Bego e Lucila, por estarem sempre abertos a me ouvirem, ajudando-me em cada etapa.

Aos meus amigos Maria Luíza, Juliana, Lyana, Sarah, Raphaella, Viviane Antunes, Leandro, Ângela, Bianca, Raphael, Gisa, Mariana, Camilla, por me ensinarem verdadeiras lições e darem palavras de ânimo quando tudo parecia mais difícil, tornando-me mais otimista e forte.

Aos colegas de projeto Dennis, Alzira, Marcela, Renata, Akynara, Gianna, Válber e Raphaela pelas contribuições.

Aos colegas do laboratório NatalNet, pela força, solidariedade e momentos de descontração.

Aos demais colegas de pós-graduação e professores do departamento, pelas críticas e sugestões.

Por fim, ao CNPq, pelo apoio financeiro.

*“Comece fazendo o que é necessário,  
depois o que é possível, e de repente  
você estará fazendo o impossível.”  
(São Francisco de Assis)*

---

# Resumo

---

Devido ao problema da exclusão social no Brasil e tendo como foco a inclusão digital, iniciou-se, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, um projeto que pudesse tratar ao mesmo tempo de conceitos de aprendizagem colaborativa e de robótica educacional, voltado a crianças digitalmente excluídas. Dentro deste contexto, foi criada uma metodologia onde são abordados assuntos que vão desde elementos tecnológicos, como informática e robótica, até as disciplinas curriculares como português, matemática, geografia e história, colocadas em situações do dia a dia. São também observados os conceitos pedagógicos de aprendizagem colaborativa e o desenvolvimento das capacidades desses alunos como trabalho em grupo, conhecimento lógico e capacidade de aprendizado. Esta dissertação propõe um software educacional para ensino da robótica denominado *RoboEduc*, criado para ser utilizado por crianças digitalmente excluídas do ensino fundamental. Sua implementação prioriza uma interface amigável, podendo ser ensinados conceitos de robótica e programação, de uma maneira inovadora, fácil e divertida. Com essa nova ferramenta, usuários sem conhecimento prévio algum de informática ou robótica são capazes de controlar um robô, previamente montado com os kits Lego, ou até programá-lo para realizar determinadas tarefas. A presente dissertação provê a implementação da versão 2 do software. Essa versão apresenta o controle do robô já utilizado. Posteriormente foram implementados os diferentes níveis de programação ligados aos diversos graus de aprendizagem dos usuários e suas diferentes interfaces e funcionalidades. Atualmente, encontra-se em fase de implementação a versão 3, com o aprimoramento de cada uma das etapas citadas anteriormente. Para validar, comprovar e testar a eficácia da metodologia desenvolvida para o *RoboEduc*, foram realizados experimentos, através de oficinas de robótica, com crianças dos quarto e quinto ano do ensino fundamental da Escola Municipal Ascendino de Almeida, localizada na periferia de Natal (Zona Oeste), Rio Grande do Norte. Como resultado preliminar da presente tecnologia, verificamos que o uso de robôs em conjunto com um software bem elaborado pode ser estendido a usuários leigos, sem a necessidade de conhecimentos prévios avançados de tecnologia. Assim, mostraram ser ferramentas acessíveis e eficientes no processo de inclusão digital.

**Palavras-chave:** Robótica Educacional, Robôs, Aprendizado Colaborativo, Softwares Educacionais, Inclusão Digital.

---

# Abstract

---

Because of social exclusion in Brazil and having as focus the digital inclusion, was started in Federal University of Rio Grande do Norte a project that could talk, at the same time, about concepts of collaborative learning and educational robotics, focused on children digitally excluded. In this context was created a methodology that approaches many subjects as technological elements (e. g. informatics and robotics) and school subjects (e. g. Portuguese, Mathematics, Geography, History), contextualized in everyday situations. We observed educational concepts of collaborative learning and the development of capacities from those students, as group work, logical knowledge and learning ability. This paper proposes an educational software for robotics teaching called *RoboEduc*, created to be used by children digitally excluded from primary school. Its introduction prioritizes a friendly interface, that makes the concepts of robotics and programming easy and fun to be taught. With this new tool, users without informatics or robotics previous knowledge are able to control a robot, previously set with Lego kits, or even program it to carry some activities out. This paper provides the implementation of the second version of the software. This version presents the control of the robot already used. After were implemented the different levels of programming linked to the many learning levels of the users and their different interfaces and functions. Nowadays, has been implemented the third version, with the improvement of each one of the mentioned stages. In order to validate, prove and test the efficiency of the developed methodology to the *RoboEduc*, were made experiments, through practice of robotics, with children for fourth and fifth grades of primary school at the City School Professor Ascendino de Almeida, in the suburb of Natal (west zone), Rio Grande do Norte. As a preliminary result of the current technology, we verified that the use of robots associated with a well elaborated software can be spread to users that know very little about the subject, without the necessity of previous advanced technology knowledges. Therefore, they showed to be accessible and efficient tools in the process of digital inclusion.

**Keywords:** Educational Robotics, Robots, Collaborative Learning, Educational Software, Digital Inclusion.

---

# Lista de Figuras

---

4.1	Diagrama dos casos de uso do <i>RoboEduc</i> . . . . .	39
4.2	Traduzir nível de programação . . . . .	41
4.3	Diagrama de Classes . . . . .	42
4.4	Diagrama de Classes: Visão Implementação . . . . .	43
4.5	Diagrama de Seqüência . . . . .	44
4.6	Escolha do Modelo do Protótipo . . . . .	45
4.7	Escolha dos Componentes e Apresentação das Funções . . . . .	46
4.8	Escolha do nível de programação . . . . .	47
4.9	Exemplo de Programação Nível 1 . . . . .	48
4.10	Exemplo de Controle: 4 ações . . . . .	48
4.11	Ensinar o Protótipo: escolha do usuário . . . . .	49
4.12	Procurar programa a ser executado . . . . .	49
4.13	Arquivo XML - Definição dos modelos . . . . .	50
4.14	Trecho de código- Definição de Estrutura . . . . .	51
5.1	Robô com Garra Horizontal . . . . .	56
5.2	Mini Circuito . . . . .	57
5.3	Palavra-Cruzada no computador . . . . .	58
5.4	Experimento 02 - Palavra-Cruzada . . . . .	58
5.5	Robô com Garra Vertical . . . . .	59
5.6	Quebra-Cabeça . . . . .	59
5.7	Robô Caneta . . . . .	60
5.8	Peça teatral - Interação Crianças e Robôs . . . . .	61

---

# Lista de Tabelas

---

4.1	Tabela referente aos níveis de programação do <i>RoboEduc</i> . . . . .	46
5.1	Tabela referente ao Plano de Aula Semestral das oficinas de robótica . . . . .	62

---

# Sumário

---

<b>Lista de Figuras</b>	<b>i</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>ii</b>
<b>Sumário</b>	<b>ii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Tecnologia e Educação . . . . .	1
1.2 Inclusão Digital . . . . .	4
1.3 Metodologia e Aplicação . . . . .	7
1.4 Motivação e Justificativas . . . . .	9
1.5 Contribuições . . . . .	9
1.6 Estrutura do Trabalho . . . . .	11
<b>2 A Robótica na Educação (Estado da Arte)</b>	<b>13</b>
2.1 Softwares Educacionais . . . . .	14
2.1.1 Tipos de Softwares Educativos . . . . .	15
2.1.2 Avaliando Softwares Educativos . . . . .	16
2.2 Robótica Educacional . . . . .	16
2.2.1 A História da Robótica Educacional . . . . .	18
2.2.2 Objetivos da Robótica Educacional . . . . .	19
2.2.3 Projetos de Robótica Educacional . . . . .	20
2.3 <i>Kits</i> de Robótica Utilizados na Área Educacional . . . . .	22
2.3.1 Kits Educacionais de Robótica Utilizando Tecnologia <i>LEGO</i> . . . . .	22
2.3.2 <i>Kits</i> Educacionais Utilizando Material Rústico . . . . .	23
2.4 Softwares Educacionais para ensino da Robótica . . . . .	24
2.4.1 Linguagens de programação utilizadas na Robótica Educacional . . . . .	24
2.5 Inclusão Digital com Robôs . . . . .	27
2.6 Principais Inovações do <i>RoboEduc</i> . . . . .	28
<b>3 O Problema de Aprendizado Colaborativo</b>	<b>29</b>
3.1 Aprendizado Colaborativo . . . . .	30
3.2 Ensino Colaborativo . . . . .	31
3.3 Construtivismo - Uma Descrição Pedagógica . . . . .	32

3.4	Robótica e Autonomia no Aprendizado . . . . .	33
3.5	Metodologia proposta: Usar Robôs no Aprendizado Colaborativo . . . . .	35
<b>4</b>	<b>A Arquitetura do <i>RoboEduc</i>: Implementações</b>	<b>36</b>
4.1	Tecnologias Utilizadas . . . . .	36
4.2	Arquitetura do Sistema: Diagramas UML . . . . .	38
4.2.1	Diagrama de Casos de Uso . . . . .	38
4.2.2	Diagrama de Classe . . . . .	41
4.2.3	Diagrama de Sequência . . . . .	44
4.3	RoboEduc: Telas da Versão 2 . . . . .	45
4.4	RoboEduc Implementação . . . . .	50
<b>5</b>	<b>Experimentos e Resultados</b>	<b>52</b>
5.1	Questionamentos Iniciais . . . . .	52
5.2	Sistema Avaliativo . . . . .	54
5.3	Atividades realizadas . . . . .	55
5.4	Plano de Oficinas . . . . .	62
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>64</b>
	<b>Referências</b>	<b>66</b>
<b>A</b>	<b>Questionário Avaliativo Inicial para os Professores</b>	<b>74</b>
A.1	Parte I - Análise Prévia . . . . .	74
A.2	Parte II - Análise da Oficina . . . . .	74
<b>B</b>	<b>Questionário Avaliativo Inicial para os Alunos</b>	<b>75</b>
B.1	Parte I - Análise Prévia . . . . .	75
B.2	Parte II - Análise da Oficina . . . . .	75
<b>C</b>	<b>Sistema Avaliativo das Oficinas</b>	<b>76</b>
<b>D</b>	<b>Sistema Avaliativo Destinados aos Docentes</b>	<b>77</b>
D.1	Questionário Diagnóstico . . . . .	77
D.2	Observações e Sugestões . . . . .	78
<b>E</b>	<b>Plano de Aula: Palavras Cruzadas</b>	<b>79</b>

---

# Capítulo 1

## Introdução

---

O desenvolvimento e o engajamento dos grupos sociais estão diretamente ligados à educação, responsável pela evolução cultural, deixada como herança através das gerações (COLL 1990). Nos dias atuais, com os avanços tecnológicos, houve uma mudança de paradigma no que diz respeito às necessidades de aprendizagem do ser humano, pois, o ensino deve tornar-se algo cada vez mais dinâmico, ao longo dos anos, devido à velocidade das descobertas e informações existentes nas mais diversas áreas.

Sendo assim, moldando-se à realidade atual, surge uma variedade de equipamentos e sistemas, nos quais podem ser incluídas ferramentas desenvolvidas para a aquisição do conhecimento. Essas ferramentas, visivelmente utilizadas ao longo das últimas décadas, vêm contribuindo para o que alguns autores chamam de *revolução tecnológica*. Vivenciada nos dias de hoje, a revolução tecnológica mostra-se perceptível pelas mudanças constantes das formas com que a informação é disponibilizada para a aquisição do conhecimento, seja este de qualquer tipo. O papel da área de Informática, nesse contexto, é a contribuição para um crescimento em potencial do número de pessoas que possuem livre acesso à informação. O surgimento da Internet e a sua popularização teve importância fundamental nesse aspecto, já que permitiu o acesso a novos conhecimentos tecnológicos e a socialização por meios jamais imaginados antes.

### 1.1 Tecnologia e Educação

A evolução da informática propicia o surgimento de computadores mais sofisticados, com maiores recursos para utilização no âmbito escolar, fazendo com que as pessoas dêem mais ênfase ao aspecto técnico do que ao aspecto pedagógico no ensino. Faz-se necessário, então, fornecer conhecimento tecnológico aos professores visando a produção de inovações pedagógicas significativas (VALENTE 1999). Desta forma, os computadores tornam-se, cada vez mais, fundamentais em ambientes educacionais por propiciarem o estabelecimento de um conjunto de ferramentas utilizadas para desenvolver atividades que reúnam itens existentes nos diferentes campos de atividades, tais como criar, projetar e planejar, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem e estimulando a resolução dos diferentes tipos de problemas.

A tecnologia cumpre função educativa quando utilizada com abordagens construtivistas

de ensino, que enfatizam mais a solução de problemas, o desenvolvimento de conceitos e o raciocínio crítico do que a simples aquisição do conhecimento de fato. Neste contexto, a aprendizagem é vista como algo que o aluno desempenha, não algo que é feito para um aluno (J. H. SANDHOLTZ e DWYER 1997).

A tecnologia disponível aos estudantes tem por objetivo principal desenvolver as possibilidades individuais, tanto cognitivas como estéticas, através de sua empregabilidade variada, que o docente pode realizar para interagir com o grupo. Ignorar o fato de que a tecnologia, o saber tecnológico e as produções tecnológicas fizeram e ainda podem fazer grandes mudanças na vida cotidiana dos estudantes, seria um retrocesso a um ensino que, contraditoriamente, não poderia ser mais considerado tradicional, e sim, ficcional (LITWIN 1997). Daí a importância do educador se valer dos recursos tecnológicos para promover o processo ensino-aprendizagem.

De acordo com Papert (PAPERT 1994), o uso da tecnologia na educação, é caracterizada por um paradoxo existente, pois, através da utilização de métodos tecnológicos ocorrerá uma mudança que virá para eliminar a natureza técnica da aprendizagem tradicional na Escola. Logo, através do uso das tecnologias, torna-se possível a inovação de métodos e de técnicas do professor, ampliando as possibilidades de aprendizagem. Essa ampliação das possibilidades de ensino configura uma grande mudança de paradigma, já que o modelo de escola existente, nos moldes como conhecemos, surgiu na Antigüidade.

O aluno, de fato, não aprende somente na escola, mas traz toda uma bagagem de outras fontes de informação, tais como a mídia, os amigos e, principalmente, seu ambiente familiar. É de extrema importância que se faça uma conexão entre as aprendizagens escolares, o que se vê em sala de aula, com as vivências do indivíduo. Atualmente, essa conexão constitui um dos maiores desafios da educação (YUS 2004).

A *Robótica*, ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com ou sem intervenção dos humanos, participa da vida das pessoas despercebidamente, ou seja, está muito mais próxima do cotidiano do que é possível imaginar. Pela definição de Ullrich (ULLRICH 1987), um robô é um equipamento multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis e programados, para a execução de uma infinidade de tarefas. Cada eletrodoméstico, cada aparelho eletrônico tem o seu lado *robô*, quando executa alguma tarefa doméstica árdua (uma máquina de lavar louças ou roupas, por exemplo), ou simplesmente realizando ações que promovam o conforto e bem-estar de um indivíduo, facilitando o seu trabalho. Também, é cada vez mais comum a presença de elementos robotizados nas indústrias, a fim de agilizar um trabalho que, se fosse realizado por mãos humanas, iria desprender muito mais tempo, além da possibilidade de diminuição dos acidentes de trabalho. Como exemplo, pode-se citar as montadoras de automóveis, que nas suas linhas de montagem usam braços robóticos para realizar serviços ou em qualquer linha de produção de produtos específicos, desde a transformação das matérias-primas, até a embalagem do produto final. Nesses casos, configura-se o que denominamos de *automação*, que, diferentemente da robótica, não prevê reações do elemento robotizado a

possíveis mudanças ocorridas no ambiente.

A robótica, muitas vezes rotulada como matéria de formação técnica, aplicável apenas no ensino profissionalizante de níveis médio ou superior, exhibe uma nova aplicação que leva em conta o potencial que esta área pode alcançar na educação de jovens em idade escolar - a *Robótica Educacional*. Pela proximidade da vida cotidiana, a robótica, com certeza é uma forte aliada no processo de aquisição do conhecimento, pois, possibilita uma aprendizagem ativa, dialogal e participativa, onde o aluno não é mais um sujeito passivo no processo ensino-aprendizagem, e sim, participa ativamente da construção do seu próprio conhecimento. Além disso, permite a união de vários recursos tecnológicos nesses processos de uma forma lúdica e interessante. Dão oportunidades de estimular o *pré-design*, a engenharia e as habilidades de computação, desenvolvendo atividades altamente relevantes para o currículo escolar. A robótica é um dos recursos tecnológicos aplicados à educação que tem avançado mais em termos de inovações. Porém, apesar dos avanços, apenas uma pequena parcela das instituições educacionais pode usufruir destes recursos. Desta forma, grande maioria do que está sendo produzido em termos de referencial teórico-metodológico não chega ao conhecimento de professores e alunos.

Mais do que uma simples ferramenta, a *robótica educacional* é uma metodologia de ensino que possibilita o conhecimento do avanço tecnológico atual de maneira eficaz, por qualquer pessoa, desenvolvendo um grande número de habilidades e competências. No meio escolar, corresponde ao trabalho de pesquisa, à capacidade crítica, ao senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e ao desenvolvimento do raciocínio lógico.

Por suas formas e pela possibilidade de executar tarefas com autonomia, os robôs fascinam tanto os adultos quanto as crianças. Observando esse quadro, a robótica na educação propicia um estímulo a mais entre os estudantes, permitindo que eles busquem os conhecimentos necessários para realizarem determinada atividade. Dependendo do projeto, nesta área de ensino, é possível desenvolver um conjunto de tarefas que vão desde a programação do dispositivo utilizado até a construção do mesmo, tornando plausível a conclusão de alguma atividade proposta anteriormente.

Tendo em vista o problema da exclusão digital e propondo uma maneira de combater este problema através da robótica educacional, iniciamos, no Laboratório Natalnet do Departamento de Engenharia de Computação e Automação (DCA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), um projeto de inclusão digital usando robôs. Esta tarefa, ou seja, a diminuição do número de pessoas que não têm acesso a tecnologias digitais, deve ocorrer através de experimentos envolvendo informática e robôs, por meio de atividades e ferramentas produzidas para este fim. Segundo Fitch (FITCH 2002), uma pessoa é considerada digitalmente excluída quando não possui a oportunidade de participar das esferas sociais e econômicas devido a uma grande variedade de problemas, o que inclui desemprego, falta de instrução ou até deficiências.

Dentro do projeto de inclusão digital, o objetivo social desta proposta é realizar experimentos desenvolvidos no ambiente escolar para crianças digitalmente excluídas. Para estas atividades serem realizadas, foi desenvolvida e adotada uma metodologia própria, que provê

aos alunos a possibilidade de manipular os robôs remotamente, programá-los e interagir com eles, na forma de oficinas de robótica. Essa interação pode ser realizada através de atividades a serem desenvolvidas em conjunto como, por exemplo, peças teatrais.

Para efetivar a realização dessas oficinas, fez-se necessária a formulação de um software que pudesse ensinar aos alunos conceitos fundamentais de robótica e programação: o *RoboEduc*. Este software constitui o objetivo principal (foco e produção científica) desta dissertação.

O público alvo de nossa pesquisa não possui conhecimentos básicos, a priori, nem de informática (incluindo programação) nem de robótica, por se tratar de crianças, estudantes de escolas públicas e excluídas digitalmente, na faixa etária dos seis aos dez anos. Assim, é essencial um nível de abstração bastante elevado, juntamente com um acompanhamento de pesquisadores da área de educação, visando o desenvolvimento de uma metodologia eficiente, com aplicabilidade prática. Efetivamente, ao final da realização de uma série de oficinas, as crianças conseguem realizar, por si só, tarefas como: ligar e operar o computador, programar e controlar o robô, além de aprender de forma intuitiva conceitos multidisciplinares. Através dos experimentos realizados ao longo de todo o projeto, pôde ser feita a comprovação científica e pedagógica dessa metodologia, que será apresentada nas sessões subseqüentes.

## 1.2 Inclusão Digital

Existe um conceito importante a ser citado, antes de falarmos em inclusão digital: o *Analfabetismo Digital*. O analfabetismo digital pode gerar conseqüências perceptíveis em todos os campos da vida do indivíduo, por afetar diretamente a capacidade de aprendizado, a conectividade e a disseminação de informações (M. NERI e PIERONI 2003). Alguns autores como Rondelli (RONDELLI 2003a) consideram a “alfabetização digital” como parte do processo de inclusão digital, por ser caracterizada pela aprendizagem necessária ao indivíduo para circular e interagir no mundo das mídias digitais, seja como consumidor ou como produtor de seus conteúdos e processos. Na era da Internet, o Governo deve promover a universalização do acesso e o uso crescente dos meios eletrônicos de informação, ou seja, políticas de inclusão social, para que o salto tecnológico tenha paralelo quantitativo e qualitativo nas dimensões humana, ética e econômica, onde a alfabetização digital é elemento-chave nesse quadro (TAKAHASHI 2000).

A *Inclusão Digital* é um processo que objetiva o acesso ao uso das tecnologias de informação (TI) e comunicação às pessoas de uma sociedade, independente de classe social ou localização geográfica. Para isto, computadores conectados em rede e softwares são instrumentos técnicos imprescindíveis. Porém, a inclusão digital não deve contemplar, como elementos necessários, apenas o acesso físico à infra-estrutura e a conexão em rede e computadores, porque muitas vezes, as instituições recebem os equipamentos e não existem pessoas capacitadas para utilizá-los. Além dos suportes técnicos necessários à realização das atividades, deverá ter como foco principal a capacitação das pessoas para utilizar esses meios de comunicação da informação e para possibilitar uma incorporação ativa em todo o processo, seja produção, com-

partilhamento ou criação cultural (LAZARTE 2000). A Inclusão digital deve tornar o indivíduo capaz de se desenvolver, de buscar informações e de tentar transformar a sua realidade, interferindo com qualidade nos espaços democráticos existentes, ou mesmo sendo capaz de criar novos espaços para o desenvolvimento da justiça, da paz e da igualdade (RANGEL 2003). Por esse ponto de vista, a maneira de proporcionar este acesso deve ser integrada e adaptada às condições locais existentes, em termos de organização e dos objetivos sócio-culturais comuns no grupo, sejam no universo da educação, no mundo do trabalho, nos novos cenários de circulação das informações e nos processos comunicativos. Pode-se perceber nesse contexto que, de nada vale a rede e os computadores sem a inteligência profissional e sabedoria dos professores, que possam estabelecer diretrizes de conhecimento e trabalho nestes espaços.

Segundo Rondelli (RONDELLI 2003b), existem quatro passos para se conseguir a inclusão digital. O primeiro deles é a oferta de computadores conectados em rede, porém, como já citado anteriormente, não é o suficiente para o propósito da inclusão digital. O segundo passo reside na idéia de que as pessoas incluídas digitalmente precisam ter o que fazer com os seus computadores conectados ou com suas mídias digitais, ou seja, devem ser criadas oportunidades para que os aprendizados feitos a partir dos suportes técnicos digitais possam ser empregados no cotidiano da vida dessas pessoas. Para que isto aconteça é necessário o entorno institucional (terceiro passo). Esse comprometimento é necessário, pois é preciso muito investimento financeiro, devido a essa tecnologia não ser gratuita, mesmo considerando ser pública: empresas precisam fabricar a tecnologia, desenvolvidas em instituições universitárias e de pesquisa. Tal desenho institucional não se faz de modo aleatório, daí a necessidade de políticas governamentais para organizar os mercados das empresas de produção. O quarto (e último) passo consiste em observar que a inclusão digital pressupõe maneiras diferentes de produção e circulação da informação e do saber, que divergem das formas mais tradicionais e costumeiras. Portanto, há também um elemento importante de inovação no uso das tecnologias.

O verdadeiro desafio desse quadro é o de criar tecnologias, construir ferramentas intelectuais e sistemas mais eficazes, não só para gerenciar informação, mas também para facilitar ao ser humano a transformação da informação em conhecimento e, conseqüentemente, em ação na sociedade (ARAÚJO 2001).

No Brasil, em especial, os projetos envolvendo inclusão digital estão relacionados ao uso de computadores e internet, o que vem acelerando a introdução da cultura digital, mostrando às pessoas outras formas de interagir com o mundo. Porém, para solucionar o problema de exclusão digital existente, deve-se inicialmente buscar subsídios sócio-econômicos e tentar entender o porquê da sua existência.

O mapa da exclusão digital no Brasil (BAGGIO 2003) revela que é na periferia das cidades onde se concentra a maioria das pessoas excluídas. Crianças entre segundo e o quinto ano do Ensino Fundamental possuem ainda menos acesso a tais tecnologias (foco da pesquisa - computadores e internet) se comparadas aos demais alunos em idade escolar. Foi observado que as crianças que têm acesso ao computador possuem uma maior intimidade com conceitos

lógicos (Dennis Barrios ARANIBAR e NASCIMENTO 2006). Assim, pode ser verificado que, a exclusão sócio-econômica desencadeia a exclusão digital, ao mesmo tempo em que, a exclusão digital aprofunda a exclusão sócio-econômica (FILHO 2003).

Assim, programas voltados à expansão da inclusão digital e da Alfabetização Di-gital acabam sendo instrumentos importantes para que esta se concretize. No país, podem ser citados alguns desses programas (REZENDE 2004): GESAC (Programa Governo Eletrônico: Serviço de Atendimento ao Cidadão), CRID (Centros Rurais de Inclusão Di-gital), Telecentros de São Paulo, EDI (Escola Digital Integrada), Estação Digital, CDI (Comitê para Democratização da Informática).

O GESAC foi criado no ano de 2002 com uma proposta para a universalização do acesso à Internet, com destaque para o atendimento às populações de baixa renda de todo o país, possibilitando ao cidadão brasileiro acesso gratuito às informações e serviços do governo, por meio da Internet. Em 2003, transformou-se num grande projeto de inclusão digital à luz das diretrizes propostas pelo governo eletrônico brasileiro (CARVALHO e CARVALHO 2007). O CRID é um laboratório de informática educativa que funciona como um ambiente virtual de aprendizagem, onde a gestão é realizada pela própria comunidade, de forma integrada à escola local (CRID 2005). Os Telecentros são instalados nos moldes dos postos telefônicos e são sustentados pela comunidade usuária através da cobrança pelo uso dos computadores com acesso à Internet (TELECENTROS n.d.). A EDI é um projeto de inclusão social baseado na metodologia de mediação da informação com base na realidade em que está inserida e que tem as novas tecnologias como instrumento de desenvolvimento educacional (EDI 2002) - a tecnologia é vista como instrumento para a formação de pessoas melhor capacitadas para o mercado de trabalho e conscientes como cidadãos. A Estação Digital é um espaço social que se propõe a facilitar a mobilização das pessoas da comunidade e faz parte do Programa de Inclusão Digital da Fundação Banco do Brasil. A missão de uma Estação Digital não se resume apenas a oferecer aulas de informática, e sim contribuir com a comunidade local para o desenvolvimento de sua qualidade de vida (DIGITAL 2004). O CDI é uma organização não-governamental sem fins lucrativos que, desde 1995, desenvolve o trabalho pioneiro de promover a inclusão social utilizando a tecnologia da informação como um instrumento para a construção e o exercício da cidadania. Trabalha-se em parceria com comunidades de baixa renda e públicos com necessidades especiais, tais como deficientes físicos e visuais, usuários psiquiátricos, jovens em situação de rua, presidiários e a população indígena, entre outros. Acredita-se que o domínio das novas tecnologias não só abre oportunidades de trabalho e de geração de renda, como também possibilita o acesso a fontes de informação e espaços de sociabilidade (BAGGIO e VIEIRA 1995).

Apesar dos projetos existentes e a fim de promover a igualdade de oportunidades a todos os cidadãos, o governo deveria investir no processo de inclusão digital intensamente. As políticas de investimento devem levar em consideração o contexto no qual o cidadão está inserido, ou seja, sua escolaridade, sua renda, suas limitações físicas e sua idade, e principalmente priorizar

jovens e crianças, por constituírem a próxima geração. De acordo com Assman (ASSMAN 2000) as políticas públicas podem fazer diferença, de modo a favorecer o crescimento de uma sociedade da informação onde todos tenham acesso a uma quota mínima dos novos serviços e aplicações das tecnologias digitais de informação e comunicação. Isto se torna necessário porque as novas tecnologias da informação ampliam o potencial cognitivo do ser humano e possibilitam mixagens cognitivas complexas e cooperativas.

### 1.3 Metodologia e Aplicação

Grande parte das pessoas “digitalmente excluídas” possuem certo receio à tecnologia. Esse foi um dos principais e o mais importante motivo que nos levou à implementação deste projeto utilizando robôs. Os robôs têm um maior potencial de serem aceitos pelas pessoas, se comparados aos computadores, pelo aprendizado mais interativo. Ao se trabalhar com a robótica as pessoas, e principalmente as crianças, se sentem mais à vontade, pois, o conhecimento é passado de uma forma lúdica e bastante atrativa. O método consiste em realizar determinada tarefa proposta com o auxílio do robô. A utilização de robôs em ambientes educacionais tem trazido uma maior motivação e estímulo ao aprendizado. Os recursos disponibilizados pela robótica podem servir para o aprendizado de técnicas de resolução de problemas e execução de processos, além de despertar a criatividade, tornando-a uma interessante ferramenta educacional, uma vez que seus projetos oportunizam situações de aprendizagem pela resolução de problemas interdisciplinares e podendo ser simples ou complexos.

Para cumprirmos com eficácia as metas estabelecidas no que diz respeito ao uso de robôs em ambientes educacionais, foi proposta uma metodologia de ensino a ser realizada nas oficinas de robótica educacional. Essa metodologia (D.B. ARANIBAR e BARROS 2006) foi desenvolvida para que as crianças possam conviver da forma mais natural possível com novas tecnologias, envolvendo no ambiente computadores e robôs, adquirindo novos conhecimentos tecnológicos e desenvolvendo raciocínio lógico e espacial, até sem perceberem, só pela vivência das atividades propostas. Pela metodologia desenvolvida, as crianças começam a aprender vários conceitos, sobre diferentes aspectos de um determinado assunto, que, caso fossem ministrados de outra maneira, provavelmente não seriam tão bem compreendidos. Dentre outras coisas são aprendidas noções de espaço, tempo e velocidade.

Com relação ao conteúdo a ser ministrado, as crianças podem aumentar o seu poder de concentração, já que as atividades se mostram bastante atrativas para elas, por parecerem com brincadeiras, o que geralmente pode não ocorrer com as disciplinas explanadas de maneira convencional, por não despertar a atenção ou pela dificuldade de concentração apresentadas pela maioria dos alunos. Com a aquisição desses conhecimentos as crianças mostram uma maior evolução em vários aspectos, tais como: capacidade de aprendizado de outras disciplinas, níveis de concentração mais elevados, assim como uma maior pré-disposição ao trabalho em grupo e a obediência às regras.

Também, há uma preocupação no que diz respeito ao lado social desses alunos, já que são nas primeiras séries da idade escolar onde o ser humano adquire os primeiros conceitos de sociedade, hierarquia, enfim, relacionamentos de um modo geral, fora do ambiente familiar. Assim, para o desenvolvimento de projetos nesta linha, faz-se necessária a organização das crianças em grupos, pois, percebe-se que o aprendizado se dá com uma maior eficiência, já que nem todas as pessoas aprendem no mesmo período de tempo. Algumas crianças entendem mais rapidamente determinados assuntos do que outras e, por ser promovido esse trabalho em equipe, elas se mostram bastante solidárias para ensinar àquelas que ainda não absorveram o conteúdo proposto, agindo como multiplicadoras do conhecimento. Assim, a necessidade de cooperação e de solidariedade é constantemente transmitida aos alunos, pois, a cada momento são chamados a colaborar entre si e com o ambiente que os rodeia.

A metodologia consiste em atividades propostas, com problemas situacionais, de acordo com o cotidiano das crianças, a serem solucionados em conjunto com conceitos de disciplinas vistas em salas de aula, como Português, Matemática, História e Geografia, sempre visando a interação e colaboração entre os alunos. O enfoque dessa metodologia é a implementação dos ambientes de aprendizagem ricos em situações que permitam ao aluno construir o seu conhecimento, através do uso do computador e dos dispositivos robóticos. A metodologia propicia subsídios para uma diversificação, diferenciação e expansão na forma de aquisição e manuseio de conceitos. Esse contexto retrata a possibilidade das crianças desenvolverem o conhecimento e a capacidade para analisar e resolver problemas, criando experiências e situações que os habilitem a abordar novos assuntos com confiança e criatividade.

Além da familiarização com a tecnologia no decorrer dessas atividades, a robótica será utilizada como ferramenta de aprendizado, auxiliando na resolução desses problemas, já que as pessoas aprendem melhor quando constroem alguma coisa: nesse caso um robô. Vale salientar que a informática e a programação também fazem parte desse contexto, pois esses pontos são integrados no software desenvolvido - o *RoboEduc*, utilizado como ferramenta para a resolução dos exercícios propostos.

Os testes de aplicação da metodologia e da ferramenta proposta ocorreram na Escola Municipal Professor Ascendino Almeida, localizada no bairro Pitimbu, na Zona Sul da cidade de Natal, Rio Grande do Norte. Foram realizadas, desde março de 2006 até dezembro de 2007, oficinas de robótica, cujo público alvo é formado por crianças digitalmente excluídas do quarto e quinto ano do Ensino Fundamental. Vale frisar que as condições da escola não possibilitavam o contato dos seus alunos com a tecnologia digital por falta de recursos, além das poucas condições financeiras observadas nas famílias dessas crianças, atestando um quadro real de exclusão digital.

Os recursos de hardware disponíveis para o projeto foram computadores do próprio Laboratório Natalnet (UFRN), transportados para a escola em cada oficina. As máquinas usadas possuem o Linux como sistema operacional, pois esse sistema é utilizado como plataforma para programação do *RoboEduc*. Para a utilização da robótica neste trabalho, foi utilizada a tecnolo-

gia Lego, com o uso de kits *Lego Mindstorms* (LEGO 2006) (explicado com maior detalhe no Capítulo 4), pois oferecem uma tecnologia simples e de fácil entendimento, por ser uma plataforma de robótica relativamente fácil de construir e programar, se comparadas a outras existentes. Os kits - didáticos e fáceis de manipular - são, também, da UFRN e se tornaram uma boa opção para ensinar robótica às pessoas que estão iniciando o aprendizado na área tecnológica, principalmente para as crianças, por parecerem *brinquedos*. Convém ressaltar que o software desenvolvido pode ser migrado para outras plataformas, desde que se disponibilize o conjunto de instruções de baixo nível da plataforma escolhida.

## 1.4 Motivação e Justificativas

Antes de tudo, segundo Fagundes (C.A.N. FAGUNDES e JARDIM 2005), o conhecimento é melhor aproveitado quando adquirido em uma proposta de trabalho onde se privilegia o aspecto investigativo que surge dos interesses e das necessidades dos alunos, quanto à valorização da busca autônoma pelo conhecimento e suas interações com os professores, com os colegas e com a sociedade onde vivem. Assim, a robótica tem se mostrado bastante adequada nesse aspecto, pois explora a criatividade, o desenvolvimento das relações sociais e da auto-expressão, além de promover a construção de soluções aos problemas propostos.

Mundialmente, existem diversos projetos que têm por objetivo o desenvolvimento de ambientes de ensino da robótica. Nesse contexto podem ser citados o ambiente proposto por Sergio Salazar (?) de programação para robôs móveis, através da internet, a linguagem de programação funcional reativa chamada *Yampa* baseada em *Haskell* para programação de robôs móveis proposta por Paul Hudak (Paul HUDAK e PETERSON 2003), dentre outros.

Porém, uma grande parte dos trabalhos existentes nessa área exige do usuário co-nhecimentos em robótica, em programação, em informática e em física, podendo este ser um fator que inviabilize ou dificulte o processo de utilização da robótica como uma ferramenta de inclusão digital. Apesar da utilização dos kits *Lego Mindstorms* (LEGO 2006) que são plataformas que facilitam a construção de robôs e possibilitam, de forma bastante objetiva e clara, o estudo de mecanismos, enfatizando e facilitando a exploração de Robótica, os programas são dotados de um grau de complexidade relativamente alto para o propósito geral deste projeto (atingir crianças na faixa etária de seis a dez anos).

Sendo assim, pensamos em uma ferramenta que pudesse ter grande facilidade de uso na execução de tarefas complexas de controle e programação, sendo possível, pela interface amigável, implementar diferentes níveis de programação robótica pelos alunos, dependendo do grau de aprendizado da robótica em que eles se encontram em uma determinada etapa do projeto. Assim, as crianças adquirem conceitos de robótica e de programação de forma bastante natural. Este constitui o principal motivo para o desenvolvimento do software de robótica educacional que denominamos de *RoboEduc*, descrito nesta dissertação.

## 1.5 Contribuições

As principais contribuições desta pesquisa são a definição da arquitetura e o desenvolvimento de um software de robótica educacional, o *RoboEduc*, que pode ser utilizado por pessoas excluídas digitalmente, sem conhecimento prévio em robótica e computação, em especial crianças na faixa etária de seis a dez anos. Para isto, o software possui um ambiente dinâmico, implementado em uma interface gráfica bastante amigável para tornar o aprendizado mais atrativo às crianças. Com a utilização do *RoboEduc*, as crianças aprendem a programar efetivamente os robôs, evoluindo pelos vários níveis de abstração da linguagem de programação usada, além de possibilitar uma assistência na construção, controle e programação dos diversos modelos de protótipos de robôs existentes para a realização das tarefas propostas.

Elaboramos, no software, um conjunto de protótipos que foram agrupados pelos modelos existentes, pelo nível de complexidade na construção dos mesmos e pelas tarefas que ele pode realizar, de acordo com suas funcionalidades. Tais características serão explicadas no decorrer deste trabalho por meio da arquitetura deste software e de trechos de sua implementação.

Dentro desse contexto, para a definição da arquitetura e desenvolvimento do software, foi necessário tratar de vários aspectos, tais como:

- desenvolver uma interface amigável para o *RoboEduc*;
- permitir a comunicação direta entre o software e o robô por meio de um controle remoto;
- possibilitar a gravação de um conjunto de funções executadas pelo controle;
- abstrair níveis de programação;
- possibilitar a interpretação de um programa escrito em um determinado nível para outro;
- permitir a inserção de novos modelos de robôs através de arquivos XML;
- implementar a leitura de arquivos externos para importação de programas.

Dentro do contexto de desenvolvimento de uma metodologia de trabalho cooperativa, temos algumas contribuições mais específicas, que possibilitam aos alunos:

1. Aprender de forma autônoma, ainda que orientada, os princípios rudimentares de robótica.
2. Utilizar soluções de controle informatizado de dispositivos eletromecânicos e eletrônicos baseadas exclusivamente em software e hardware livre.
3. Utilizar componentes eletromecânicos e eletrônicos de máquinas e equipamentos em desuso como base para construção de dispositivos de robótica.
4. Apresentação da proposta, formação dos grupos e organização da atividade.
5. Promoção da aprendizagem, segundo uma proposta construtivista socio-interacionista e baseada na Resolução de Problemas, de rudimentos de informática voltados à manipulação de registros ao nível binário e controle da porta paralela de microcomputador, e de eletromecânica e eletrônica voltados à construção de pequenas máquinas autônomas ou não.

6. Estruturar atividades que favorecem a reflexão dos alunos sobre os conceitos envolvidos nas construções.
7. Incentivar a livre construção de mecanismos pelos alunos, inseridos em determinados contextos, com a respectiva investigação e análise dessas construções.

Além dos objetivos tecnológicos, essa metodologia também contribui em aspectos sociais, dos quais podem ser citados:

1. Estimular a criatividade e a inteligência através de um novo método educativo.
2. Respeitar a individualidade, favorecendo a autonomia dos estudantes.
3. Proporcionar aos alunos interagirem com os colegas na criação e execução, obtendo assim a valorização do trabalho cooperativo.
4. Melhorar a postura perante novos problemas.
5. Aprimorar a motricidade, através da execução de trabalhos manuais.
6. Socializar o conhecimento.
7. Desenvolver: concentração, disciplina, responsabilidade, paciência e perseverança.
8. Fornecer novas perspectivas em relação à futura vida profissional dos estudantes.

A solidariedade, a linguagem, a observação e a lógica, aliados às ciências como geografia, matemática e português, oferecem oportunidades aos alunos para conhecerem e entenderem os diversos conceitos que são transmitidos. Assim, a história e o desenvolvimento da humanidade permitem ao homem explorar novos laços de convivência para construção de amizades e conhecimentos, juntos à tecnologia, através de mecanismos controlados por computador.

## 1.6 Estrutura do Trabalho

O Capítulo 1 apresentou uma abordagem geral sobre a relação existente entre tecnologia e educação. Além disso, foram conceituados os termos *alfabetização digital* e *inclusão digital*, bases desse trabalho, bem como os programas existentes no país. Foram descritos rapidamente a metodologia proposta, o que foi desenvolvido, como foi desenvolvido (as ferramentas utilizadas), a justificativa do uso da robótica, as principais motivações e aplicações. Também, foram apresentadas as principais contribuições, gerais e específicas, tanto no que diz respeito ao desenvolvimento do software, como na sua aplicação em sala de aula e os objetivos sociais, referente à vida e desenvolvimento pessoal dos alunos.

O Capítulo 2 aborda temas relacionados à educação tecnológica, focando na área de robótica educacional. São apresentados o conceito de *Softwares Educacionais* e mostrados os principais softwares existentes. A classificação e como deve ser feita a avaliação dessa categoria de aplicativo também estão descritos. Depois, introduzimos o conceito de *Robótica Educacional*, com um breve histórico, seus principais objetivos, projetos existentes na área e os principais kits utilizados nas oficinas de robótica. Após essas explicações, o foco passa a ser os principais

softwares utilizados para o ensino da robótica. Além disso, são mostrados trabalhos mais específicos, voltados à *Inclusão Digital usando Robôs*, cujos projetos se assemelham, em termos de êxito ou dificuldades encontrados, ao presente trabalho, por possuírem o mesmo perfil.

O Capítulo 3 refere-se ao aprendizado colaborativo, mostrando as questões teóricas da sua definição, os problemas existentes e como o presente trabalho se enquadra neste aspecto.

O Capítulo 4 descreve a parte sistêmica, ou seja, a descrição do *RoboEduc* com suas implementações. É mostrada a arquitetura do software, através de diagramas UML (UML 2006). Além disso, são expostas as ferramentas (linguagens) utilizadas para a implementação do *RoboEduc*, como o QT - biblioteca gráfica em C (QT 2006) e o XML - *eXtensible Markup Language* (XML 2006). Também, são mostrados alguns algoritmos e detalhes da implementação do sistema com relação à tecnologia *LEGO*, usando os kits *Lego MindStorms* (LEGO 2006).

O Capítulo 5 mostra os experimentos práticos do projeto de inclusão digital utilizando robôs: o ambiente experimental, os conteúdos trabalhados, como ocorre o aprendizado da informática e robótica, descrição das atividades nas oficinas e do público alvo, constituindo o ambiente de ensino da robótica o *RoboEduc*.

Por fim, o Capítulo 6 descreve as considerações finais, além das possibilidades de trabalhos futuros, visando melhorias no atual desenvolvimento.

---

## Capítulo 2

# A Robótica na Educação (Estado da Arte)

---

O modelo de ensino tradicional, configurado pelo papel do professor ser apenas de “passar” o conhecimento, tem causado aos estudantes frustrações, pois o importante neste modelo parece ser decorar e responder o que foi ensinado. Atualmente há um despetar natural para esse modelo de *aluno-submisso*, por não explorar a criatividade, no que tange o aspecto do conteúdo *cognitivo-disciplinar*, e a desenvoltura de associar a teoria à prática. Nesse modelo, o aluno não é responsável pela participação ativa no seu aprendizado, ou seja, ele é um mero “expectador”.

Contudo, é notável que, presente a atual evolução mundial, se faz necessária uma reflexão sobre essa prática de ensino tradicional, já que o processo de ensino-aprendizagem carece de estimular, manter e desenvolver as competências necessárias para o sucesso das novas metodologias de trabalho em sala de aula. O conhecimento adquirido deve ser desenvolvido para estar ao alcance de gerações futuras, uma vez que o progresso não se conquista sem conhecimentos anteriores, tendo em vista as descobertas futuras. Porém, esse mesmo progresso só se efetiva com a flexibilização do conhecimento, que implica no raciocínio lógico do educando, co-autor do processo, sobre o que é ministrado. E é nisto que consiste todo um embasamento para o uso de ferramentas educativas, tais como os softwares educacionais ou a utilização da robótica no ambiente acadêmico. Tais ferramentas visam ser elementos motivadores no desenvolvimento cognitivo do aluno, procurando estabelecer um ambiente de trabalho escolar agradável, no qual se simula uma série de acontecimentos, muitas vezes da vida real, para assim obter os fins específicos desejados (C. SCHONS e WIRTH 2004). Então, pode-se dizer que as novas tecnologias, por intermédio do educador, são capazes de liberar grande parte do potencial de aprendizagem que o homem leva para a sua vida.

Neste sentido, as estruturas intelectuais são construídas pelo aluno, ao invés de apenas “repassadas” pelo professor, com base em algum conhecimento prévio. Sendo assim, como qualquer construtor, a criança se apropria, para seu próprio uso, de materiais que ela encontra e, mais significativamente, de modelos e metáforas sugeridos pela cultura que a rodeia (PAPERT 1994). Por outro lado, o educador deve dominar conceitos, modelos de ação e ferramentas que concretizem esta tarefa, criando oportunidades de aprendizagem em todos os momentos da vida educacional.

## 2.1 Softwares Educacionais

O aprendizado feito com o auxílio do computador é considerado, de maneira geral, muito benéfico pela comunidade educacional. A partir desse contexto, uma grande quantidade de aplicações de softwares vêm sendo desenvolvidas com esta finalidade (KATISIONIS e VIRVOU 2004). Tais aplicações, chamadas de *softwares educacionais*, envolvem todo programa que utiliza uma metodologia que o contextualize no processo ensino e aprendizagem (GIRAFFA 1999). São ferramentas mais estimulantes onde é explorado o lado visual e auditivo. Em geral, tais softwares possuem artifícios como interfaces bem atrativas com muitas cores e desenhos, a fim de esconder o propósito mais abrangente que se está querendo desenvolver. O software educacional deve ser conceituado em referência à sua função, e não à sua natureza, pois existem softwares que foram criados para fins educacionais e também existem aqueles criados para outros fins, mas que acabam servindo a este propósito.

Atualmente, é perceptível a presença de softwares educacionais nas escolas, porém, a falta de filtros e ferramentas que possibilitem uma análise da qualidade destes sistemas favorece a proliferação no mercado de produtos cujo potencial educativo não corresponda ao ideal, por não possuírem os requisitos necessários à aquisição do conhecimento. A dificuldade em se implementar softwares educativos de boa qualidade já vem sendo alvo de pesquisas há algum tempo. Alguns autores já mencionavam a complexidade existente na produção deste tipo de sistema (CARRAHER 1990).

O desenvolvimento de tais sistemas deve ser uma tarefa conjunta entre programadores, designers e professores, porém a interação entre esses profissionais se torna problemática devido às dificuldades de se compartilhar conceitos de áreas diferentes. Deve-se sempre primar pela qualidade do software, correspondente a totalidade das características de um produto final, conferindo-lhe a capacidade de satisfazer às necessidades explícitas e implícitas (ABNT 1996). Em geral, os softwares encontrados hoje no mercado são extremamente direcionados a uma determinada disciplina.

Voltado ao universo infantil, quando se fala em misturar educação de crianças com computadores, muitas vezes se pensa na utilização de jogos educativos, por serem muito aplicados em diversos campos da educação presencial ou não. A idéia existente é que as pessoas que estão jogando possam construir o conhecimento por si mesmas, interagindo com o ambiente (RAO e C 2003), explorando e manipulando objetos, gerando questões e discussões no que diz respeito ao andamento ou aos resultados observados nas atividades propostas (RIEBER 2000). Muitos jogos educacionais que são lançados no mercado a cada dia tornam-se rapidamente populares entre crianças e adolescentes, porém, poucos visam o aprendizado colaborativo. Já a robótica promove tal aprendizado pela interação proporcionada pelos recursos oferecidos.

No Brasil, verifica-se a quase inexistência de empresas brasileiras especializadas na implementação de softwares educacionais, sendo a maioria delas especializadas na distribuição de softwares e assessoria na área pedagógica de softwares educativos. Nesse contexto, podemos

citar a *Re-Criar Assessoria e Desenvolvimento de Tecnologia Edu-cacional* (RE-CRIAR 2006), a *RCTSoft Softwares Educacionais* (RCT 2006), a *SoftMarket* (MARKET 2006), a *Informar Educacional* (EDUCACIONAL 2006), a *TRS Company* (TRS 2008), o *Projeto Interage* (INTERAGE 2008), a *Geração Byte* (BYTE 2008), além da *Tux4Kids* (TUX4KIDS 2006), para softwares livres.

No contexto de utilização dos softwares citados, não se mostrou evidente a existência de uma característica muito importante no que diz respeito à educação, que é a interdisciplinaridade, presente naturalmente em um ambiente de robótica educacional. A interdisciplinaridade é a união entre disciplinas a fim de garantir que as informações, as percepções e os conceitos que sejam transmitidos passem a compor uma totalidade de significados de maneira completa, e não em parte. O ambiente de robótica educacional favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de diversas áreas, tais como: linguagem, matemática, física, eletricidade, eletrônica, mecânica, arquitetura, ciências, história, geografia, artes, etc.

Nas seções seguintes serão descritas as características principais desse tipo de software, bem como seus objetivos.

### 2.1.1 Tipos de Softwares Educativos

Segundo Valente (VALENTE 2002), os softwares educativos podem ser classificados de acordo com a maneira que o conhecimento é manipulado e serão apresentadas a seguir:

- **Tutoriais:** São softwares que expõem ao aluno, através do computador, materiais e assuntos já existentes. A inserção desses softwares no processo educacional não causa muito impacto, pois seu uso não necessita de treinamento por ser muito didático, por utilizar mídia, além de ter um controle maior da performance do aluno. Porém, sua elaboração torna-se cara por exigir uma demanda grande de tempo.
- **Exercício e Prática:** São os softwares utilizados para revisar conteúdos já trabalhados por professores e alunos. São interativos, quase sempre aparecem na forma de jogos, permitindo a exploração, o exercício e a memorização, pelo aluno, do conteúdo ministrado. Esses softwares conseguem avaliar a assimilação do aluno diante de um determinado assunto, o que não eliminam o processo de avaliação através de outros meios, já que não há como detectar precisamente as deficiências apresentadas por cada um.
- **Simulação:** São os softwares que permitem a criação de modelos e hipóteses, retratando situações reais. Contudo, simulações boas são difíceis de serem desenvolvidas e exigem grande poder computacional, além disso, seu uso não é muito facilitado, pois por si só a simulação não cria o melhor modelo. Importante deixar claro que as simulações devem servir apenas de complemento das aulas, para que o aluno não seja levado a pensar que o mundo real é idêntico a simulação que o retrata.

### 2.1.2 Avaliando Softwares Educativos

Para verificar se um software educacional atende os requisitos para um bom aproveitamento por parte dos usuários, pode ser realizada a avaliação do software, tanto nas suas características de qualidade técnica, quanto nos aspectos educacionais envolvidos. Na avaliação desse tipo de software devem ser levados em consideração os seguintes aspectos:

- **Características pedagógicas:** onde são analisadas a conveniência e a viabilidade de uso do software em situações educacionais, a adaptabilidade à realidade da escola pública brasileira e seus usuários (professores e alunos) e a metodologia de ensino, adequando-se a uma proposta de educação mais construtivista e características adaptadas a uma linha mais tradicional de educação.
- **Usabilidade:** facilidade de uso do software - se a apresentação é simples e de fácil entendimento para o usuário final. É verificada a presença de recursos e meios que facilitam a interação do usuário com o software, a disponibilidade de manual e a possibilidade de configuração pelo usuário ou professor.
- **Licenciamento:** compatibilidade da licença do software com a idéia do software livre.
- **Tradução:** preparação do software para internacionalização.
- **Abrangência:** Capacidade de execução em mais de uma plataforma (GNU/Linux, Windows, Macintosh, etc.).
- **Atividades sugeridas:** a concepção do propósito de sua utilização. Assim, o projeto classe procurará dar exemplos e fazer experiências com os softwares em situações educacionais, verificando sua real usabilidade e potencial educacional.

## 2.2 Robótica Educacional

Segundo o dicionário interativo da educação brasileira (BRASIL 2006), a *Robótica Educacional* ou *Robótica Pedagógica* é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem, compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados. A Robótica Pedagógica pode ser definida como a implementação de dispositivos interfaceáveis com o computador com finalidades educacionais. Essas finalidades apresentam-se desde a concretização de conceitos aprendidos nas mais diversas disciplinas até a apreensão de conceitos que se referem mais propriamente à Física, à Matemática, à Elétrica, enfim, às Ciências Exatas e Engenharias.

Outro ponto de vista define robótica educativa como sendo o controle de mecanismos eletro-eletrônicos através de um computador, transformando-o em uma máquina capaz de interagir com o meio ambiente e executar ações definidas por um programa criado pelo programador a partir destas interações (MAISONETTE 2002). Ainda segundo o autor, com a robótica educacional, o aluno passa a construir seu conhecimento através de suas próprias observações

e aquilo que é aprendido pelo esforço próprio da criança tem muito mais significado para ela e se adapta às suas estruturas mentais.

O trabalho em ambientes de robótica pedagógica tem vários objetivos e metodologias, apontando, em geral, para que o aluno siga instruções e manuais, podendo criar e fazer experimentos a partir dos materiais específicos desse ambiente. Alguns objetivos para o trabalho com a robótica educacional podem se relacionar com as artes, a cibernética, o design, a física, a matemática, a motricidade e a vida artificial. Além disso, a elaboração de sistemas robotizados incentiva a reflexão sobre as implicações que os projetos podem gerar em âmbito social, cultural, político e ambiental. Assim, a robótica educacional é um recurso que permite ao professor demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando o aluno, que a todo momento é desafiado a observar, abstrair e inventar (CYBERBOX 2006). O importante não é simplesmente resolver algum problema, mas sim *como* resolvê-lo (os meios utilizados para se chegar a um objetivo final).

Em algumas instituições, há o estímulo para que os alunos participem de competições, cujas atividades propostas são solucionadas, em sua maioria, por um robô inteligente com capacidade de decisão, promovendo, dessa maneira o raciocínio dos alunos quanto aos aspectos mecânicos necessários ao robô para a realização das tarefas propostas.

Há um outro aspecto importante para o uso da robótica em um ambiente de aprendizagem: a interdisciplinaridade. Segundo Ivani Fazenda (FAZENDA 1993), que estuda as características do ambiente educacional com robôs desde a década de 70, a interdisciplinaridade é a atitude diante do conhecimento, que implica em mudança de postura frente à questão do saber e da vida, e se faz em parceria que propicia cooperação, trabalho, diálogo entre as pessoas, entre as disciplinas e entre formas de conhecimento (FAZENDA 1994). Berger também definiu a interdisciplinaridade como a interação entre duas ou mais disciplinas, abrangendo comunicação mútua de conceitos, metodologias, procedimentos, epistemologias, terminologias etc (BERGER 1972).

Convém ressaltar que, de acordo com os objetivos almejados, varia-se o modo de aplicação da robótica educacional: desde o estabelecimento prévio dos passos para a confecção de um modelo até a confecção de projetos livres pelo educando, que poderá construir o dispositivo de acordo com suas idéias. A restrição quanto à forma ou quanto aos passos para a construção do protótipo pode servir para levar o aluno a aprender determinado tópico do conteúdo de uma disciplina (S. GODOFREDO e ZILLI 2001). Então, é importante criar condições para discussão, promover abertura para que todos, alunos e professores, participem, apresentando sugestões para os problemas e até mesmo criar problemas a serem solucionados de forma interdisciplinar (ALMAS 2003).

Com as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de dispositivos robóticos, alunos e professores interagem entre si e produzem novos e diferentes tipos de conhecimentos neste novo tipo de ambiente pedagógico ainda inexistente em larga escala na educação formal, seja pela falta de recursos ou pela falta de professores com conhecimento da robótica, necessários à implantação das atividades. Nesse contexto, o *RoboEduc* surge como uma ferramenta que

contempla a interação e usabilidade, de forma a desenvolver a construção do conhecimento, pelo relacionamento em grupo existente nas oficinas.

### 2.2.1 A História da Robótica Educacional

Existem poucos registros sobre como começou os trabalhos em robótica com caráter educativo. Sabe-se que W. Ross Ashby, um médico psiquiatra britânico, desenvolveu vários trabalhos em Cibernética, sendo reconhecido internacionalmente como um pioneiro na área. Ele defendia que o cérebro humano trabalha por processos mecânicos e poderia, em parte, ser reproduzido em máquinas (ASHBY 1957). Também Gray Walter, renomado neuro-fisiologista, na mesma época que Ashby, implementava robôs para analisar suas ações e compará-las sempre no sentido de aprendizagem através deles. Ele uniu a eletrônica à biologia, para criar os primeiros animais robóticos autônomos: duas tartarugas. Surgia assim, na década de 50, uma área relativamente nova na educação, a robótica pedagógica. E a idéia foi amadurecendo até ser estruturada na década de 80.

Em 1964, Seymour Papert saiu do Centro de Epistemologia Genética de Genebra e foi fazer parte do Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Ele direcionou seu trabalho para desenvolver estruturas e programas que pudessem ser usados por estudantes ainda pequenos e através deles desenvolvessem atividades intelectuais bastante relevantes. Em conjunto com Marvin Minsky, associou as idéias centrais de Piaget (PIAGET 1972) à alta tecnologia desenvolvida no MIT. Sempre tendo seu interesse voltado à forma como se processa a aprendizagem, viu nos computadores um meio de atração maior e um facilitador da aprendizagem (C. SCHONS e WIRTH 2004). Nesta época, já existia um movimento denominado Instrução Auxiliada por Computador (CAI - *Computer Aided Instruction*) que se originou juntamente com o advento da computação, mas que não frutificou, pois os objetivos eram o de programar um computador com os mesmos tipos de exercícios aplicados por um professor tradicional que usa o quadro-negro, livros didáticos ou folhas de exercícios. Seymour teve uma visão progressista ao perceber que os computadores poderiam ser usados com o mesmo objetivo educacional, mas de outra forma. Surgiu o Movimento de Tecnologia Educacional Progressista (PEI - *Progressive Educational Technology Movement*) a partir de um de seus mais famosos trabalhos que é a tartaruga controlada em LOGO, uma linguagem de programação bastante acessível até para crianças.

A linguagem LOGO abriu um espaço de criação com capacidade de simular formas, imagens e comandos bem acessíveis a qualquer idade, abrangendo desde as ciências até as artes. Esta forma simples de programação atraiu a atenção de muitos. Na década de 70, Alan Kay, um cientista da computação e músico, também liderou atividades do uso do computador pessoal na educação e, em 1980, a divulgação da linguagem LOGO, que passou a ser comercialmente disponível, associada aos computadores pessoais já de mais fácil aquisição, oportunizaram a implantação, em muitas escolas, desta nova forma de aprendizado. Muitos professores progres-

sistas aderiram ao PEI.

Mais tarde, surge o projeto LEGO/LOGO, também no MIT e se difunde pelo mundo. Os módulos de plástico, acompanhados de polias, engrenagens, leds, motores, sensores, etc, facilitam a elaboração da parte física e mecânica. Novas linguagens de programação foram incorporadas na linha LEGO. A mais usada atualmente é *RoboLab*. O *Robolab* é um software amigável, elaborado de forma que os comandos possam ser dados por ícones associados entre si. O usuário sente-se muito à vontade na sua utilização, pois não necessita ter o conhecimento de uma linguagem de programação.

Logo, podemos verificar que a *Robótica Educacional* teve seu início nas universidades e, nos dias de hoje, está fazendo parte de várias escolas de ensino médio e fundamental (C. SCHONS e WIRTH 2004).

### 2.2.2 Objetivos da Robótica Educacional

Além de propiciar ao instrutor o conhecimento da tecnologia atual, os usuários dessa metodologia desenvolvem competências como raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais, utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos, investigação e compreensão, representação e comunicação, trabalho com pesquisa, resolução de problemas por meio de erros e acertos, aplicação das teorias formuladas a atividades concretas, utilização da criatividade em diferentes situações e capacidade crítica (ZILLI 2002).

Godoy (GODOY 1997) propõe uma classificação dos principais objetivos da Robótica Educacional, detalhando-os especificamente. Os objetivos são os seguintes:

- **Objetivos Gerais:** construção de protótipos com motores e sensores, adaptando elementos dinâmicos como engrenagens, rodas, dentre outros.
- **Objetivos Psicomotores:** desenvolver a motricidade, proporcionar a formação de habilidades manuais, desenvolver a concentração e a observação, motivar a precisão de seus projetos.
- **Objetivos Cognitivos:** estimular a aplicação das teorias formuladas à atividades concretas, desenvolver a criatividade dos alunos, analisar e entender o funcionamento dos mais diversos mecanismos físicos, ser capaz de organizar suas idéias a partir de uma lógica mais sofisticada de pensamento (adquirir raciocínio lógico), selecionar elementos que melhor se adequem à resolução dos projetos, reforçar conceitos de matemática, desenvolver noções de proporcionalidade, desenvolver noções de espaço e tempo, introduzir conceitos de robótica, levar à descoberta de conceitos da física de forma intuitiva, utilizar conceitos aprendidos em outras áreas do conhecimento para o desenvolvimento de um projeto, proporcionar a curiosidade pela investigação levando ao desenvolvimento intelectual do aluno.

- **Objetivos Afetivos:** promover atividades que gerem a cooperação em trabalhos de grupo, estimular o crescimento individual através da troca de projetos e idéias, garantir que o aluno se sinta interessado em participar de discussões e trabalhos de grupo, desenvolver o senso de responsabilidade, despertar a curiosidade, motivar o trabalho de pesquisa, desenvolver a autoconfiança e a auto-estima, possibilitar resolução de problemas por meio de erros e acertos.

Sob esses aspectos, pode-se concluir que um bom projeto de robótica educacional deve envolver, em sua metodologia, boa parte desses objetivos, o que se observa na metodologia proposta para o uso do *RoboEduc* nas oficinas de robótica, como descrito no capítulo anterior.

### 2.2.3 Projetos de Robótica Educacional

No mundo inteiro existem projetos de robótica educacional. Dentre eles podemos citar o projeto desenvolvido em conjunto pelas Universidades de Columbia e de Cambridge. Este projeto aconteceu no verão de 2003 com aproximadamente cinqüenta crianças do segundo grau e foi desenvolvido dentro de outros dois projetos maiores: *Science and Technology Entry Program* (STEP) e *Playing2Win* (P2W). O objetivo principal foi aumentar o conhecimento de disciplinas como ciência e matemática através do desenvolvimento de protótipos utilizando os kits da tecnologia *LEGO Mindstorms Robotics Invention System*. O público alvo deste projeto foram moradores do bairro de Central Harlem vizinhos a Manhattan, onde 51% da população possui rendimento familiar entre baixo e moderado, ou seja, podem ser considerados de classe média baixa. Dentre os estudantes que participaram deste projeto 67% eram afro-descendentes e 20% possuíam descendência hispânica. (Rachel GOLDMAN e SKLAR 2004). O software utilizado foi o *Robolab*. O *Robolab* foi desenvolvido pela *National Instruments and Tufts University*, e é um software que usa a linguagem de programação gráfica *LabVIEW*, o que requer certo conhecimento e compreensão das funcionalidades de baixo nível do robô (motores, sensores, etc.).

Outro projeto que faz uso da robótica como ferramenta é um projeto voltado para e-ducação especial: o *Educational Robotics in Special Education* (Eija Karna LIN e VIRNES 2006). Quase não existem projetos de robótica educacional voltados para crianças com alguma necessidade especial, o que de certa forma pode levar a conclusão que tal público não possui capacidade para trabalhar em ambientes de robótica pedagógica. Porém, isso caracteriza um erro brilhantemente verificado nesse projeto, que tem por finalidade assistir crianças com algum tipo de necessidade, mas que, nem por isso, poderiam deixar de aprender e utilizar as ferramentas tecnológicas presentes em nossa sociedade. Os principais objetivos desse trabalho foram encontrar e desenvolver ferramentas e metodologias que possam se adequar ao cotidiano destas crianças e também verificar o impacto do aprendizado e da tecnologia para estas crianças. Os alunos foram divididos em cinco grupos, existindo uma grande variedade no que diz respeito a idade, escolaridade e necessidades especiais.

O projeto *Imagiverse* é outro trabalho interessante que surgiu com o mesmo objetivo de aproximar a robótica de crianças. O *Imagiverse* foi desenvolvido inicialmente para crianças entre 9 e 15 anos mas foi estendido para crianças mais jovens também. Eles trabalham estimulando a imaginação das crianças com relação a outros planetas. Primeiramente elas imaginam um cenário extraterrestre. Depois, como deveria ser um robô explorador. Em seguida, elas partem para a criação tanto do cenário alienígena quanto do robô em si. Sempre tratando de estimular a criatividade das crianças e utilizá-la como um meio de ensinar robótica para elas. Porém, tal atenção dada ao estímulo da criação em si, não garante que estejam sendo passados conhecimentos sólidos a esses alunos, decorrentes de cada *viagem* a outro planeta.

A NASA também possui um projeto de ensinar robótica fora do meio acadêmico. Esse projeto tem como objetivo principal aumentar o número de estudantes de ensino médio familiarizados com robótica e que no futuro sigam carreiras relacionadas especificamente com robótica ou com as áreas de ciências e tecnologia, incluindo engenharia ou matemática. O projeto envolve a manutenção de cursos *on-line* de educação a distância, de sites interativos que promovem atividades relacionadas à robótica ao estudante e também promove disputas entre os vários projetos criados pelos alunos de maneira que a competitividade estimule também o interesse de todos em aprender mais e mais sobre robótica. Foi criado também um centro onde produtos são postos a disposição dos educadores para que eles também possam aumentar seus conhecimentos sobre o assunto.

O Laboratório de Estudos Cognitivos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LEC-UFRGS) (LEC 2008), possui atividades na área de robótica educacional e enfocam a possibilidade de se criar ambientes de aprendizagem onde se possa refletir sobre a própria aprendizagem. O ambiente utilizado é o *LOGO* e um dos objetivos é o de favorecer situações onde ocorram tomadas de consciência sobre os próprios processos cognitivos. Um dos trabalhos desenvolvidos no LEC na área de robótica na educação enfatiza a possibilidade de se pensar sobre a própria aprendizagem. Além disso, o trabalho do LEC aborda outras áreas de conhecimento tais como: Artes Cibernética e Tecnologia de Controle, Design, Física, Matemática, Motricidade, Problemas Sistêmicos e Vida Artificial.

Mais um projeto a ser citado é o Sistema LEGO para Aquisição de Dados e Geração de Protótipos, da universidade de Tufts (TUFTS 2008) que tem por objetivo introduzir o estudo da engenharia de jardim de infância até o segundo ano da faculdade. Eles desenvolveram uma série de drives (software) que permitem a comunicação com o sistema *LEGO Dacta* usando o programa *LabVIEW*, desenvolvido pela *National Instruments*. *LabVIEW* é uma linguagem de programação gráfica que pode ser usado por estudantes da educação infantil até a universidade. Uma das idéias do projeto é mudar a forma como se ensina ciências no primeiro segmento do ensino fundamental. Para tanto, estão integrando a disciplina ciências como as outras disciplina dos cursos do aluno, buscando introduzir os conceitos técnicos de engenharia a partir da educação infantil.

Uma grande vantagem que a nossa proposta possui sobre as linhas de trabalho citadas an-

teriormente reside no trabalho com crianças a partir das séries iniciais do ensino fundamental seguindo uma linha de aprendizado pré-determinada, definidas pelos níveis de programação. Os resultados apresentam-se antes que essas crianças cheguem ao ensino médio, pois, estarão em contato com assuntos relacionados à robótica desde cedo, ajudando-as assim a aprenderem com maior facilidade os conteúdos que serão ministrados em séries mais avançadas. Sendo assim, quando essas crianças chegarem ao ensino médio, ou mesmo à universidade, elas estarão ainda mais preparadas para o conhecimento, pois terão uma bagagem muito maior de conhecimento e uma visão mais larga do mundo.

Como a maioria dos estudantes demonstra grande interesse por robôs, o uso deles na educação é muito estimulante, fazendo com que eles tenham mais atenção com as atividades que lhes sejam propostas. Além disso, a interdisciplinaridade proporcionada pelo uso da robótica em educação consegue juntar conceitos de física, com matemática, com noções de programação (no caso do nosso software), com geografia, com artes, entre outras áreas. Sempre ao desenvolver novas atividades tentamos abranger outros conhecimentos, que não seja só a robótica.

No caso do nosso projeto, como as crianças envolvidas são vítimas da exclusão digital, tentamos então facilitar o aprendizado ao máximo, tanto na parte de construção dos protótipos como na parte de programação. Na parte de construção, os manuais desenvolvidos além de serem claros e objetivos, são ilustrados. Já na parte de programação, o software desenvolvido tenta abstrair toda a parte de programação para comandos básicos e dessa forma facilitar o aprendizado dos conceitos.

## 2.3 Kits de Robótica Utilizados na Área Educacional

Há, atualmente, empresas que fabricam e comercializam os chamados kits educacionais de robótica. Esses kits possuem linguagens próprias de programação ou utilizam outras existentes no mercado, como as baseadas na linguagem Logo, por exemplo. Utilizam material rústico (ou de sucata), como o *kit* da PNCA, ou peças de montagem fabricadas, como o *kit* da *LEGO*, para a construção dos protótipos. Serão descritos a seguir os *kits* mais utilizados nesse segmento (ZILLI 2004).

### 2.3.1 Kits Educacionais de Robótica Utilizando Tecnologia *LEGO*

Conforme a *Edacom* (EDACOM 2006), o Grupo Lego é uma empresa dinamarquesa que existe desde 1949. Seu foco era o desenvolvimento de brinquedos de montar, até que em 1980 criou uma divisão educacional, a qual chamou de *LEGO Educational Division*. Essa divisão tem a preocupação de tornar a tecnologia simples e significativa para seus usuários, preparando o aluno para que ele seja capaz de investigar, criar e solucionar problemas. Para isso, desenvolveu os chamados kits, voltados para o público escolar.

A Edacom é a representante brasileira que comercializa uma linha de produtos *Robolab* e

*MindStorms* da *LEGO Dacta*, que pretende dar aos alunos a oportunidade de explorar os robôs e seus sistemas robóticos em sala de aula. Esses produtos dão a oportunidade de estimular o pré-design, engenharia e habilidades em computação (EDACOM 2006).

No Catálogo *Lego Dacta*, o kit *Lego Mindstorms* é um conjunto de robótica destinado ao consumo. A linha *Robolab* foi especialmente desenvolvida para proporcionar uma educação progressiva, com produtos indicados para alunos a partir de 8 anos de idade, com um propósito mais didático. Ambos os kits são compostos por fichas de construções, blocos de montar, engrenagens, componentes eletrônicos (lâmpadas, motores e sensores), softwares próprios e o *tijolo RCX* - interface móvel programável responsável pela comunicação entre o projeto mecânico e o digital (no computador).

### 2.3.2 Kits Educacionais Utilizando Material Rústico

Dentre os kits feitos com material rústico (material re-aproveitável), destacam-se os seguintes:

- **Super Robby:** primeiro kit de robótica educacional projetado e fabricado no Brasil. É composto de uma interface, que funciona como um tradutor entre o micro e os diversos dispositivos a ela conectados, como motores, sensores e lâmpadas. A programação do funcionamento do protótipo pode ser feita através de uma linguagem de programação como as baseadas na linguagem Logo ou no software de autoria Everest (CONSULT 2006). Tem como referencial teórico a abordagem construtivista e inclui uma interface, uma fonte de alimentação, um software de simulação do funcionamento desta interface e alguns componentes eletroeletrônicos.
- **Cyberbox:** desenvolvido pela *Besafe*, empresa localizada em Curitiba, para uso de alunos do Ensino Fundamental, Médio e Superior. Essa interface conecta-se à parte serial do computador. O kit da *Besafe* possui: uma interface, uma fonte de alimentação dupla, um cabo de comunicação, um motor DC, 10 lâmpadas incandescentes, uma chave de fenda para manipulação dos contatos, 10 metros de fio para conexões e um cd-rom com manuais e software de controle (CYBERBOX 2006). O *Cyberbox* utiliza o software de autoria *Everest* para a sua programação e os baseados na linguagem Logo, como o *SuperLogo*, *Micromundos* e *Imagine* (IMAGINE 2004).
- **DWS Robotics:** possui 2 entradas e 4 saídas. Nas saídas, pode-se utilizar lâmpadas, motores, sirenes, *buzzers*, *leds* e qualquer aparelho eletrônico alimentado entre 6 e 12 volts. Em suas 2 entradas, pode-se colocar chaves, foto-transistores e sensores. O kit é controlado por linguagens de programação como *Basic*, *C*, *Visual Basic*, *Megalogo* e outras. Através dessas linguagens, acessa-se a porta paralela do microcomputador, onde é ligado o kit (DWS 2001).
- **Robokit:** material básico para laboratórios de Robótica Educacional, segundo informações no site da empresa. É composto de uma maleta plástica com motores, lâmpadas, buzina, leds, fio, pneus, rodas, chave de fenda, etc. A interface que acompanha o kit é a

Next G-4, com 8 saídas e 4 entradas. A programação do equipamento em questão pode ser feita usando o *LogoWriter*, *Megalogo*, *Basic*, entre outras (ROBOTICA 2007).

- **Symphony**: apresenta uma proposta de currículo para as escolas em Robótica Educacional que vem acompanhado de vários projetos com exemplos de programas prontos. Esses projetos são baseados em montagens e experimentos, utilizando-se vários tipos diferentes de robôs como material de apoio, que vão desde pequenos carrinhos até projetos sofisticados como robótica móvel sem fio. A *Robeduc* comercializa a interface S3E4 e o manipulador robótico MR3 (ROBEDUC 2007)

Além dos *kits* citados anteriormente, é importante citar ainda os *Kits* da *Nek-Technik*, também utilizados na área de robótica pedagógica. A linha de produtos *NekTechnik* é composta por dois diferentes itens: os *Kits* de montagem de sistemas eletromecânicos que podem ser motorizados, automatizados e controlados pelo computador e os *Kits* pré-montados para simulação de processos de manufatura.

## 2.4 Softwares Educacionais para ensino da Robótica

Como foi visto na seção anterior, várias empresas fabricam e comercializam *kits* educacionais, com projetos e orientações para o uso dos materiais em sala de aula. São blocos, tijolos vazados, motores, polias, sensores, correias, engrenagens e eixos conectados ao computador através de uma interface, permitindo a montagem de sistemas que podem ser controlados por comandos de uma *linguagem de programação*.

Tradicionalmente, ao se planejar o ensino da robótica, deve-se inicialmente definir qual a plataforma robótica a ser utilizada. Escolhido o tipo de robô, pode-se partir para a escolha de um software existente no mercado ou, em alguns casos, para o desenvolvimento de um sistema específico para ensino da robótica. Neste projeto, a plataforma de robótica utilizada para os experimentos foi a tecnologia Lego, com os kits *LEGO MindStorms* (LEGO 2006). Assim, o *RoboEduc* vem sendo desenvolvido para trabalhar com esses kits. Mas, pensamos também em desenvolver uma plataforma flexível, que possa facilmente ser colocada sobre outra arquitetura de hardware, sem modificações substanciais na estrutura geral. No caso, apenas modificações do conjunto de diretivas (instruções) aos atuadores (motores) e sensores seriam necessárias, através de procedimentos ou funções geralmente providos em uma biblioteca (em linguagem C). Felizmente, a maioria dos *kits* vêm com esse conjunto de instruções, incluindo sistema operacional (ou *firmware*) e compilador ou interpretador. No caso da plataforma *LEGO*, usada neste projeto, pesquisadores usaram engenharia reversa para desenvolver não apenas um, mas vários conjuntos de diretivas, em linguagens como C/C++, Java etc, provendo um controle mais eficiente do hardware. Assim, em nosso caso, devido à existência de mais de um sistema operacional e compilador, realizamos inicialmente uma avaliação de programas (sistemas operacionais e linguagens de programação) disponíveis no mercado para programar os robôs

construídos com a tecnologia *LEGO*.

### 2.4.1 Linguagens de programação utilizadas na Robótica Educacional

Quanto às linguagens de programação para *LEGO Mindstorms* (LEGO 2006), os sistemas operacionais *brickOS* (BRICKOS 2006) e o *NQC* (NQC 2006) são baseados na linguagem de programação C e não são tão simples para as crianças entenderem, principalmente se elas não possuem intimidade com a tecnologia. O mesmo acontece com o sistema *lejOS* (LEJOS 2006) baseado na linguagem de programação Java. O mais simples destes produtos é o Robolab, vendido junto com os kits *LEGO Mindstorms*, que usa a linguagem de programação visual (gráfica) *LabVIEW*. Porém, ele ainda requer um pouco de conhecimento e compreensão das funcionalidades de baixo nível do robô (motores, sensores etc). Outro ambiente de robótica pedagógica voltado à tecnologia *LEGO*, inclusive com tradução brasileira, é o *SuperLogo*, uma versão do Logo desenvolvida pela Universidade de Berkley (EUA), traduzida para o português pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da UNICAMP ([www.nied.unicamp.br](http://www.nied.unicamp.br)).

#### Linguagem Logo

Como visto anteriormente, a *Linguagem Logo* foi desenvolvida nos Estados Unidos no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), no final dos anos 60, pela equipe de Seymour Papert e Marvin Minsky que, segundo Lasalvia (LASALVIA 1998) situa-se na convergência das pesquisas em inteligência artificial e em ciências da educação.

A *Linguagem Logo* se trata, na verdade, de uma aplicação, a partir de um instrumento técnico, da proposta piagetiana de formação dos sistemas de assimilação, cooperação, coordenação, equilíbrio, reversibilidade, descentralização e outros (VALENTE 1988). Como linguagem de programação o Logo serve para comunicar o usuário com o computador. Entretanto, ela apresenta características especialmente elaboradas para implementar uma metodologia de ensino baseada no computador (metodologia Logo) e para explorar aspectos do processo de aprendizagem. Assim, o Logo tem duas raízes: uma computacional e a outra pedagógica (VALENTE 2002).

Segundo Zacharias (ZACHARIAS 2003), as características do Logo que o tornam uma linguagem de programação de fácil assimilação são:

- exploração de atividades espaciais, permitindo assim que a criança tenha contato imediato com o computador;
- linguagem procedimental (*procedural*), que possibilita a criação de novos comandos ou procedimentos em Logo;
- divide-se, basicamente, nos comandos primitivos, que são próprios da linguagem e em nomes ou rótulos de procedimentos, escritos pelo usuário;
- possui comandos para manipular palavras e listas, com os quais é possível programar a tartaruga, criar histórias, animações, jogos, etc.

Assim, no processo em que as crianças “ensinam” movimentos para a tartaruga, elas externalizam suas hipóteses e conceitos. Tal fato possibilita que se pense e fale sobre eles, podendo fazer e refazer, descobrir novos caminhos, criar novas soluções, trazendo outra perspectiva para a questão do erro (CRUZ e WEISS 2003). Esse ambiente enfoca uma pedagogia de projetos, pelo fato de envolver diversas áreas do conhecimento para a resolução de diferentes problemas, numa atitude cooperativa do grupo, facilitada pelo professor. Esta vivência desperta na criança a responsabilidade sobre seu desenvolvimento, a segurança diante de situações desconhecidas, além de levá-la a refletir sobre seu próprio pensamento.

A linguagem Logo passou por diversas fases. Desde sua criação, foram desenvolvidas diferentes versões do Logo por diversas empresas. Também, possibilita a sua utilização como *software de autoria*, ou seja, permite a criação de outros softwares a partir dele. Algumas versões de programas da família Logo: *LogoWriter*, *SuperLogo* e *StarLogo*. O *Micromundos* e o *Imagine* são versões da linguagem Logo orientados a objetos (CONSULT 2006).

### **Everest**

O *Everest* é um software de autoria, uma espécie de oficina de criação, equipado com diversas ferramentas que permitem o desenvolvimento de telas multimídias. Com ele, é possível criar aplicações sem necessitar de conhecimentos aprofundados de programação, inserindo objetos como sons, imagens, vídeo, textos, animações, bancos de dados, etc. É uma ferramenta que pode ser utilizada em escolas ou em centros de treinamento. Por ser um programa aberto, possibilita a liberdade de criação e também de aplicação. Com ele, os alunos podem apresentar trabalhos, elaborar material de consulta para a escola, participar pesquisas entre escolas, elaborando projetos em parceria (COMPLEX 2006). Um dos diferenciais do Everest em relação aos outros softwares de autoria existentes no mercado é que ele possibilita o controle, através de ações específicas para a robótica, da interface *SuperRobby* e *Cyberbox*. O potencial do programa em questão é considerável para implementação da Robótica Educacional.

### **Robolab**

O *Robolab* é o software utilizado para programar e controlar o RCX, baseado no programa *LabView* da *National Instruments*. O *LabView* é um ambiente de programação eficiente, usado por engenheiros e cientistas em faculdades e na indústria, líder no desenvolvimento de software para medição e controle, usado para analisar e calcular resultados reais para aplicações biomédicas, aeroespaciais, de pesquisa de energia e inúmeras outras (CYR 2000). O *Robolab* é uma versão simplificada do *LabView*, com o objetivo de tornar mais atraente a programação, com menos opções disponíveis e com uma interface para o usuário apropriada para crianças. Baseia-se em figuras, sem linhas de texto escrito, apoiando-se em uma seqüência lógica de imagens e grava os programas sobre temas relativos aos conjuntos de construções com Lego ou categorias educacionais como matemática (EDACOM 2006).

Os softwares educacionais para ensino da robótica têm importância fundamental no processo de construção do conhecimento, por ser de fácil entendimento. Sendo assim, facilita o aprendizado até mesmo para quem não teve acesso à tecnologia anteriormente. Dessa forma, um programa de inclusão digital que utiliza a robótica poderá abrir caminhos para uma maior compreensão dos conteúdos ministrados, como veremos a seguir.

## 2.5 Inclusão Digital com Robôs

A criação do Comitê para Democratização da Informática (*CDI*) foi um dos passos mais importantes para a inclusão digital, sendo um projeto vigente mundialmente. O *CDI* foi iniciado em 1993 pelo empresário Rodrigo Baggio e tem como principal objetivo promover a inclusão social de populações menos favorecidas, utilizando as tecnologias da informação e comunicação como um instrumento para a construção e o exercício da cidadania. Atualmente, além do Brasil, a organização está presente em mais oito países, formando a *Rede CDI* (CDI 2006).

Em Curitiba, existe um projeto denominado *Digitando o Futuro*. Esta é uma iniciativa municipal, onde são implantados pontos de acesso público à Internet tendo como principal público alvo a população carente. O projeto conta com a participação de empresas e de organizações sociais. De um total de 55 pontos de acesso previstos, 26 já estão operacionais e há perspectivas abertas para ampliar o projeto (RNP 2006).

Convém ressaltar que, tradicionalmente, a maioria dos projetos de inclusão digital faz uso de computadores e principalmente da internet. São poucos os projetos que utilizam robótica, como é o caso do projeto no qual foi utilizado o software cuja estrutura inicial é proposta neste trabalho.

Encontramos na literatura alguns projetos que utilizam ambientes de robótica educacional, dos quais pode ser citado o *Projeto InoVares* do colégio CEDI (Centro Educacional de Desenvolvimento Integrado). Este projeto utiliza a mesma plataforma de montagem utilizada no *RoboEduc*, ou seja, os kits *LEGO MindStorms* (LEGO 2006). O software utilizado por este projeto é o *Logo* (CEDI 2006).

Outro projeto que se utiliza da robótica como ferramenta de inclusão digital está sendo desenvolvido em São Bernardo do Campo. Nele crianças do quinto ano do ensino fundamental desenvolvem projetos de robótica e animação (ESCOLA 2008).

Um projeto bastante semelhante ao nosso, também na área de robótica educacional é o ambiente visual de programação denominado *ProgameFácil*, desenvolvido na Universidade de Campinas - SP em conjunto com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (L. MIRANDA e BORGES 2005). Essa linguagem computacional icônica permite programar e controlar componentes eletrônicos como *leds*, motores, *displays*, sensores de luminosidade e temperatura, acoplados ao hardware de kits de robótica educacional. Uma qualidade intrínseca do ambiente visual é a possibilidade de simulação em tela da lógica implementada (programa) antes da sua efetiva transferência para o hardware do *kit*. O ambiente *ProgameFácil* possui elemen-

tos visuais para representar estruturas tradicionais de linguagem de programação (comandos de repetição, condicional, início, fim, entre outros), visando proporcionar o fácil aprendizado (*learnability*) e a memorização (*memorability*) dos comandos existentes por parte dos usuários.

Outro projeto a ser citado é o *Robótica Livre* (CÉSAR 2006), do Centro de Educação Tecnológica (CET) de Itabirito - MG, com uma proposta de robótica pedagógica usando tecnologias livres. Provê a construção de um ambiente dinâmico de aprendizagem através de um projeto de robótica que faça uso exclusivamente de soluções de software e hardware Livre e que tenha sucata de equipamentos eletro-eletrônicos como principal material de construção de seus produtos. A ação pedagógica do *Robótica Livre* está sendo desenvolvida experimentalmente na Escola Municipal Caio Líbano Soares, na própria cidade de Itabirito-MG.

## 2.6 Principais Inovações do *RoboEduc*

No que foi explorado até agora, o nosso projeto reúne todos os fatores citados nesse capítulo: consiste em um projeto de robótica educacional, utilizando os robôs dos kits Lego para um melhor aprendizado, que envolve a construção de um software educacional, de fácil compreensão, para ensino da robótica, para ser utilizado por pessoas iniciantes no mundo da tecnologia, ou seja, promover a inclusão digital.

Para uso dos softwares citados anteriormente na programação dos robôs, observamos que é necessário ter, no mínimo, um conhecimento dos conceitos básicos de robótica e programação. Através de experiências realizadas com crianças, percebemos que esses conceitos não são simples para elas. Assim, faz-se necessário um novo nível de abstração, que possa fornecer um melhor entendimento no que diz respeito às funcionalidades de baixo nível dos robôs e suas respectivas partes, tais como motores, sensores, etc. Além disso, é fundamental que esse novo nível de abstração envolva conceitos de programação.

O software *RoboEduc* é caracterizado por ser uma ferramenta fácil de ser manipulada por um usuário leigo ou uma pessoa digitalmente excluída, pois proporciona as condições necessárias para a assimilação dos conteúdos propostos nas atividades. Dessa forma, os estudantes que se utilizam dessa aplicação irão adquirir, além da robótica e da informática, conceitos de programação, pois este software permitirá a produção de programas, representada por um conjunto de passos, que o robô montado poderá executar para realizar determinada atividade.

Para facilitar esse aprendizado, o *RoboEduc* possui níveis diferentes de programação (abstração), a serem utilizados pelos estudantes, dependendo do grau de conhecimento que ele possui. Esse grau de conhecimento pode iniciar do zero e, gradativamente, ir aumentando. Com o *RoboEduc*, provemos uma metodologia de programação robótica que se inicia com crianças desde os seis anos (alfabetizadas ou em processo de alfabetização) até jovens em nível universitário (já provido por outras plataformas), num mesmo sistema integrado. Sendo assim, esta proposta se diferencia dos demais softwares existentes no mercado, principalmente por

esse fator, ou seja, por dar suporte aos estudantes que estão “entrando” no mundo da tecnologia digital. O aluno aprende a programar o robô de maneira bem simples, usando uma linguagem visual num primeiro momento e, à medida que for se aperfeiçoando, passará para outros níveis de programação, até chegar numa linguagem textual a ser interpretada ou compilada, podendo executar de forma controlada remotamente (a partir de um computador pessoal) ou autônoma (com código executando diretamente no microcomputador embarcado, em nosso caso, o RCX).

---

## Capítulo 3

# O Problema de Aprendizado Colaborativo

---

Nas escolas os alunos em geral atribuem ao professor a única responsabilidade de seu aprendizado, sem questionar que o aprender pela pesquisa e pela busca independente do conhecimento seriam partes fundamentais no processo. Sabe-se que nos dias atuais o conhecimento tem aumentado de forma considerável e que, uma única pessoa é incapaz de deter todo conhecimento e muito menos transmiti-lo de forma eficaz. Este conhecimento está em toda parte, disponível em livros, Cds, vídeos, computadores, na Internet e cabe ao aluno, auxiliado pelo professor, saber fazer uso desses meios para, num questionamento construtivo, significar suas ações a partir de práticas que levam ao aprender, ao fazer e ao ser.

Fazer do aluno um agente ativo do seu próprio conhecimento tem sido o grande desafio da escola moderna, em que é necessário transformar a escola tradicional, onde o professor detinha todo o conhecimento e o transmitia ao aluno, sendo este um agente passivo do processo. Esta nova necessidade de transformação tem dificultado a ação dos professores, pois o aluno está habituado a esperar que o professor repasse o conhecimento a ele, sem se dar conta que, nos tempos atuais, esta prática torna-se obsoleta devido, principalmente, à imensidão de conhecimento armazenado nas mais diferentes formas e que uma única pessoa, ou umas poucas pessoas, possam deter todo este conhecimento.

Esta transformação nas escolas está ocorrendo de forma muito lenta e só é sucesso quando a proposta é atraente e desafiadora. A passagem da teoria para a prática implica em usar de instrumentos tais, que a vivência do aluno o levem a agir com autonomia. Defende-se a robótica educacional como uma das formas de transformação para introduzir mudanças na prática escolar por ser o aluno o agente responsável pela busca do conhecimento necessário para que seu projeto tenha o desenvolvimento a que se propôs de início.

Os projetos de robótica educacional, devem tentar atingir os objetivos pedagógicos propostos, tendo extrema coerência com a teoria de educação que se pratica.

De acordo com a *teoria construtivista* de Jean Piaget, o indivíduo constrói e produz o conhecimento através da interação com o ambiente em que ele vive. Esta interação propicia o desenvolvimento da aprendizagem (FREITAS 2001). Seymour Papert (PAPERT 1994), baseado nas idéias de Piaget sobre o processo de aprendizagem, utilizou o termo *construcionismo* onde a construção de um conhecimento se dá, quando o indivíduo através do fazer, constrói objetos

de seu interesse, com liberdade de criação, que podem ser um relato de uma experiência ou um desenvolvimento de um programa para computador.

A teoria sócio-interacionista de Vygotsky (VYGOTSKY 1988) é baseada na construção de ambientes dinâmicos de aprendizagem, tendo a colaboração como fator destacado para a promoção da aprendizagem (LUCENA 1998). Desta maneira, o uso de computadores em ambientes dinâmicos de aprendizagem pode ser uma ferramenta adequada quanto ao desenvolvimento de atividades de criação e interação, onde os educandos se mostrem participativos, criando, projetando, planejando, montando e tomando posse de seus projetos. Esta situação peculiar dá ao educando uma identificação com o projeto de aprendizagem. Torna-se importante então, buscar uma metodologia de ensino que explore ao máximo esse modelo sócio-construtivista.

Nas próximas seções, serão enfatizados alguns conceitos, cuja a aplicação é necessária para a construção de ambientes dinâmicos de aprendizagem.

### 3.1 Aprendizado Colaborativo

O conceito de colaboração surge dentro da psicologia social e descreve a forma como indivíduos do mesmo grupo social agem para alcançarem objetivos comuns. A base da colaboração é a interação de capacidades individuais, incluindo o aprender, o respeito às habilidades e as contribuições de seus parceiros.

Aprendizado é entendido como o processo de adquirir mudanças relativamente permanentes no entendimento, na atitude, no conhecimento, na informação, na capacidade e na habilidade, através da experiência. É um evento cognitivo, interno. Sendo, portanto, uma mudança relativamente permanente na capacidade de execução, adquirida pela experiência. A experiência pode implicar interação aberta com o ambiente externo, mas também pode implicar processos cognitivos fechados.

O aprendizado colaborativo é geralmente definido como a situação em que duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender alguma coisa juntas (DILLENBOURG 1999), e está relacionado ao processo de criação, no qual há o relacionamento e interação entre dois ou mais indivíduos de um mesmo grupo, com capacidades diferentes e/ou complementares, que trocam experiências, opiniões, informações, significados, conhecimentos e atitudes, de forma que planejam suas ações e tomam suas decisões em torno de um processo, produto ou evento. Nessa interação devem ser estabelecidas regras de respeito quanto as contribuições e habilidades individuais de cada participante, assim como a liberdade para cada um expor idéias e dúvidas.

A falta de hierarquias e divisões de atividades de modo formal são características da aprendizagem colaborativa. Cada componente do grupo pode participar de todas as tarefas que visam a solução de problema ou conclusão de um projeto, estimulados por desejos individuais, sendo também, de preferência, estimulados pelo professor e pelo conteúdo abordado. Assim, a aquisição do conhecimento é feita pela interação, e o processo de ensino-aprendizagem é

movido pelas discussões e construções em grupo, pela formação do espírito crítico, deixando de ser um processo de transmissão de informações e fatos do professor para os alunos. Além disso, o professor representa um papel fundamental, de ampla atividade, pois, é o responsável pela criação de um ambiente adequado, que estimule a produção, a discussão e criação por parte dos alunos, num processo de constantes descobertas. O papel do aluno também é ampliado, por se tornar o co-autor do processo de aprendizagem, passando a ser responsável tanto pela sua própria aprendizagem quanto a do grupo. O sucesso é coletivo e não individual.

Para o psicólogo russo Levy Vygotsky (VYGOTSKY 1988), a colaboração entre pares proporciona o desenvolvimento de estratégias e habilidades gerais que visam a solução de problemas, promovidos pelo processo cognitivo implícito na interação e na comunicação. A linguagem, segundo o autor, é fundamental para estruturação do pensamento, pois é através dela que comunicamos o conhecimento e as idéias individuais, entendemos o pensamento do outro envolvido na discussão e na conversação.

Quando os pesquisadores se referem a informática como ferramenta de apoio ao aprendizado colaborativo eles estão abordando principalmente aplicações voltadas à interação de uma grande quantidade de pessoas localizadas em lugares geográficos diferentes. As pesquisas nesta área geralmente envolvem vídeo conferências, grupos de discussão, comunidades virtuais, softwares para assistir a interação de pessoas aprendendo em forma colaborativa, etc. (STORCK e SPROULL 1995, CICOGNANI 2000, P. L. ISENHOUR e DUNLAP 2000, C. J. M. OLGUÍN e RICARTE 2000, B ERTL e MANDL 2002, KIRKWOOD e JOYNER 2002, N. RUMMEL e SPADA 2003, B ERTL e MANDL 2006, ARMSTRONG e CURRAN 2006). Nesse contexto, a informática é geralmente vista como uma ferramenta de apoio ao aprendizado colaborativo à distância e/ou assíncrono, porém, nesse projeto, trabalha-se com aprendizado colaborativo local e síncrono.

## 3.2 Ensino Colaborativo

Ao se falar de aprendizado colaborativo é importante falar também de ensino colaborativo, o qual visa encontrar estratégias que possibilitem a aprendizagem colaborativa.

Essas devem ter como bases existência de um objetivo comum, similaridade entre os participantes, a participação de todos, compartilhamento de responsabilidades e de recursos, como também o desejo individual de participar do processo. O objetivo principal não é só a construção de conhecimento, como também, o desenvolvimentos de habilidades que visam o trabalho coletivo. O centro do processo de ensino é o respeito ao outro, tanto quanto as suas capacidades quanto as dificuldades.

O desenvolvimento de estratégias não é um processo fácil, pois exige que os professores e demais membros da escola aprendam a colaborar entre si. Os professores, são responsáveis pelo desenvolvimento da sua aprendizagem individual, do grupo e dos alunos. A ele compete direcionar todo o processo e buscar, em conjunto, formas de promover o desenvolvimento das

habilidades que favoreçam a colaboração.

Planejar e conhecer as habilidades e dificuldades de cada aluno são de fundamental importância para o bom desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Ao planejar, os profissionais podem intervir de maneira mais eficaz e propor novas possibilidades de interação.

Um dos objetivos do planejamento deve ser a busca de novos elementos mediadores que facilitem o processo de aprendizagem, isto é, a criação de condições necessárias e adequadas de exposição e apropriação do conhecimento pelos alunos.

### 3.3 Construtivismo - Uma Descrição Pedagógica

Jean Piaget desenvolveu uma teoria de aprendizagem que enfocava o conhecimento científico na perspectiva da criança ou daquele que aprende, conhecida como *construtivismo* (PIAGET 1972). O seu estudo tinha como foco principal compreender as etapas da aprendizagem: como que o aprendiz passa de um estado de menor conhecimento a outro de maior conhecimento, o que está intimamente relacionado com o desenvolvimento pessoal do indivíduo (UCHÔA 2004). Piaget apresentou uma visão interacionista, que procurava entender quais os processos e mecanismos mentais que o indivíduo usa nas diversas etapas da vida para poder formar uma imagem do mundo em que vive. Para Piaget, a adaptação à realidade externa depende fundamentalmente do conhecimento (IMAGINE 2004).

Segundo Brooks e Brooks (BROOKS e BROOKS 1997), Piaget entendia que o construtivismo era uma maneira de explicar como as pessoas chegam a conhecer sobre o seu próprio mundo, quer dizer, como afetava diretamente em um auto-conhecimento. Toda a sua fundamentação foi baseada em uma extensa documentação de comportamentos que testemunhou e inferências sobre as funções da mente. Ele percebia a mente humana como um conjunto dinâmico de estruturas cognitivas que ajudam o indivíduo a dar sentido ao que ele percebe. Matui (MATUI 1995), diz que o construtivismo é uma teoria do conhecimento que engloba numa só estrutura os dois pólos, o sujeito histórico e o objeto cultural, em interação recíproca, ultrapassando dialeticamente e sem cessar as construções já acabadas para satisfazer as lacunas ou carências (necessidades).

A interpretação de Carretero (CARRETERO 1997) sobre a teoria de Piaget é que o aluno é um ser ativo que estabelece relação de troca com o meio-objeto (meio físico, pessoa, conhecimento), relações essas que devem ser vivenciadas e significativas. Desta forma, o indivíduo incorpora novas informações, que passam a tornar-se parte de seu conhecimento, ainda não implicando necessariamente que as integrem com as informações que já possuía anteriormente, processo conhecido como assimilação. Quando, mediante a esse processo, o sujeito transforma a informação que já tinha em função da nova, ocorre o processo de acomodação.

O construtivismo defende que o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas sim uma construção do ser humano em consequência da sua interação com o ambiente e resultado de suas disposições internas. Fundamentalmente, a pessoa utiliza os esquemas que já possui para

a tal construção, ou seja, com o que já construiu em sua relação com o meio que o rodeia (CARRETERO 1997). Tais esquemas surgem como equivalentes funcionais dos conceitos, mas sem pensamento ou representação (conceitos práticos) e o conjunto das situações às quais ele se aplica são a sua extensão (DOLLE 2000).

Piaget trata as etapas de evolução desses esquemas de forma organizada do nascimento até a idade adulta. Os períodos da inteligência são classificados em estágios. Os estágios, que ocorrem de forma processual, indicam grandes saltos nas capacidades do indivíduo, indicando mudanças tanto quantitativas como qualitativas. Na concepção piagetiana, ao chegar a um estágio, as capacidades cognitivas sofrem uma forte reestruturação.

A obra fundamental de Piaget fez proliferar uma avalanche de teorias e pesquisas, alterando enormemente a psicologia cognitiva (BROOKS e BROOKS 1997). Segundo os mesmos autores, a perspectiva do que a educação pode ser também mudou, mas os educadores, de um modo geral, não têm refletido sobre o assunto.

### **3.4 Robótica e Autonomia no Aprendizado**

Como visto no capítulo anterior, a robótica envolve conhecimento das mais diversas áreas os quais nem sempre estão tão disponíveis quanto o desejado. Em grande parte das áreas do conhecimento, nem sempre o professor orientador detém todo ele e o aluno busca, por si só, em revistas e livros, consulta pessoas capacitadas, pede auxílio a fami-liares, até entender determinado assunto. Experimentar, analisar, refazer, se necessário e, romper barreiras, ir além do que lhe é fornecido, cria autonomia no aprendizado e o aluno aprende a aprender, por si só.

No entanto, a pessoa humana não pode aprender aquilo com que nunca interagiu. É preciso antes entrar em contato com determinado assunto, conceito, objetos etc. para, só então, ter despertado o interesse. E aí cabe ao professor criar este espaço de convivência, estabelecer o ambiente adequado e propor tarefas compatíveis com a realidade do aluno. Porém deve-se tomar cuidado para não ditar-se todas as ações e esperar as mesmas respostas de todos os alunos: é preciso ser aberto para que o aluno possa ser autônomo e buscar conhecimento. A robótica educacional serve de motivação à aprendizagem, à busca do conhecimento, pois, o indivíduo motivado aprende diferentemente do indivíduo não motivado e o estado motivacional do observador afeta a percepção (DAY 1970).

Na intenção de ver um robô, sendo concebido e estruturado e estando em funcionamento, o aluno não espera que lhe seja fornecido todos os detalhes de mecânica, eletrônica ou programação: vai, por si só, em busca do conhecimento. Com base no que compreendeu até então, sejam informações passadas pelo professor ou conhecimento empírico, procura fatores que possam auxiliá-lo no que busca. Ao professor fica a função de proporcionar um ambiente onde o aluno possa se sentir seguro tanto para elaborar idéias criativas, quanto para buscar o conhecimento, interagir sobre o que lhe é fornecido de materiais e recursos computacionais sem restringir, limitar ou fragmentar o conhecimento. A cada busca e interação com o meio, o aluno

se vê mais atuante, com acréscimo e mo-dificação do seu saber, pelas suas próprias ações, de forma singular e congruente com a circunstância, amplia seu conhecimento, sua maneira de ser e pensar, criando autonomia no aprendizado, ao qual se atribui grande vantagem para toda a sua vida.

Humberto Maturana (MATURANA 1990) afirma que educar é algo muito simples: basta configurar um espaço de convivência desejável para o outro, de forma que haja fluência no conviver dos alunos, de uma maneira particular. Também é desejável que o aluno e o professor estejam conscientes dessa nova maneira de aprender, para poder existir meios eficazes para o aluno, mesmo na sala de aula, pesquisar a respeito do assunto. O ideal é que além dos computadores, interfaces e programas que viabilizam as atividades de robótica educacional se tenha também acesso às outras fontes de informação como a internet ou uma biblioteca, onde os alunos possam consultar sobre assuntos referentes ao projeto em desenvolvimento. O objetivo desses recursos seria fazer o estudante perceber que existe, além da sala de aula, condições que o farão crescer em conhecimento, sem limitar suas ações.

Pode-se concluir que a robótica, constitui nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor como principalmente o aluno. Na interdisciplinaridade a robótica pedagógica firma outro elo forte, pois a partir do momento em que se começa a trabalhar conceitos de várias disciplinas com um único objetivo, sai ganhando tanto o aluno quanto o professor.

Nesta perspectiva, Japiassu (JAPIASSU 1990) afirma que a interdisciplinaridade é uma ponte que possibilita religar fronteiras anteriormente estabelecidas entre as disciplinas envolvidas, assegurando a cada uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos.

Assim sendo, apoiada na teoria construtivista a robótica educativa constrói uma nova relação professor/aluno, na qual ambos caminham juntos, a cada momento, buscando, errando, aprendendo (FRÓES 1998).

O importante dentro de uma dinâmica de trabalho com alunos é criar condições para discussão, promover abertura para que todos alunos e professores participem apresentando sugestões para os problemas e até mesmo criar problemas para serem solucionados, pois as dificuldades servem para explorar a capacidade do aluno.

Na robótica pedagógica o educador deve deixar por completo a idéia das escolas dogmáticas behaviorista (Skinner) e passar a usar uma teoria construtivista, sendo um facilitador do aprendizado.

Desenvolver a robótica pedagógica com nossa realidade educacional é um desafio, para os professores não é só o conhecimento o ponto principal a ser explorado, mas o social também, o importante é caminhar para a formação e construção do cidadão. Os educadores devem se lembrar que são mediadores do ensino, propondo aos alunos desafios e estimulando a uma ampla reflexão dos conceitos que envolvem o trabalho. Faz-se necessário interagir com o processo de

evolução conscientizando todos através de análise crítica, fazendo parte do mesmo núcleo gerador dessa transformação. Pode-se concluir que o professor deve ter um papel de transformação na vida dos alunos, que o resultado de árduas horas de estudo e preparo são significativas não apenas para nós, mas exercem significado para outras pessoas e para o tipo de sociedade que queremos transformar.

### **3.5 Metodologia proposta: Usar Robôs no Aprendizado Colaborativo**

A partir das perspectivas anteriores, foi pensada uma maneira de integrar os alunos participantes do projeto na abordagem do Aprendizado Colaborativo. Assim, a robótica educacional tem um importante papel neste enfoque, por promover a socialização entre as crianças.

O desenvolvimento do aluno é perceptível, principalmente no que diz respeito às suas características adquiridas ou aprimoradas em relação ao trabalho em grupo no decorrer das oficinas. Podemos citar como exemplos a participação, a atenção, a capacidade de interação, a desenvoltura para solucionar as dificuldades diante das atividades apresentadas e até a obediência diante das regras de convivência. Com este trabalho, as crianças começaram a se desenvolver, ajudando umas as outras na busca do conhecimento, seja através da montagem de robôs, na resolução dos exercícios propostos ou lidando com a informática prática.

Assim, realiza-se o aprendizado colaborativo, onde as crianças que possuem maiores dificuldades são ajudadas pelas demais, com a supervisão do educador, a fim de tornar o conhecimento do grupo o mais homogêneo possível.

Além disso, as crianças trabalham diretamente com o robô, “ensinando-os” a realizar determinada tarefa, ou seja, o aluno será responsável por passar o conteúdo aprendido também ao robô, complementando o ambiente de colaboração descrito anteriormente. Assim, o robô será capaz de realizar uma determinada tarefa sozinho, baseada em um conjunto de instruções fornecidas previamente pelos alunos, através do software *RoboEduc*, ou seja, o robô “aprende” um conjunto de passos necessários para se atingir o objetivo proposto previamente. A maneira como é possível concretizar as tarefas através do *RoboEduc* será descrito no próximo capítulo.

---

## Capítulo 4

# A Arquitetura do *RoboEduc*: Implementações

---

Como foi visto nas seções anteriores, a robótica educacional e o aprendizado colaborativo são usados como ferramentas para a inclusão digital neste projeto. Desta forma, avaliou-se as ferramentas disponíveis para a implementação do projeto e concluiu-se que era necessária a criação de um software de robótica educacional junto com uma metodologia que permitisse o ensino da robótica utilizando técnicas de aprendizado colaborativo desde o nível mais básico.

O software proposto, nomeado de “RoboEduc”, possui uma interface gráfica amigável para tornar o aprendizado mais atrativo para as crianças (público alvo do projeto). Com ele, as crianças poderão ser assistidas na construção, controle e programação efetiva dos diversos modelos de protótipos de robôs construídos com a tecnologia LEGO, usando os kits Lego MindStorms. Com este intuito, o software possui um banco de protótipos agrupados pelas tarefas que eles podem realizar.

### 4.1 Tecnologias Utilizadas

Para o entendimento de todo o contexto do trabalho proposto, serão abordados alguns conceitos referentes às tecnologias e ferramentas utilizadas para a arquitetura e implementação do software proposto.

Para a construção do software fez-se necessário, antes de tudo, o desenvolvimento de sua arquitetura. Nesta fase inicial (análise do projeto) foi utilizada a *UML 2.0 (Unified Modeling Language)* (UML 2006). UML é uma linguagem de diagramação ou notação para especificar, visualizar e documentar modelos de sistemas de software Orientados à Objeto. Assim, foi utilizada para produzir todos os diagramas referentes a arquitetura do sistema, descrevendo-o.

Como citado anteriormente, ao se planejar a inclusão digital usando robôs visando atingir crianças ou iniciantes, faz-se necessária a escolha de uma plataforma de robótica que seja de fácil utilização. A tecnologia *Lego* (LEGO 2006), com os kits *LEGO Mindstorms*, já existente no Laboratório Natalnet da UFRN, foi a plataforma adotada. Os *kits* usados atendem a essas características, pois permite que o projeto de desenvolvimento de robôs seja bastante facilitado,

uma vez que os principais componentes já se encontram prontos, devendo o desenvolvedor (criança) aplicar estes componentes de forma a atender as especificações do projeto. Pode-se identificar nesses kits a estrutura eletro-mecânica composta de peças de encaixe, atuadores (motores), sensores de toque e de luz e a estrutura eletrônica (unidade ou tijolo programável RCX), o que permite várias possibilidades de criação, desenho, desenvolvimento, construção, programação e controle, quase que ilimitadas.

O coração do kit *MindStorms* é o *RCX (Robotic Command Explorer)*, um microcomputador embarcado que permite ao robô operar de forma autônoma, cujo processador utiliza uma arquitetura RISC (ou computação usando conjunto reduzido de instruções, do inglês *Reduced Instruction Set Computing*) e pode ser programado usando um computador. O RCX é o cérebro do *MindStorms*. Ele utiliza sensores para receber dados do ambiente, processar dados, e enviar sinais para os motores. O usuário constrói seu robô usando o bloco RCX, cria o conjunto de instruções que o robô deve realizar no computador, e depois pode enviar seu programa para o robô usando um protocolo de comunicação via um transmissor infravermelho. Após isso, o robô pode interagir com o ambiente de forma totalmente autônoma. Como citado anteriormente, há vários Sistemas Operacionais e Linguagens de Programação (incluindo compiladores) para o RCX.

O sistema operacional (SO) disponível para essa plataforma e adotado neste projeto é o *BrickOS (BRICKOS 2006)*. Esse SO é de código aberto (*open source*), sendo também uma boa opção para programadores avançados em C/C++, na programação do RCX, pois ele permite que o programador possa implementar um conjunto maior de funções, nessa linguagem, evitando a necessidade de aprendizado de uma nova linguagem pelo programador, e também obtendo um controle mais eficiente sobre o RCX do que com o uso do SO tradicional fornecido pelo fabricante, assim como permite o uso completo da memória disponível no RCX. O *BrickOS* possui um protocolo de comunicação em seu núcleo (*kernel*), o *Lego Network Protocol* (ou LNP), e este foi utilizado na primeira versão do *RoboEduc*. Posteriormente, para comunicação foi utilizada uma interface (API) de comunicação própria (Douglas Machado TAVARES e GONÇALVES 2004), desenvolvida no laboratório *Natalnet* do Departamento de Engenharia de Computação e Automação (DCA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

A linguagem utilizada para a implementação do *RoboEduc* foi C++ (pela sua facilidade de uso com o *BrickOS*) em conjunto com a biblioteca QT (QT 2006), utilizada para o desenvolvimento da interface gráfica. O QT foi desenvolvido por Haavard Nord e Eirik ChambeEng e surgiu da necessidade de projetar uma *GUI (Graphical User Interface)* em C++ multi-plataforma, ou seja, que funcionasse em Unix, Windows e Mac OS. A idéia é organizar melhor o desenvolvimento visual, que é auxiliado pelos objetos do QT, do código relacionado às operações do programa.

Foi utilizada também a linguagem de marcação extensível XML (*eXtensible Markup Language*), (XML 2006), capaz de descrever diversos tipos de dados, através da API disponibilizada pelo QT (QT 2006), a QXML (classes de tratamento de XML no QT), devido a necessi-

dade de se ter um sistema dinâmico. A XML permite uma atualização rápida da interface sem a necessidade de recompilação do programa, bastando apenas definir uma estrutura adequada no arquivo XML. Assim, a QXML foi utilizada para fazer o tratamento dos dados especificados em um arquivo XML. O Módulo QtXml disponibiliza duas interfaces para manipulação de XML: *SAX* (*Simple API for XML* que reporta eventos de parsing diretamente para a aplicação) e *DOM* (*Document Object Model* que converte um documento XML em uma árvore, na qual a aplicação pode navegar). Para o desenvolvimento do RoboEduc foi utilizada a interface DOM na estrutura dos arquivos.

A partir deste ponto, descrevemos o desenvolvimento do sistema *RoboEduc*. Inicialmente será descrita a arquitetura deste software educacional através dos diagramas UML e, por fim, será apresentada a implementação do sistema, onde será utilizado o *QT*, para construção das janelas e o módulo *QXML* para tornar o sistema dinâmico.

## 4.2 Arquitetura do Sistema: Diagramas UML

UML é composta por muitos elementos de modelo que representam as diferentes partes de um sistema de software. Os elementos UML são usados para criar diagramas, que representam uma determinada parte, ou um ponto de vista do sistema. Foram utilizados na fase arquitetural do *RoboEduc* quatro diagramas UML:

- *Diagrama de Casos de Uso*: mostra o quê o sistema deve fazer, mas não são capazes de especificar como isto será conseguido. Ou seja, descreve apenas as partes atuantes e seu relacionamento com os casos de uso;
- *Diagrama de Classes*: mostram as diferentes classes que compõem um sistema e como elas se relacionam;
- *Diagrama de Sequência*: mostram a troca de mensagens (isto é chamada de método) entre diversos Objetos, numa situação específica e delimitada no tempo. Os objetos são instâncias de classes;

A formulação e construção desses diagramas para o desenvolvimento do software serão descritas nas próximas seções.

### 4.2.1 Diagrama de Casos de Uso

As funcionalidades do software implementado podem ser observadas na figura 4.1. Nela, pode-se ver as ações que o usuário pode executar no sistema: Selecionar Modelo, Controlar Protótipo, Ensinar Protótipo, Enviar Comando, Executar Programa Aprendido, Programar Protótipo, Compilar, Enviar Programa e Traduzir Programa para Nível Superior.

O caso de uso *Selecionar Modelo* descreve a primeira etapa que deve ser realizada logo após a inicialização do sistema. Algumas questões estão intrinsecamente ligadas à seleção do

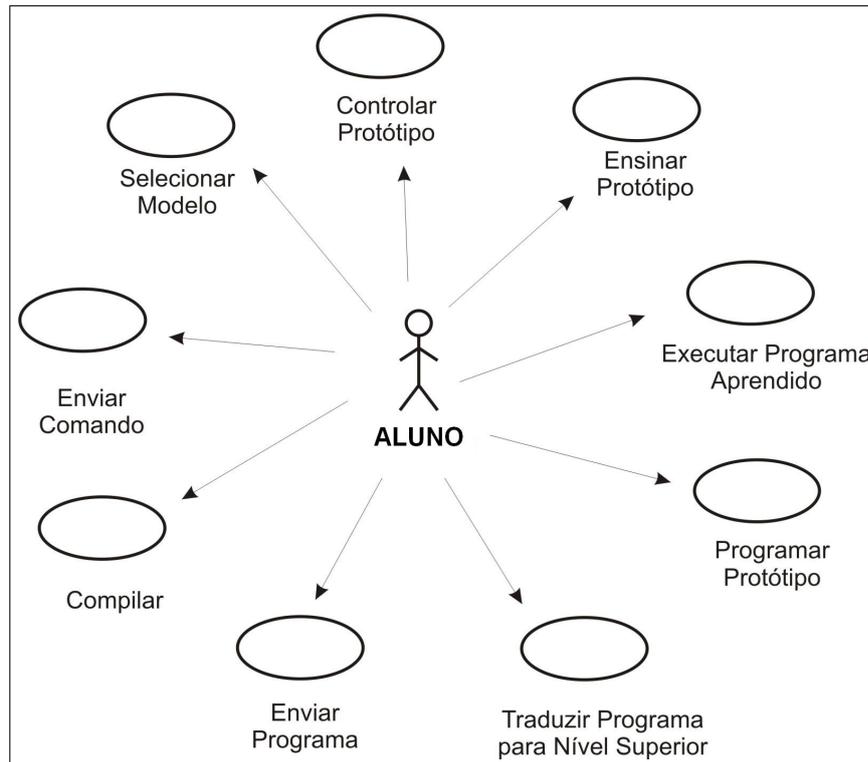


Figura 4.1: Diagrama dos casos de uso do *RoboEduc*

modelo, dentre as quais podemos citar as funções no controle relativo às ações possíveis do protótipo. *Selecionar Modelo* permite a escolha do modelo do robô a ser utilizado em alguma atividade proposta, de acordo com a sua funcionalidade, a sua maneira de locomoção, bem como da quantidade, tipo e posição de sensores e atuadores. Este modelo tem que estar de acordo com o protótipo construído previamente. Depois que o usuário determina o tipo de robô que ele quer, o software auxilia na escolha das partes componentes possíveis para o modelo escolhido. Assim, é possível escolher a base do modelo, com o tipo de locomoção (rodas, esteiras etc.), sensores (caso existam no modelo) e o tipo de atuador. Este último depende diretamente da função do robô escolhido. Quando o modelo é escolhido, aparece descrito na tela as principais características do robô e, daí, o usuário poderá escolher uma das seguintes opções: *Controlar Protótipo*, *Programar Protótipo* ou *Executar Programa Aprendido*.

O caso de uso *Controlar protótipo* inicializa o protocolo de comunicação entre o software e o robô previamente montado, permitindo que o usuário possa comandar, posteriormente, o robô existente no mundo real. Essa comunicação é feita do computador através de uma porta infravermelho, situada em uma torre de comunicação conectada ao computador por uma porta serial e para o robô, através da recepção do sinal pelo RCX.

Quando o usuário for controlar um protótipo, existe uma opção que permite o armazenamento dos comandos executados através do controle, em um arquivo que poderá ser executado posteriormente. Essa operação é representada, justamente, pelo caso de uso *Ensinar Protótipo*. Essa opção é apresentada ao usuário de forma interativa, pois, o aluno pode escolher se quer ou

não que sejam armazenados os comandos, na hora do controle, para uma posterior execução do robô.

Quando o usuário for controlar o protótipo, em seguida ele deverá *Enviar Comando*, que é a representação no diagrama do envio de pacotes através de um protocolo de comunicação entre a torre e o RCX, com a finalidade do protótipo executar determinada ação, representada por um botão e ativada quando o usuário pressiona o botão de comando correspondente à ação. Por exemplo, botões em forma de setas poderiam representar as ações de movimentação do robô (para frente, para trás, virar à esquerda ou virar à direita).

No caso de uso *Programar Protótipo*, que pode ser escolhido logo após a seleção do modelo, o usuário deve selecionar dentre os níveis de programação existentes aquele ao qual pretende programar. O nível escolhido depende do grau de aprendizado do aluno, por exemplo, o nível 0 é o mais básico usado para iniciantes, o nível 1, é um pouco mais avançado e agrega outros conceitos de sequenciação na programação, o 2 envolve outros conceitos pouco mais avançados e assim por diante. A programação do protótipo, nos níveis mais primários, se dá através de uma linguagem visual de fácil entendimento, estando disponíveis as funcionalidades do modelo previamente selecionado. O objetivo desse caso de uso é produzir um programa para o robô selecionado, através de um conjunto de comandos visuais, dados pelo usuário, para serem posteriormente compilados. Em níveis avançados, a linguagem pode chegar a ser textual.

Se o usuário escreveu um programa e deseja verificar se há algum erro, então ele deverá *Compilar* e, vale salientar que a compilação depende do nível do programa escrito previamente. A opção de compilação, também está descrita na figura 4.1. Esse caso de uso permite que o usuário volte a programar o protótipo, caso necessário: seja por causa de um erro a ser corrigido ou quando se quer adicionar mais alguma coisa.

Quando o programa já está compilado e reparado, o usuário poderá executar a operação representada pelo caso de uso *Enviar Programa*, onde, o RCX do robô irá armazenar o programa que foi descrito previamente, a fim de executá-lo posteriormente. Nessa etapa também há a inicialização e a verificação do protocolo de comunicação, para permitir que o robô receba tal informação.

Ao falar em *Executar Programa Aprendido*, está se referindo a procurar o arquivo no qual o programa está escrito e mostrar a tela de programação no nível adequado, com o programa em questão, escrito. Este caso de uso pode aparecer em dois momentos no sistema: logo após ser escolhido o protótipo e os seus componentes, em que aparece as opções do que se deseja fazer (Controlar protótipo, Programar protótipo e Executar Programa Aprendido), ou como uma funcionalidade de programação.

Por fim, o último caso de uso *Traduzir Programa para Nível Superior* diz respeito a possível mudança de nível que um programa previamente escrito e sem erros de compilação pode ser submetido.

Essa operação, realizada pelo sistema ao comando do usuário (Figura 4.2) abre o arquivo onde o programa está em um determinado nível de programação e faz a tradução para outro

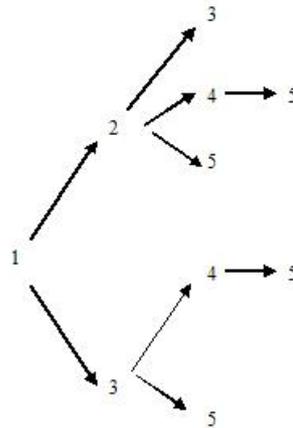


Figura 4.2: Traduzir nível de programação

nível superior, escrevendo, assim, um novo programa com as mesmas funcionalidades, porém, exposto de uma forma diferente, respectiva a esse nível. Esse caso de uso é muito útil quando um usuário “passa” de um nível para outro. Assim, ele poderá, verificar a correspondência existente entre os comandos do nível em que estava acostumado e desse novo nível de programação.

Quando, por exemplo, o programa se encontrar no nível 1 de programação, que corresponde as funções semelhantes ao controle remoto, ele poderá ser “traduzido” para o nível 2 ou 3, que correspondem, as funções semelhantes ao controle remoto com controle de fluxo e interface visual ou interface textual, respectivamente. Se o programa se encontra no nível 2 (funções semelhantes ao controle remoto com controle de fluxo e interface visual), poderá ser escrito para o nível 3 (funções semelhantes ao controle remoto com controle de fluxo e interface textual) ou para o nível 4 (funções semelhante as do Robolab - interface visual) ou para o nível 5 (funções semelhantes as do BrickOS - interface textual). Quando o programa está no nível 3 poderá ser traduzido para os níveis 4 ou 5. E, finalmente, quando está no nível 4 de programação, poderá ser escrito para o nível 5.

### 4.2.2 Diagrama de Classe

O diagrama de classe do RoboEduc seguiu, primeiramente, um modelo genérico, que representa suas entidades e a forma que interagem entre si. Tal diagrama poderá ser visto na figura a seguir.

O aluno (usuário do sistema) pode escolher o protótipo que, por sua vez, representa no sistema o robô a ser utilizado. O aluno pode escolher ou enviar um comando que será posteriormente executado pelo robô. Um comando pode classificar um protótipo, de acordo com suas funcionalidades. Um programa possui comandos e pode ser produzido, enviado ou compilado pelo aluno, para, posteriormente ser recebido e executado pelo robô. Para finalizar, o programa pertence a um protótipo específico, já que foi escrito de acordo com suas funcionalidades.

A seguir, temos o diagrama de classes mais específico, referente a implementação do sistema

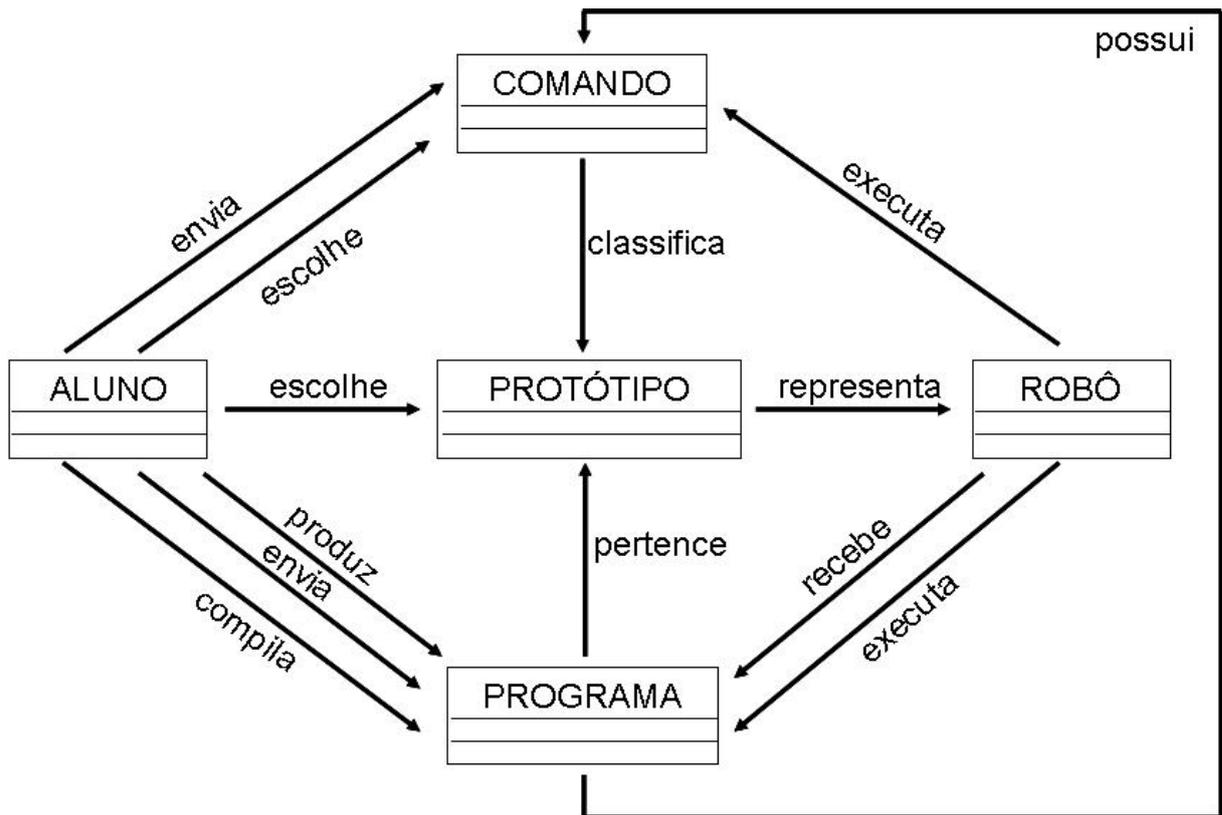


Figura 4.3: Diagrama de Classes

*RoboEduc* descrito na figura 4.4.

O diagrama de classes ilustrado foi construído pensando-se na composição do *RoboEduc* através de classes. Este diagrama representa uma visão geral dos dados através das classes principais. Cada janela do sistema foi implementada como uma classe, além da necessidade de se criar classes mais genéricas, para suportar a estrutura do desenvolvimento do software.

A classe *Janela1\_EscolheModelo* é a classe da tela inicial do nosso sistema. Ela está relacionada com a classe *Lista\_Modelos* que foi implementada de modo que é permitido percorre-la em ambos os sentidos, cada elemento desta *Lista\_Modelos* contém as informações necessárias para a tela inicial.

Já a classe *Janela2\_EscolheProtótipo* diz respeito à escolha dos protótipos referentes ao modelo escolhido. Existe uma ligação entre essa classe e a classe *Lista\_Protótipos* da mesma forma que no caso anterior.

Enfim, cada classe foi implementada de maneira tal que o eixo principal é a classe referente à janela do usuário, e está ligada com subclasses que levam a ela informações corretas. Assim, mostrando na tela todas as funcionalidades de acordo com a classe da janela. Por exemplo, só poderá existir a opção no controle de abrir e fechar a garra se o modelo escolhido tiver esse tipo de atuador, ou a opção de andar para direita, para esquerda, para frente e para trás se a base escolhida permitir a adição de dois motores e assim sucessivamente.

O Diagrama de Classe proposto visa mostrar os componentes do ambiente gráfico e a inter-

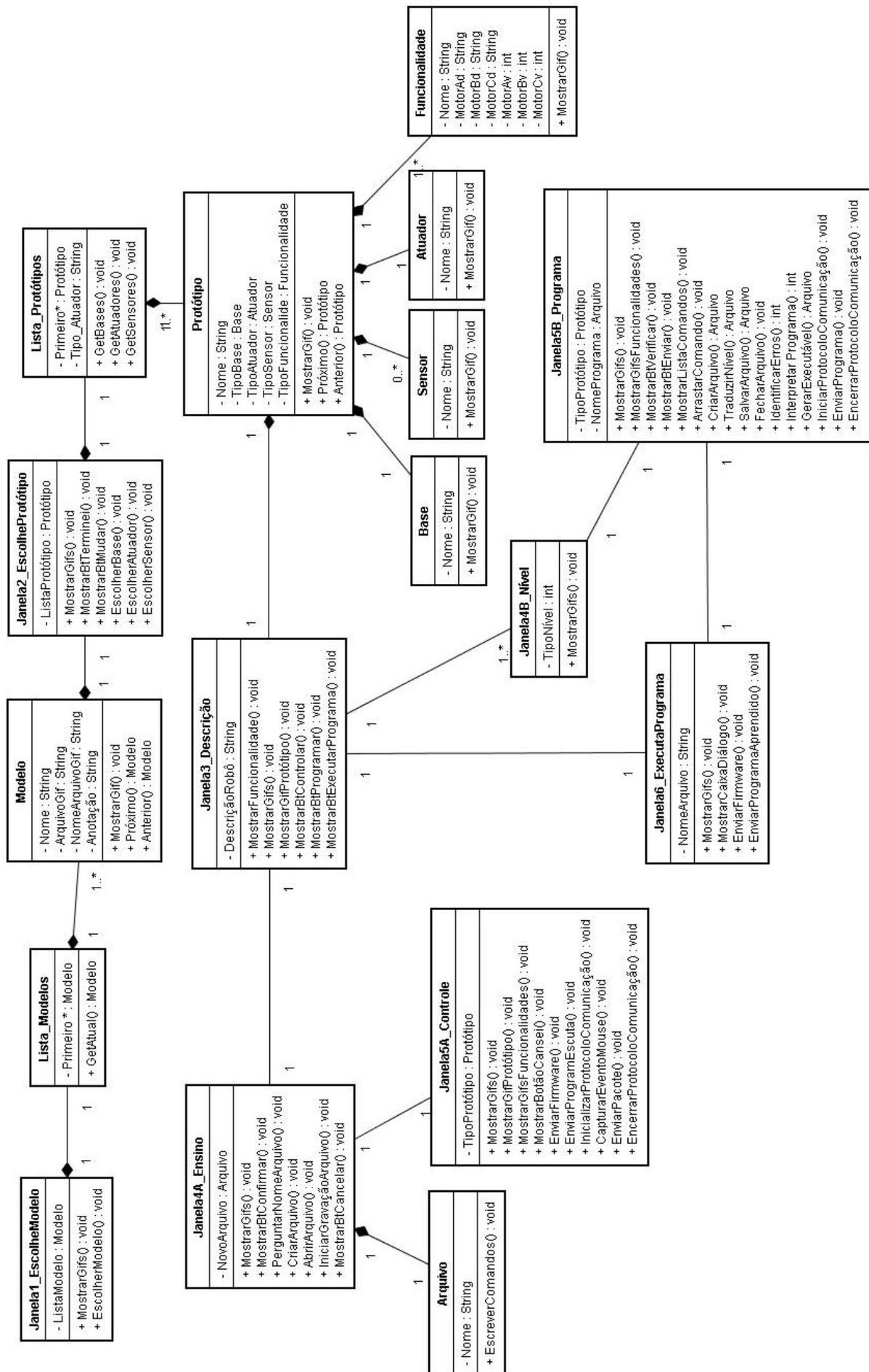


Figura 4.4: Diagrama de Classes: Visão Implementação

ação dos usuários com esse sistema.

### 4.2.3 Diagrama de Sequência

O diagrama de seqüência é mostrado na Figura 4.5 com a descrição dos objetos e das operações com relação ao tempo.

Sete objetos fazem parte do diagrama de seqüência: *Usuário*, *Modelo*, *Controle*, *Programa*, *Protótipo*, *Comando* e *Arquivo*. Dentre esses objetos, existem operações que os relacionam. Assim, esse diagrama é usado para representar o comportamento das operações, métodos (procedimentos ou funções) entre esses objetos no cenário do *RoboEduc*, descrevendo a maneira como os grupos de objetos colaboram em algum comportamento ao longo do tempo. Esse diagrama é simples e lógico, a fim de tornar óbvios a seqüência e o fluxo de controle.

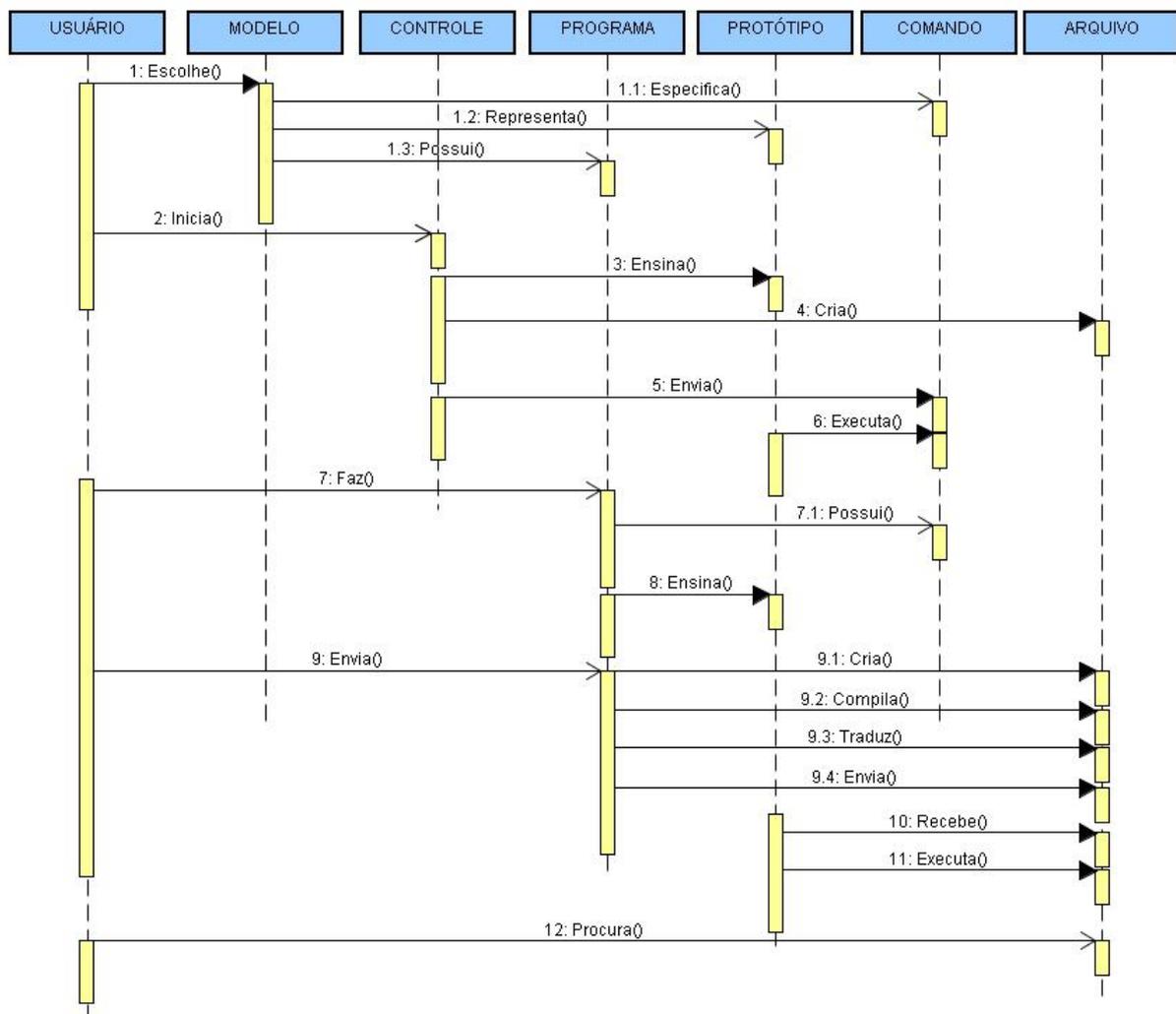


Figura 4.5: Diagrama de Seqüência

### 4.3 RoboEduc: Telas da Versão 2

Na tela principal do sistema *RoboEduc*, é disponibilizado ao usuário os modelos que foram montados previamente e com os quais pretende-se utilizar o software. Os modelos disponibilizados para a versão atual do sistema são os seguintes: robô escritor, robô carregador, robô corredor, robô segurador, robô lixeira e robô bateador.

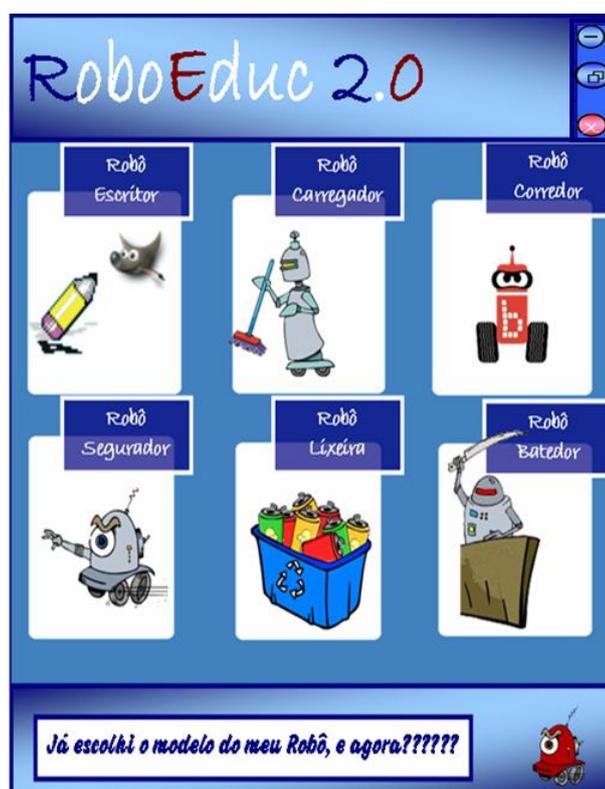


Figura 4.6: Escolha do Modelo do Protótipo

Após escolher o modelo na tela inicial (Figura 4.6), é solicitado ao usuário a escolha dos componentes existentes no protótipo montado. Isso deve ser feito especificando a maneira de locomoção bem como a quantidade, tipo e posição de sensores e atuadores. A Figura 4.7, mostrada em seguida, representa a tela que é apresentada ao usuário com a descrição do modelo escolhido, bem como com suas funcionalidades. Neste momento, pode-se escolher o que se pretende fazer: controlar o robô ou programá-lo, ou ainda executar algum programa salvo previamente. Se for escolhido *Programar Protótipo*, será iniciada uma tela onde se pode escolher o nível de programação a ser utilizado. A Tabela 4.1 mostra os níveis de programação propostos para o *RoboEduc*, incluindo as idades sugeridas de uso dos mesmos.

As faixas etárias foram escolhidas com embasamento pedagógico, de acordo com as oportunidades de aprendizado exploradas pelos alunos. Assim, o ideal é que a criança comece a utilizar o software a partir dos cinco anos, com o controle do robô, o que não impede que uma criança mais velha possa começar a interagir com o software desde as primeiras funções. Porém, a idéia é que, a partir dos sete anos, aluno comece a ter noção dos níveis de programação

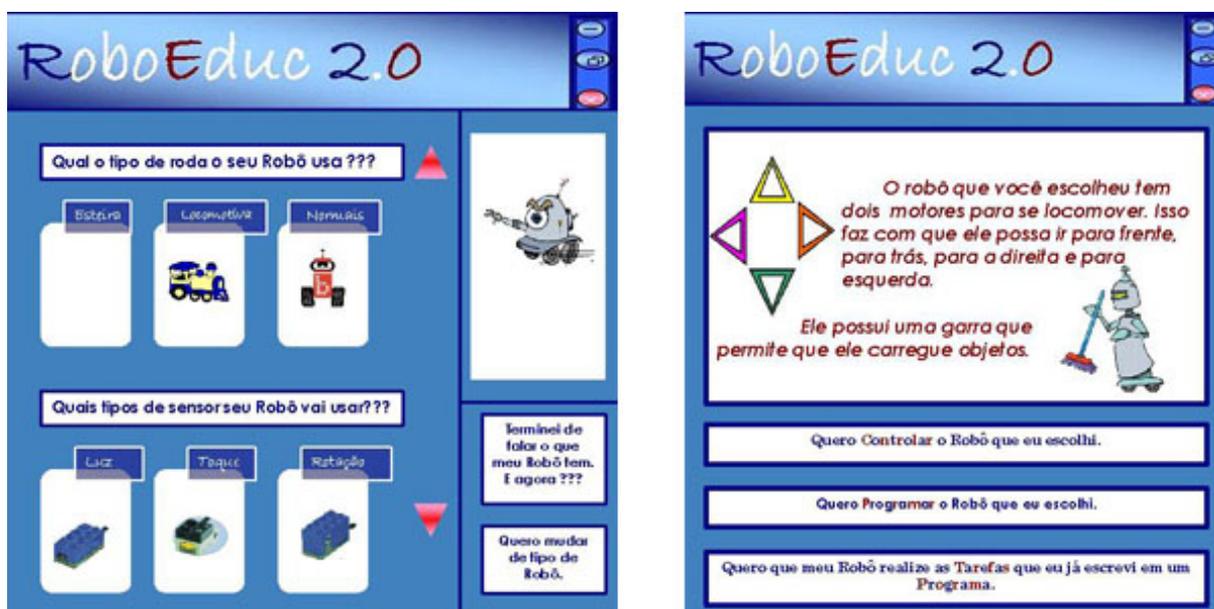


Figura 4.7: Escolha dos Componentes e Apresentação das Funções

Nível	Funções	Interface	Idade
0	Funções semelhantes as do controle remoto	Não há	5 a 7
1	Armazenar comandos do controle remoto	Visual	7 aos 9
2	Funções semelhantes as do controle remoto com controle de fluxo	Visual	8 aos 10
3	Funções semelhantes as do controle remoto com controle de fluxo	Textual	8 aos 11
4	Funções semelhantes as do Robolab	Visual	10 aos 12
5	Funções semelhantes as do Brickos	Textual	10 aos 12

Tabela 4.1: Tabela referente aos níveis de programação do *RoboEduc*

existentes.

A Figura 4.8 mostra a tela para escolha do nível desejado. Vale salientar que, caso seja escolhido o nível 0, o programa irá para a tela de controle. Basicamente, neste nível, o sistema armazena os comandos executados em um arquivo. Daí, não existir uma interface própria. A seguir, apresentamos uma descrição das funcionalidades existentes em cada nível.

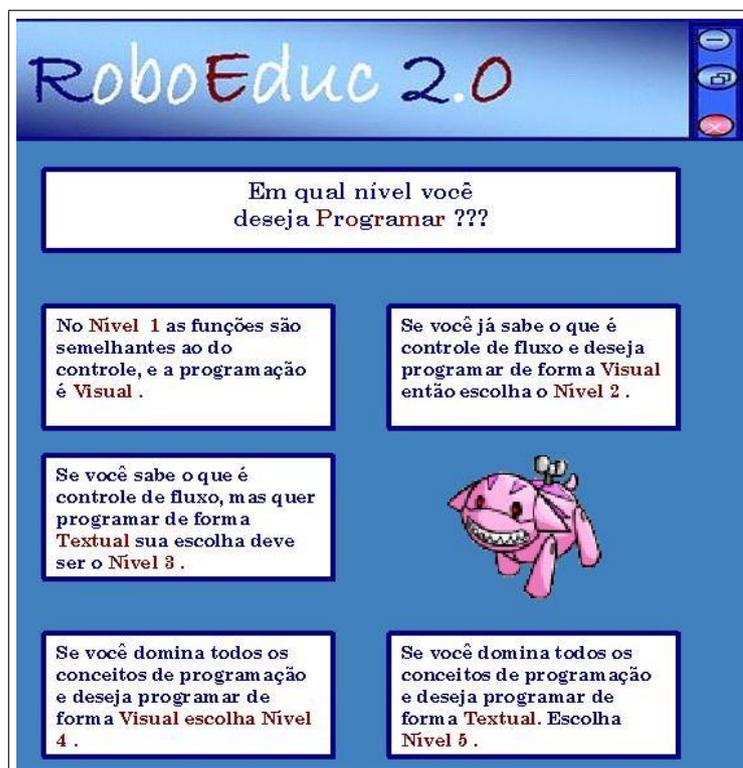


Figura 4.8: Escolha do nível de programação

- Nível 1: Enviar programa, Subir Nível, Salvar, Carregar, Cansei
- Nível 2: Enviar programa, Subir Nível, Salvar, Carregar, Cansei, Verificar programa
- Nível 3: Enviar programa, Compilar, Traduzir, Inserir comandos, Salvar, Carregar, Cansei, Utilidades do editor de Texto
- Nível 4: Enviar programa, Compilar, Debugar, Traduzir, Inserir comandos, Salvar, Carregar, Cansei, Utilidades do editor de Texto, Botões dos Comandos de programação agrupados por categoria
- Nível 5: Enviar programa, Compilar, Debugar, Traduzir, Inserir comandos, Salvar, Carregar, Cansei, Utilidades do editor de Texto

Um exemplo de programação no nível 1 é mostrado na Figura 4.9. Os botões de comando podem ser ordenados em seqüência, através do mouse (clique e arrastar). Além disso, deve ser estipulado o tempo para que o robô possa executar cada comando. Convém ressaltar que este nível e os superiores, apesar de formulados e propostos neste trabalho, deverão ser implementados em versão posterior do *RoboEduc*.

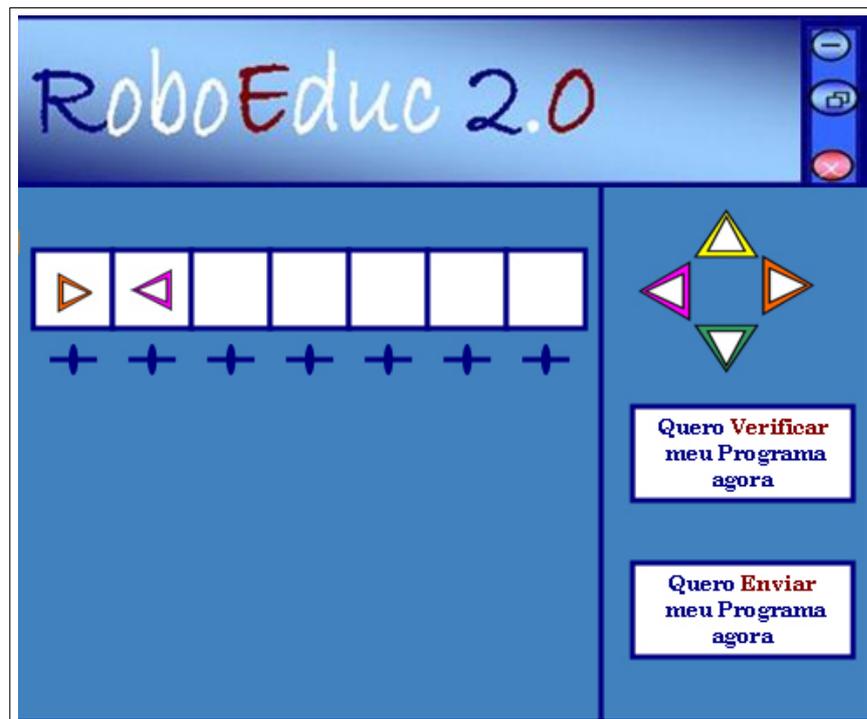


Figura 4.9: Exemplo de Programação Nível 1

Se na tela do modelo apresentado o usuário escolher controlar o robô, o protocolo de comunicação é inicializado, sendo o responsável pela transmissão das instruções do computador para o robô. Assim, quando o usuário pressiona um botão de comando na tela do programa executando num micro-computador, referente à ação a ser executada pelo robô, é enviada uma mensagem para o robô através desse protocolo. Na figura 4.10, temos uma tela de controle, com os botões, representados por setas, correspondentes aos comandos.

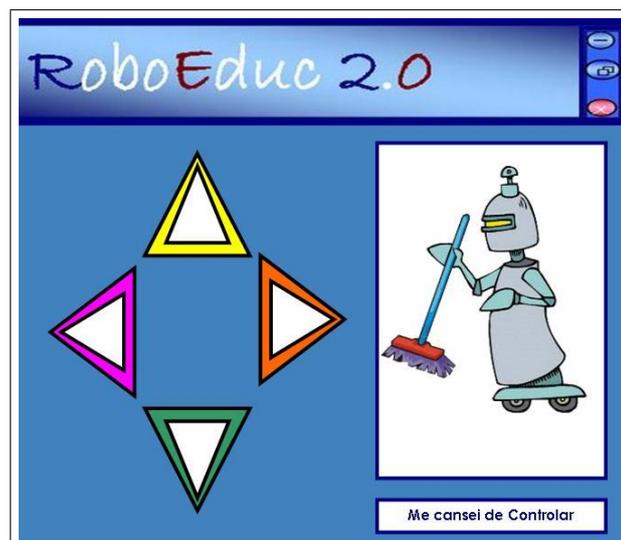


Figura 4.10: Exemplo de Controle: 4 ações

Caso o usuário esteja controlando o protótipo, deverá existir também uma opção que permite o armazenamento dos comandos executados através do controle, em um arquivo que poderá ser executado posteriormente. Essa opção é apresentada ao usuário de forma interativa, por meio de uma tela em que o usuário escolhe se quer ou não ensinar o robô na hora do controle (Figura 4.11). Esse “aprendizado” do robô corresponde ao nível 0 de programação.

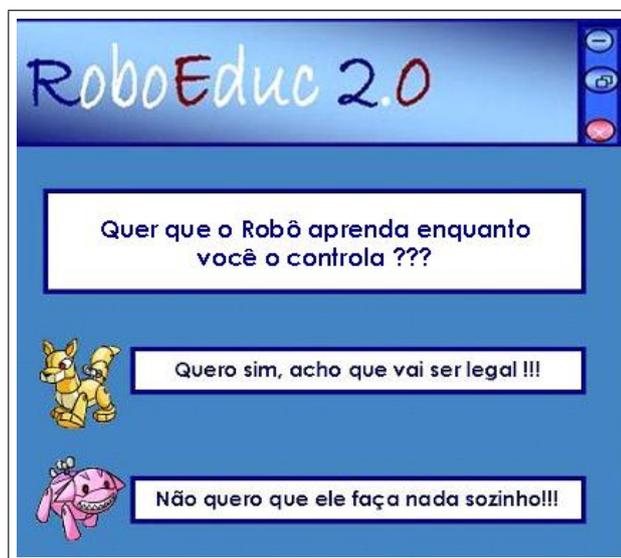


Figura 4.11: Ensinar o Protótipo: escolha do usuário  
*RoboEduc*

Se o usuário quiser abrir um programa já existente, ele poderá procurar um arquivo, o qual possui o conjunto de passos escritos e, posteriormente, ser mostrado na tela de programação no nível adequado (Figura 4.12).

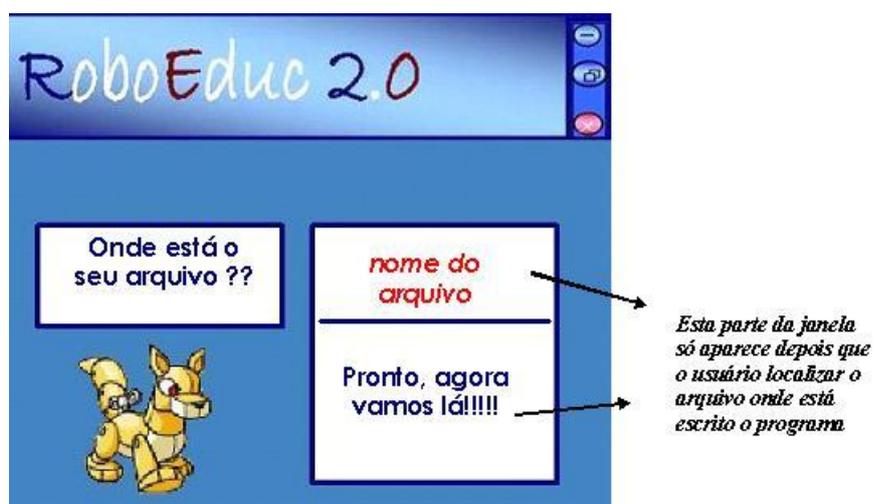


Figura 4.12: Procurar programa a ser executado

## 4.4 RoboEduc Implementação

Falando da comunicação feita entre o RCX e o computador, esta é viabilizada pela porta USB, graças a API implementada pelo laboratório *Natalnet-DCA*, utilizada na implementação do software *RoboEduc*.

Uma vez conhecida a modelagem do sistema, e de posse dessa API, o próximo passo foi a implementação das classes utilizando o QT. Nessa parte, fomos auxiliados por uma aluna de graduação, bolsista de iniciação científica no projeto *RoboEduc* (Marcela Santos). Nesta fase de implementação, nossa principal colaboração foi então definir e passar os principais requisitos e especificações do sistema a ser implementado e ajudar também nos trabalhos a serem desenvolvidos para tal. Isso gerou inclusive um trabalho de final de curso (SANTOS 2006) do aluno em questão. Posteriormente, outro aluno de graduação (Renata Pitta) assumiu essas implementações, inclusive refazendo as especificações, a partir do protótipo inicial, por nós desenvolvido. Esse trabalho posterior gerou outro trabalho de final de curso (BARROS 2008).

As interfaces de usuário foram construídas utilizando a linguagem de programação C++ e a biblioteca de elementos visuais QT, junto com a linguagem de marcação extensível (eXtensible Markup Language: XML) para as interfaces com o usuário e o BrickOS para as interfaces com os protótipos. Essa implementação foi realizada por um aluno de Iniciação Científica, cujos detalhes fogem ao escopo deste trabalho.

O XML é usado para dar ao software desenvolvido a capacidade de expansão automática. Isto é, o sistema não terá que ser compilado novamente ou modificado na hora de acrescentar protótipos, além disso um usuário (neste caso um professor) poderá fazer esta tarefa com muita facilidade.

```
***
<modelo nome = 'carregador'>
  <gifNome>gifNomeCarregador.jpg</gifNome>
  <descricao>Esse tipo de modelo é usado para ser aplicado em uma atividade, na qual se conduza uma carga.</descricao>
  <gif>Carregador.gif</gif>
</modelo>
***
```

Figura 4.13: Arquivo XML - Definição dos modelos

As funcionalidades, modelos e protótipos são especificados utilizando XML. Esta especificação tem que incluir as principais características e o endereço onde se encontram as imagens (formato GIF) que representam as diferentes partes dos protótipos, os modelos e as funcionalidades, como apresentado na Figura 4.13. Quer dizer que um usuário, como um instrutor, poderá também personalizar as imagens dos diferentes elementos do software. Os elementos visuais das telas mostradas anteriormente que representam modelos, componentes dos protótipos, protótipos construídos e as suas funcionalidades são carregados em tempo de execução tomando em consideração a informação contida nos arquivos XML do software.

O software carrega automaticamente os elementos contidos nos arquivos XML. Por exemplo, no caso das funcionalidades, o código XML deve incluir o nome que é um identificador único para o software, além disso deve incluir a imagem que representa o mesmo e como os motores serão acionados, isto é, se os motores vão para frente, ou de ré ou ficam parados.

```
...
109
110
...
...
73
74
75
76
77
78
79
...
estruturas auxiliar;
QList<estrutura> list;

struct estrutura
{
    QString nome;
    QString endnome;
    QString descricao;
    QString endgif;
};
```

Figura 4.14: Trecho de código- Definição de Estrutura

Como este mecanismo extrai as informações do XML e as coloca em uma árvore na memória, foi escolhida uma classe existente no QT para armazenar estes dados: a *QList*. Dessa forma, foi feita uma estrutura com os campos necessários, e então o tipo da lista foi definido como o tipo desta estrutura. Na figura 4.14 podemos ver o trecho de código que mostra essa definição.

Todas as classes do sistema *RoboEduc* que contém arquivos de imagem (do tipo *GIF*) foram feitas dessa forma, ou seja, os arquivos *GIF* “aparecem” no ambiente gráfico através da manipulação de arquivos XML pelo QT. Isso tornou o sistema bastante dinâmico e permitindo expansões facilmente implementáveis.

No sistema proposto neste trabalho, o *RoboEduc*, foram implementadas os arquivos XML necessários à execução dinâmica do programa, bem como as telas iniciais, a tela de controle e, como citado acima, está em fase de desenvolvimento o nível um de programação.

---

## Capítulo 5

# Experimentos e Resultados

---

O projeto *RoboEduc*, desde o início, tem como foco principal o ensino tecnológico e, como público-alvo, as crianças digitalmente excluídas. Para este propósito, estabelecemos um convênio com uma escola do ensino fundamental que poderia ter em seu quadro discente alunos com o perfil procurado, para ser o nosso *laboratório interativo* do projeto. Dessa forma, escolhemos a Escola Municipal Professor Ascendino de Almeida, situada na zona sul (periferia) da cidade de Natal, RN, Brasil, para abrigar as oficinas de robótica deste projeto, com a participação de alguns dos seus alunos. As oficinas foram realizadas nesta escola desde março de 2006.

### 5.1 Questionamentos Iniciais

Antes do início das atividades foi proposto um questionário, a título de pesquisa, tanto para o corpo docente da escola como para os alunos. Com a finalidade de sabermos as expectativas e opiniões relativas ao Projeto de modo geral (análise prévia) e as observações feitas na primeira oficina (análise da oficina), o questionário nos proporcionou uma direção, traçar os objetivos juntamente com os principais interessados e, ao término do período letivo, podíamos ter uma base para comparar e validar positivamente as oficinas. O mesmo questionário também possuía outra parte para analisar a primeira oficina, assim, Os questionários prévios dos alunos e dos professores encontram-se em anexo nos apêndices A e B, respectivamente.

Mediante as possibilidades apresentadas pela proposta de Inclusão Digital usando Robôs, na Escola Municipal Professor Ascendino de Almeida, nosso sistema avaliativo foi elaborado com a finalidade de avaliar os alunos participantes das oficinas de robótica pedagógica de uma forma contínua com dados qualitativos, tomando-se por base que cada aluno possui interesses e ritmos de aprendizagem distintos e que a robótica insere-se nesse universo como forma de motivar esses alunos para aprendizagem.

As avaliações também foram efetuadas por meio de entrevistas com as professoras dos alunos participantes das Oficinas, com a Diretora da escola sede do projeto e com as monitoras das oficinas de robótica educacional, com o intuito de conhecer os problemas decorrentes do cotidiano da sala de aula e das oficinas, com o objetivo de contorná-los, bem como desven-

dar os avanços ocasionados após a inserção da robótica na escola, levando basicamente em consideração aspectos comportamentais e de conteúdo.

Com base nos dados colhidos por meio das entrevistas percebemos que tanto as professoras dos alunos participantes das oficinas quanto a diretora da instituição ficaram sa-tisfeitas com a implantação do Projeto na escola, devido aos benefícios que o mesmo proporcionou. As professoras e a diretora afirmam que o Projeto possibilitou a essas crianças o contato com a tecnologia, mundo até então desconhecidos pela grande maioria deles. De acordo com a diretora da instituição de ensino, este Projeto é de fundamental importância, principalmente por que se trata de alunos carentes no sentido amplo da palavra, os quais não têm muitas vezes acesso aos meios tecnológicos mais comuns, citando eletrodomésticos como televisão, telefone e geladeira, por exemplo. Ainda de acordo com a diretora, esse Projeto veio a desenvolver até a questão cognitiva dos alunos participantes. Por meio de entrevista com as professoras, elas revelaram que após a entrada da robótica na vida desses alunos, eles se tornaram mais atentos, melhoraram o raciocínio lógico e, segundo uma das professoras entrevistadas, os alunos participantes ficaram mais responsáveis e comprometidos com as atividades em sala de aula.

Continuando com as entrevistas, nos foi declarado que as crianças participantes do Projeto são alunos com dificuldades na aprendizagem, com baixa concentração em sala de aula e alguns com repetências seguidas. A diretora expôs que essas crianças foram escolhidas criteriosamente, pois a comunidade escolar apostou na robótica como atividade motivadora para a aprendizagem desses alunos e a mesma afirma que houve resultados significantes.

Também, o corpo docente foi questionado sobre a imagem que elas possuem acerca do Projeto, ambas foram unânimes em dizer que houve um certo “encantamento” com relação ao Projeto, principalmente depois que o conheceram e puderam constatar que as crianças executaram o que estavam aprendendo, pois, havia uma ligação entre a teoria e a prática, assim o conhecimento não iria ser transmitido de forma abstrata e subjetiva, mas sim, concretamente e de acordo com realidade daqueles alunos.

Por fim, houve um questionamento sobre as expectativas futuras quanto ao Projeto de Inclusão Digital com Robôs. Não houve dúvidas em relação ao interesse da continuidade do Projeto na escola e isso nos aponta que a robótica realmente se inseriu como um recurso eficiente e facilitador no processo de ensino-aprendizagem desses alunos.

Essa avaliação nos mostra a visão de pessoas externas ao Projeto, porém, colaboradoras da instituição de ensino onde o mesmo desenvolveu-se. As professoras puderam acompanhar o avanço dos alunos inseridos nas oficinas dia a dia, no cotidiano aprendizado da sala de aula. Isso é muito significativo para nós, pois temos assim, a resposta sobre a eficácia desta ferramenta no ambiente escolar através das pessoas que mais conhecem esses alunos, com suas dificuldades, podendo identificar a melhoria do seu desempenho.

## 5.2 Sistema Avaliativo

Durante todo o ano de 2006, participaram do projeto cerca de vinte e quatro crianças (12 meninos e 12 meninas), do quarto e do quinto anos do Ensino Fundamental. O esta-belecimento de critérios para a escolha dessas crianças ficou a cargo da escola, tendo sido, posteriormente, nos revelado: o corpo docente escolheu, dentre todos os alunos, principalmente os que tinham dificuldade de aprendizado, falta de atenção e se mostravam dispersos em sala de aula. Convém ressaltar que, no fim do referido ano, foram observadas melhoras significativas no comportamento social desses alunos dentro e fora das salas de aula, segundo pesquisas realizadas junto ao corpo docente. Essa melhoria também foi observada no decorrer das oficinas realizadas, com a desenvoltura dos alunos diante das atividades propostas.

Em 2007, foram escolhidas 18 crianças (9 meninos e 9 meninas), cujo critério para a escolha dos mesmos foi diferenciado. Juntamente com as professoras do quarto e quinto ano foram selecionados tanto alunos que possuíam grande dificuldade de aprendizado e socialização como os que tinham muita facilidade nesses aspectos. Com essa turma mais “heterogênea”, foi perceptível um avanço significativo no quesito colaboração, pois, os alunos que possuíam uma maior capacidade de assimilação ajudavam os colegas quanto ao conteúdo.

Assim, foi desenvolvido um sistema avaliativo pela pedagoga kynara Aglaé Rodrigues Santos da Silva, que participou desse projeto desde o início, com o objetivo de analisar aspectos relacionados ao comportamento, à interação, à participação nas atividades, à integração com o grupo, à criatividade e à assimilação dos conteúdos passados de robótica e informática, bem como, conteúdos de outras disciplinas, relacionados às atividades desenvolvidas, por meio de um trabalho interdisciplinar.

Durante as oficinas as crianças foram divididas em grupos de seis alunos e a avaliação foi feita tanto individualmente, como também do grupo como um todo. Os aspectos citados acima foram analisados pelas monitoras ao final de cada oficina, sendo observados o desempenho do grupo, com base na avaliação individual, qualificando-o como regular, bom ou ótimo. Havia um espaço para comentários, no qual eram relatados tanto as dificuldades encontradas por cada monitora na realização da oficina, seja de ordem técnica ou de transmissão de conteúdos, como o avanço (ou não) de determinados alunos. Esta análise final nos revelou com mais propriedade os problemas encontrados na realização das aulas e, a cada nova atividade, toda a equipe empenhava-se na busca por melhorias. O modelo do nosso sistema avaliativo encontra-se no Apêndice C.

No decorrer das atividades, sentimos a necessidade de conhecer mais a fundo os estudantes participantes do projeto. Partindo deste princípio, a pedagoga Akynara formulou mais dois questionários, ambos a serem respondidos pelas professoras dos alunos participantes das oficinas. O primeiro era um “questionário diagnóstico”, que consistia em relatar as principais características comportamentais e cognitivas dos alunos, para sabermos exatamente a personalidade de cada criança participante das oficinas. O segundo era mais aberto, onde a professora po-

dia descrever as observações e mudanças na atitude dos alunos. Estas avaliações (Anexo D) tiveram um retorno muito positivo, pois, assim, foi possível trabalhar as principais dificuldades dos alunos, tanto referente ao relacionamento interpessoal, como à assimilação dos conteúdos abordados.

Podemos citar casos de alunos muito tímidos, que evitavam se relacionar com os colegas e, ao fim do ano já se mostravam bastante integrados às atividades, tendo até a “co-ragem” de atuarem em peças teatrais, o que antes, era considerável uma tarefa impossível para eles, tamanha a timidez. Em outros casos, alunos que tinham grande dificuldade de concentração mostraram uma melhoria, com o aumento de interesse nos assuntos abordados em sala de aula. Outras crianças eram consideradas “bagunceiras” pelos colegas e, no entanto, conseguiram obedecer regras, agir em harmonia com o grupo, para atingir os objetivos propostos, aprimorando, assim, o lado da socialização amigável.

### 5.3 Atividades realizadas

Os experimentos realizados ao longo desta pesquisa foram de extrema importância, tendo o software desenvolvido sido utilizado nessas atividades de robótica pedagógica, na referida escola. As atividades foram planejadas por um grupo multidisciplinar do Laboratório Natalnet, UFRN, composto por estudantes de graduação do curso de Engenharia de Computação e incluindo também uma aluna do curso de Pedagogia, cujo trabalho final de curso relacionou-se ao tema, além de mestrandos e doutorandos.

A idéia consistia em separar as crianças em grupos, tendo em cada grupo um instrutor responsável pelo andamento das atividades. Logo nas primeiras oficinas, os alunos se familiarizam com o uso do computador (aprendendo noções de informática e a manipular o *mouse* e o teclado) e, principalmente, com a tecnologia Lego, através da manipulação dos kits *Legó Mindstorms*. Assim, eles passam a conhecer as peças componentes dos kits e suas principais funções. Posteriormente, aprendem a construir robôs baseados em manuais e sempre com o auxílio do instrutor, sendo que um novo protótipo é construído a cada nova oficina. Assim que um grupo termina a montagem do robô proposto, são passadas as atividades práticas a serem realizadas no dia, com utilização do respectivo robô construído.

A partir do momento em que os alunos já se mostram bastante familiarizados com a tecnologia Lego, para cada oficina, montando os robôs propostos, eles passam a trabalhar com o *RoboEduc*, pois, cada grupo precisa montar o seu protótipo para poder controlá-lo do computador, através de uma torre que envia os comandos ao robô por raios infravermelhos, a fim de concluir os objetivos propostos em cada tarefa. Daí a vantagem: são apresentados, ao mesmo tempo, conceitos de computação e de robótica, além de outros assuntos, componentes das atividades em questão, como Matemática, Geografia e Português, por exemplo, promovendo a interdisciplinaridade.

Dessa maneira, o principal diferencial do RoboEduc para os softwares deste gênero exis-

tentes no mercado, é que as crianças se tornam capazes de controlar e/ou programar os robôs de forma eficiente, sem precisar conhecer técnicas avançadas de programação. A interface amigável, com o novo modelo de armazenar comportamentos, para serem executados posteriormente, facilita o entendimento dos conceitos básicos de programação e robótica. Se mostra, assim, diferente dos softwares já existentes hoje em dia, que são baseados simplesmente em programação visual.

Inicialmente, utilizamos um modelo de robô com uma garra horizontal, como pode ser visto na figura 5.1, que seria utilizado em diversas oficinas, com objetivos específicos, dependendo da atividade.

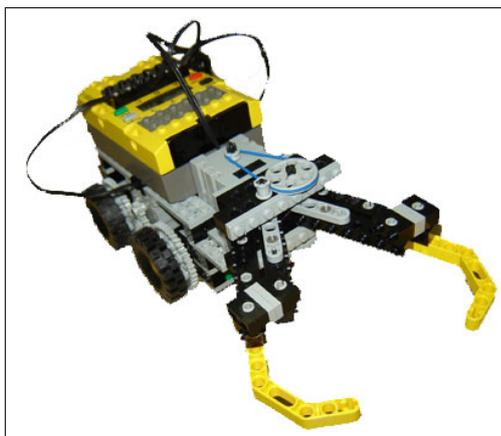


Figura 5.1: Robô com Garra Horizontal

Uma das atividades realizadas foi o *Mini-Circuito*, na qual as crianças deveriam controlar os protótipos, com seis movimentos disponíveis: ir para frente, ir para trás, virar à esquerda, virar à direita, abrir garra e fechar garra. Assim, foi possível montar um circuito em formato hexagonal, onde existiam seis copos enumerados (cada um correspondente ao componente do grupo) e dispostos inicialmente na parte externa do hexágono. O objetivo desta tarefa era controlar o robô a fim de pegar os copos com a sua garra, um a um, e organizá-los em seus locais correspondentes no centro do hexágono 5.2. Os alunos, adquiriram noções de rotação e reforçaram os conceitos de distância, bem como aprenderam as seis funcionalidades do robô, citadas anteriormente.

Foi realizada outra atividade para promover a interdisciplinaridade, usando o mesmo robô. No contexto, o robô iria visitar uma feira de produtos. O objetivo desta tarefa era colocar problemas matemáticos a serem resolvidos pelos alunos, porém, numa abordagem diferente dos problemas vistos em sala de aula. Assim, existiam seis problemas a serem resolvidos pelos grupos e, a resposta seria dada pelo robô, com o auxílio do RoboEduc, através de cubos cujas faces continham números, ou seja, o robô iria colocar a resposta correspondente do problema em local apropriado. Os alunos demonstraram uma maior intimidade com os números pela tarefa parecer uma “brincadeira” para a maioria, o que, muitas vezes, não acontecia em sala de aula, ao se depararem com problemas matemáticos efetivos. No apêndice C, encontram-se modelos dos planos de aula.



Figura 5.2: Mini Circuito

Falando em interdisciplinaridade, foi proposta uma atividade em que as crianças pudessem resolver pequenos problemas de Português, com o auxílio do *RoboEduc*. Para isto, os monitores expuseram os questionamentos, fazendo com que os alunos lessem a atividade e pudessem responder os problemas. Cada grupo, ao final, ficou responsável para montar, usando cubos de papel coloridos uma letra do nosso alfabeto. Assim, o robô com garra, dotado dos seis movimentos citados anteriormente e controlado pelo *RoboEduc*, pegaria um cubo por vez e iria montar a letra correspondente. Com essa atividade, foi percebida uma considerável melhora do comportamento dos alunos com relação ao grupo, já que, eles tinham que pensar em conjunto para resolver os problemas de Português.

Outra atividade foi realizada, usando ainda o mesmo robô da Figura 5.1. O objetivo era reforçar os conceitos de robótica, demonstrando as principais partes componentes de um robô, com a tecnologia Lego. Assim, os monitores exploraram tais conceitos, utilizando os kits Lego Mindstorms. Posteriormente, para avaliação e reforço dos conteúdos de robótica já apresentados, em formas de perguntas “o que é, o que é?” as crianças iriam adivinhar, de acordo com as dicas existentes nas perguntas, qual parte do robô correspondia a resposta, do respectivo questionamento.

As crianças eram desafiadas primeiramente a completar as palavras no papel, sendo avaliada a grafia correta das palavras e, depois, dessa etapa as crianças completavam a palavra-cruzada no computador, produzida em uma planilha, onde foram passados conceitos de informática. A figura 5.3 mostra a *Palavra-Cruzada* que foi feita no computador e foi utilizada nesta oficina. Já a figura 5.4 retrata a palavra-cruzada física.

Ao término de cada pergunta (seis no total), os alunos teriam que controlar o robô com garra, usando o *RoboEduc*, para preencher os quadrinhos de uma palavra-cruzada montada

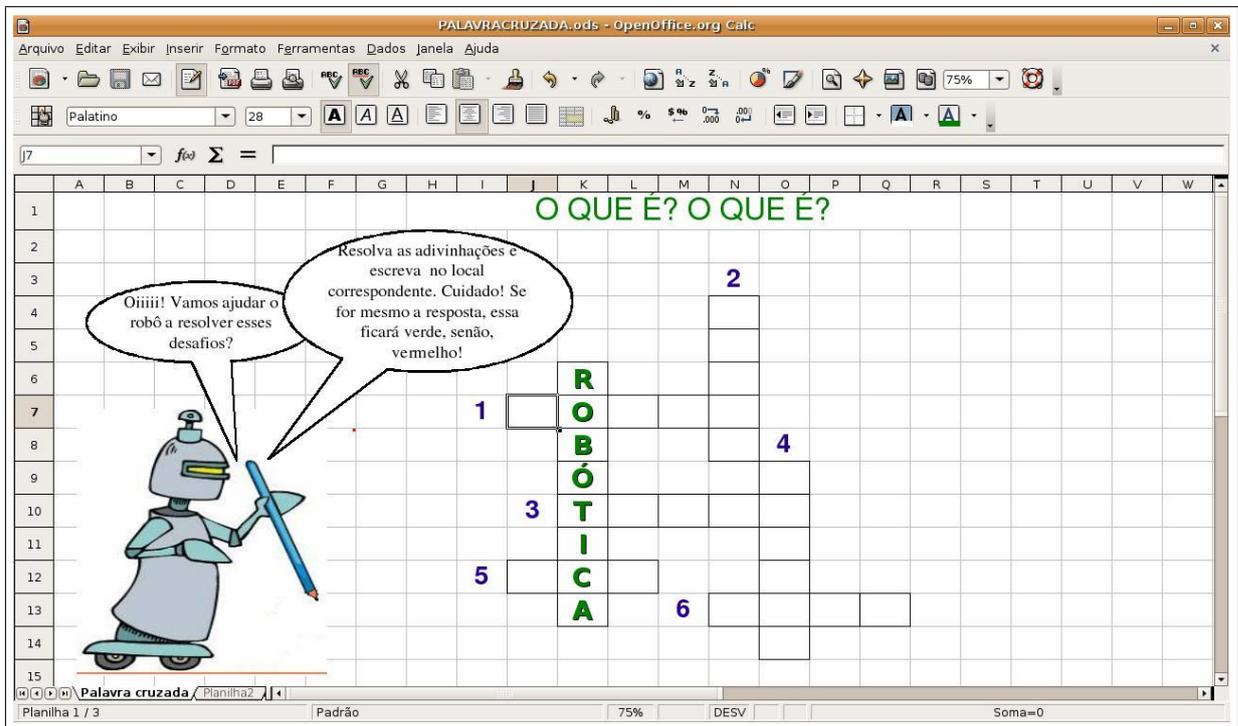


Figura 5.3: Palavra-Cruzada no computador



Figura 5.4: Experimento 02 - Palavra-Cruzada

previamente. As letras, disponibilizadas em cubos coloridos, eram colocadas, uma a uma, no quadro correspondente formando a palavra. A palavra-cruzada 5.4 era composta de uma palavra chave “Robótica” colocada inicialmente e, no final, mais seis palavras montadas pelos alunos, correspondendo a cada resposta. A execução deste experimento pode ser visto na seqüência da figura. Em anexo (Apêndice E) encontra-se o modelo do plano de aula para esta oficina das palavras-cruzadas.

Após essas atividades, foi proposto um robô com uma garra que possuía grau de liberdade na vertical. A maneira de movimentar a garra foi mudada para que se pudesse atingir objetivos específicos de outras tarefas que seriam propostas para as crianças. Podemos ver o novo modelo de robô na figura 5.5.



Figura 5.5: Robô com Garra Vertical

A tarefa proposta para utilização do robô com garra vertical foi a de mostrar às crianças as diferentes partes e componentes de uma janela correspondente a um programa no computador, bem como os componentes do *Desktop*. Depois dessa fase foi montado o protótipo que pode ser visto na Figura 5.5 e com o auxílio do *RoboEduc* elas teriam que montar um *Quebra-Cabeça* (Figura 5.6) com 9 peças, correspondente à área de trabalho do computador.



(a)

(b)

Figura 5.6: Quebra-Cabeça

Cada peça do quebra cabeça era um cubo que tinha uma alça na parte superior, na qual o

robô poderia encaixar a garra, levantando a peça, levando-a até o local onde ela deveria ficar e, depois, baixando-a, para deixá-la na posição desejada e assim por diante, com cada peça. Podemos ver na Figura 5.6 as crianças montado o *Quebra-Cabeça* com o auxílio do protótipo montado através do *RoboEduc*.

Outro protótipo de robô utilizado tinha como objetivo fazer marcações no chão com uma caneta. Para isso, foi montada uma estrutura de apoio no protótipo, onde pudesse ser encaixada uma caneta (ver Figura 5.7).



Figura 5.7: Robô Caneta

Para o uso deste robô foi formulada uma atividade que pudesse expor as principais cidades do estado do Rio Grande do Norte (Brasil) e suas características, com relação ao turismo, às atividades agrícolas ou extrativistas. No início da atividade, os monitores mostraram imagens, em forma de apresentação, de cada cidade em questão, expondo suas principais características. Após essa apresentação, foi mostrada um mapa, confeccionado previamente, em um material plastificado, onde cada cidade era representada por um círculo da cor correspondente, e ligadas por uma estrada fictícia. Assim, o robô com a caneta foi posicionado na primeira cidade e, o monitor falava as características para os alunos adivinharem qual delas estava sendo representada pelo círculo, onde o robô estava posicionado. Quando a resposta estava correta, um aluno do grupo colocaria uma bandeira de conquista na cidade e outro controlaria o robô com o *RoboEduc*, para ele chegar à próxima cidade (círculo), onde o monitor repetiria as mesmas ações anteriormente citadas, para os alunos “conquistarem” a nova cidade e seguirem adiante. Vale lembrar que o robô possuía uma caneta e, quando ele andava de uma cidade para outra, ele deixaria um rastro, por fazer marcações (traços) na estrada. Assim, as crianças puderam adquirir as noções de distância para as cidades em questão: quanto mais marcações entre duas

idades existissem, mais distantes elas seriam. Ao final, os alunos preencheriam uma ficha com o nome da cidade, características e distância para a próxima cidade. O objetivo da atividade era fixar os conceitos de geografia expostos anteriormente e, também, de fazer com que eles entendessem as noções de distância que existem entre as diferentes cidades.

Como atividade final para o ano letivo da oficina de robótica foi realizada uma peça teatral na qual as crianças interagem com os robôs (Figura 5.8). Um dos personagens da peça foi representado por um protótipo feito com um kit LEGO MindStorms (LEGO 2006). Os movimentos deste robô foram realizados por um aluno que o controlava remotamente por meio do software *RoboEduc*.



Figura 5.8: Peça teatral - Interação Crianças e Robôs

No caso, foi encenado um ato baseado em fato real: o ataque de Lampião e seu bando a Mossoró e a sua retirada, tendo sido ele rechaçado pela população. Assim, representar esse fato da história Potiguar promoveu aos alunos uma melhor compreensão de como tudo ocorreu. As crianças participantes não só fixaram o conteúdo, como também puderam passar aos demais colegas, a idéia de como tudo ocorreu, facilitando o aprendizado de uma maneira não convencional.

Esta peça teatral, além da participação de dois robôs, o descrito acima e um outro robô Pioneer AT também remotamente controlado, teve a participação de todos os alunos das oficinas de robótica da escola. A peça foi apresentada à todo o turno vespertino da escola, tendo sido aclamada por todos, principalmente pelos professores. Convém ressaltar que apenas 3 ensaios foram realizados, tendo as crianças entendido o contexto e realizado a peça como verdadeiros atores mirins profissionais.

O principal objetivo, além da demonstração desse fato histórico, foi apresentar para toda a escola os avanços realizados nas oficinas de robótica, naquele primeiro ano de experimentos, o qual constataram-se vários avanços no conhecimento e na intimidade dos alunos com a tecnologia.

## 5.4 Plano de Oficinas

Objetivo	Atividade	Robô
1. Avaliação inicial dos Alunos; Interação com o computador e com o kit	Apresentar o Projeto, a equipe e os alunos; Avaliar os alunos; Mostrar as partes de um computador; Usar Mouse e Teclado; Mostrar Kits - Como organizá-lo; Montagem livre	Livre - 3 modelos
2. Construir Robôs; Ligar e Desligar o computador	Desmontar robô apresentado para conhecer suas partes; Construir o robô novamente; Desmontar e arrumar o kit	Eixo único: 1 motor para locomoção
3. Apresentar conceitos de software; Comunicação entre robô e computador	Partes de uma Janela; Funcionamento da Torre de comunicação; Construir o robô; Desmontar o robô e arrumar o kit	Locomotiva
4. Apresentar o RoboEduc e seu controle remoto com uso do mouse	Ligar o Computador; Construir Robô; Controlar Robô para resolver problemas de locomoção; Desligar o computador; Desmontar o robô e arrumar o kit	2 motores para locomoção e 1 motor para a garra horizontal
5. Controle remoto do RoboEduc com uso do teclado; Conceitos de Português: Montar palavras	Ligar o Computador; Construir Robô; Controlar Robô para resolver problemas de português; Desligar o computador; Desmontar o robô e arrumar o kit	2 motores para locomoção e 1 motor para a garra horizontal
6. Controle remoto do RoboEduc; Conceitos de Matemática: Robô vai à feira	Ligar o Computador; Construir Robô; Controlar Robô para resolver problemas de matemática; Desligar o computador; Desmontar o robô e arrumar o kit	2 motores para locomoção e 1 motor para a garra horizontal
7. Controle remoto; Partes do robô com peças do kit	Ligar o Computador; Construir Robô; Resolver perguntas “O que é, o que é”; Controlar Robô para formar palavras cruzadas; Desligar o computador; Desmontar o robô e arrumar o kit	2 motores para locomoção e 1 motor para a garra vertical
8. Controle Remoto; Conceitos de Geografia: Robô vai conhecer pontos turísticos	Ligar o Computador; Construir Robô; Apresentar cidades e pontos turísticos; Apresentar Mapa; Controlar Robô para percorrer o mapa; Desligar o computador; Desmontar o robô e arrumar o kit	2 motores para locomoção e uma caneta para traçar o percurso
9. Controle Remoto; Conceitos de Ciências: Robô Astronauta	Ligar o Computador; Construir Robô; Apresentar o sistema solar e seus planetas; Controlar Robô para percorrer planetas; Desligar o computador; Desmontar o robô e arrumar o kit	2 motores para locomoção e uma caneta para traçar o percurso
10. Peça Teatral	Alunos e Robôs (controlados por alunos) vão encenar um “Casamento Matuto”	Robôs com 2 motores para locomoção e 1 motor para a garra horizontal

Tabela 5.1: Tabela referente ao Plano de Aula Semestral das oficinas de robótica

Na tabela a seguir (5.1) são mostradas as principais atividades, seus objetivos, conteúdo, tipo de robô utilizado e o grau de dificuldade da realização da tarefa. Assim, temos o conteúdo programático para o primeiro semestre, em um conjunto de 10 oficinas.

Vale salientar que ao fim de cada oficina, os alunos levavam o dever de casa, que consistiam em exercícios para fixar os conceitos teóricos abordados. Assim ao início de cada oficina era feita uma revisão dos conteúdos trabalhados nas oficinas anteriores.

---

# Capítulo 6

## Conclusão

---

Neste trabalho, propomos a especificação de um software para o ensino de robótica, para crianças digitalmente excluídas, por ser de fácil utilização: o *RoboEduc*. Os diagramas de caso, de seqüência, de classes e de colaboração fizeram parte deste trabalho. O sistema foi parcialmente implementado (nível 0) durante esta pesquisa, por alunos de iniciação científica do Laboratório Natalnet, usando várias tecnologias, tanto de hardware (*kits* Lego) como de software (C++, Qt, XML, BrickOS). Estamos propondo um novo conceito de programação, com uma maior abstração, onde crianças digitalmente excluídas possam utilizar a metodologia envolvendo o software e conteúdos educacionais para efetivamente programarem os robôs.

Conforme mostrado nos experimentos realizados, devido à sua interface amigável, o *RoboEduc* vem se mostrando bastante atrativo às crianças e, assim, os conceitos propostos a serem ensinados, estão realmente sendo transmitidos nas atividades das oficinas de robótica que compuseram os experimentos. Os comandos possuem um alto nível de abstração, a fim de serem entendidos pelos alunos.

Ainda com base nos resultados dos experimentos realizados, pudemos aferir que este software se mostrou melhor e mais indicado à faixa etária considerada (crianças dos oito aos dez anos) se comparado com os outros ambientes de robótica educacional existentes no mercado. A realização dos experimentos vem comprovando que os objetivos do projeto *Inclusão Digital Usando Robôs* estão sendo alcançados devido às mudanças comportamentais e de aprendizado de modo geral, perceptíveis em cada aluno e através das entrevistas realizadas com o corpo docente da escola. Os principais pontos mencionados foram: a evolução no que diz respeito ao raciocínio lógico e a melhoria da maneira que as crianças trabalhavam em grupo. Um ponto se mostrou surpreendente é que os alunos participantes do projeto, multiplicaram o conhecimento, divulgando o que tinha aprendido nas oficinas, despertando um grande interesse por parte dos outros alunos.

Assim, como contribuição deste trabalho fica a arquitetura inicial do software, do qual participamos ativamente na elaboração, com a definição de todos os diagramas, necessários à especificação mais formal do sistema. Do sistema cuja arquitetura foi proposta neste trabalho, foram implementadas as telas iniciais, o controle do protótipo e o nível 1 de programação. Como trabalho futuro, a ser desenvolvido, fica a melhor formatação e implementação dos de-

mais níveis de programação, e a produção de novos arquivos XML, para a adição de outros protótipos, tarefa essa que se tornou bastante simples devido a arquitetura utilizada.

Outra grande contribuição, considerada a principal delas, é a realização das oficinas, com o envolvimento dos professores e dos alunos. As crianças envolvidas, além de aprender conceitos de computação e robótica, puderam abrir seus horizontes com relação ao seu futuro profissional, devido a convivência com as tecnologias envolvidas, antes inacessíveis.

A partir deste trabalho inicial, com a implementação do protótipo do *RoboEduc*, pudemos notar que várias melhorias serão necessárias, inclusive com possibilidades de modificação estrutural no sistema. Assim, novos desenvolvimentos serão necessários visando reformular a nossa proposta, de acordo com os objetivos definidos inicialmente no projeto *RoboEduc*, no qual colaboramos de maneira efetiva, acima referenciado. Tudo que pudemos aferir é que esta área provê uma colaboração social imensa a uma camada da população ainda excluída. Assim, vários esforços serão feitos no sentido da adoção de estratégias similares junto aos governos municipal, estadual e federal. Ainda, contatos com escolas da rede particular estão sendo realizados a fim de levar esta tecnologia nova às séries iniciais, a estas escolas.

---

## Referências Bibliográficas

---

- ABNT, NBR 13596 (1996), 'Tecnologia de informação - avaliação de produto de software - características de qualidade e diretrizes para o seu uso'.
- ALMAS, Rose Mary (2003), 'Robótica educativa', *Robótica Física* p. 1.
- ARAÚJO, V. M. R. H. (2001), 'Miséria informacional. o paradoxo da subinformação e superinformação', *Revista Inteligência Empresarial, Rio de Janeiro* 7, 11 – 12.
- ARMSTRONG, V. e S. CURRAN (2006), 'Developing a collaborative model of research using digital video', *Computers & Education* 3(44), 336 – 347.
- ASHBY, Ross W. (1957), 'An introduction to cybernetics', *Champan e Hall Ltda, Londres* .
- ASSMAN, H. (2000), 'A metamorfose do aprender na sociedade da informação', *Ciência da Informação, Brasília* 29(2), 7 – 15.
- B ERTL, F FISCHER e H MANDL (2006), 'Conceptual and socio-cognitive support for collaborative learning in videoconferencing environments', *Computers & Education* 3(47), 298 – 315.
- B ERTL, M REISERER e H MANDL (2002), 'Kooperatives lernen in videokonferenzen (co-operative learning in video conferencing)', *Unterrichtswissenschaft* (30), 339 – 356.
- BAGGIO, Rodrigo (2003), 'Mapa da exclusão digital', Publicado pela fundação Getúlio Vargas [http://www2.fgv.br/ibre/cps/mapa\\_exclusao/apresentacao/apresentacao.htm](http://www2.fgv.br/ibre/cps/mapa_exclusao/apresentacao/apresentacao.htm). Último acesso 20/04/2006.
- BAGGIO, Rodrigo e Mario VIEIRA (1995), 'Inclusão digital cdi', [http://www.cdi.org.br/LotusQuickr/cdi/Main.nsf/h\\_Toc/.ltimeoacesso10/02/2008](http://www.cdi.org.br/LotusQuickr/cdi/Main.nsf/h_Toc/.ltimeoacesso10/02/2008).
- BARROS, Renata Pitta (2008), Implementação de um software para ensino de robótica: o roboeduc, Monografia de Graduação do DCA-UFRN, Natal, RN, Brasil.
- BERGER, G. (1972), 'Opinions and facts in interdisciplinarity: Problems of teaching and researching in universities', *OECD Paris* .
- BRASIL, Educa (2006), 'Dicionário interativo de educação brasileira', <http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=49>.

- BRICKOS (2006), 'Brickos operating system and c/c++ development environment for the lego mindstorms rcx controller.', <http://brickos.sourceforge.net/>. Último acesso 26/07/2006.
- BROOKS, Jacqueline Grennon e Martin G. BROOKS (1997), 'Construtivismo em sala de aula', *Artes Médicas, Porto Alegre-RS* p. 39.
- BYTE, Geração (2008), 'Softwares educativos', <http://www.geracaobyte.com.br/>. Último acesso 04/05/2008.
- C. J. M. OLGUÍN, A. L. N. DELGADO e I. L. M. RICARTE (2000), 'An agent infrastructure to set collaborative environments', *Journal of Educational Technology & Society*, **3**(3), 65 – 73.
- C. SCHONS, E. PRIMAZ e G. A. WIRTH (2004), 'Introdução a robótica educativa na instituição escolar para alunos do ensino fundamental da disciplina de língua espanhola através das novas tecnologias de aprendizagem', *Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Florianópolis-SC*.
- C.A.N. FAGUNDES, E.M. POMPERMAYER, M.V.A. BASSO e R.F. JARDIM (2005), 'Aprendendo matemática com robótica', *Novas Tecnologias em Educação, CINTED - UFRGS* **3**(2).
- CARRAHER, D W (1990), 'O que esperamos do software educacional?', *Revista de Educação e Informática*.
- CARRETERO, Mario (1997), 'Construtivismo e educação', *Artes Médicas, Porto Alegre-RS* pp. 10, 25.
- CARVALHO, A.M.G. e J.M. CARVALHO (2007), 'Alfabetização digital: Análise do gesac e da construção da cidadania nas redes de informação e comunicação', *XXX Congresso Brasileiro de Ciências de Comunicação, Santos-SP*.
- CDI (2006), 'Inclusão digital', <http://www.cdi.org.br/>. Último acesso 05/11/2006.
- CEDI, Colégio (2006), 'Projeto inovares', <http://www.cedi.g12.br/>. Último acesso 05/11/2006.
- CICOGNANI, A. (2000), 'Concept mapping as a collaborative tool for enhanced online learning', *Journal of Educational Technology & Society*, **3**(3), 150 – 158.
- COLL, César (1990), 'Escola e comunidade: um novo compromisso', *Revista Pátio* **10**, 9.
- COMPLEX (2006), <http://www.complex.com.br/>. Último acesso 20/04/2006.
- CONSULT, Ars (2006), <http://www.arsconsult.com.br/>. Último acesso 20/04/2006.
- CRID (2005), 'Ações governamentais em inclusão digital', <http://www.mc.gov.br/sites/600/695/00001910.pdf>. Último acesso 10/02/2008.

- CRUZ, Mara L.R.M e A.M.L WEISS (2003), 'A informática e os problemas escolares de aprendizagem', *DPA* p. 37.
- CÉSAR, Danilo Rodrigues (2006), 'Robótica livre: Robótica pedagógica com tecnologias livres', *CET - ITABIRITO/CEFET-MG - Centro de Educação Tecnológica de Itabirito* .
- CYBERBOX (2006), 'A casa do cyberbox - softwares educativos', <http://www.cyberbox.com.br>. Último acesso 20/04/2006.
- CYR, Martha N. (2000), 'Robolab - guia introdutório', *EDACOM Tecnologia* .
- DAY, R. H. (1970), 'A psicologia da percepção', *J. Olympio, Rio de Janeiro-RJ* p. 91.
- D.B. ARANIBAR, L.M.G. GONÇALVEZ, V.G. CASTRO M.G. SANTOS e R.P. BARROS (2006), 'Aprendizado colaborativo usando robôs: Uma abordagem direcionada a crianças digitalmente excluídas', em 'Anais do RBIE', Sociedade Brasileira de Computação, Campo Grande, MS.
- Dennis Barrios ARANIBAR, Viviane GURGEL, Luiz M G GONÇALVEZ Aquiles BURLAMAQUI Marcela SANTOS Gianna R ARAÚJO Válber C ROZA e Rafaella A NASCIMENTO (2006), 'Technological inclusion using robots', em 'Anais do II ENRI - Encontro Nacional de Robótica Inteligente', Sociedade Brasileira de Computação, Campo Grande, MS.
- DIGITAL, Estação (2004), 'Estação digital', <http://www.fbb.org.br/estacaodigital/pages/publico/index.jsp>. Último acesso 10/02/2008.
- DILLENBOURG, P. (1999), 'Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches, chapter what do you mean by collaborative learning?', *Oxford: Elsevier* pp. 1 – 19.
- DOLLE, Jean-Marie (2000), 'Para compreender jean piaget', *Agir, Rio de Janeiro-RJ* p. 76.
- Douglas Machado TAVARES, Viviane André ANTUNES e Luiz Marcos Garcia GONÇALVES (2004), 'Em evidência o potencial e limitações dos compiladores nqc e brickos e seus respectivos sistemas operacionais', *RITA - Revista de Informática Teórica e Aplicada* **10**(2).
- DWS (2001), 'Dws robotics manual', *Advanced Ind e Com Ltda* .
- EDACOM, Tecnologia (2006), 'Robolab', <http://www.edacom.com.br>. Último acesso 20/04/2006.
- EDI (2002), 'Escola digital integrada (edi) - departamento de ciência da informação e documentação ( unb)', [http://inclusao.ibict.br/index.php?option=com\\_contenttask=view&id=903&Itemid=75](http://inclusao.ibict.br/index.php?option=com_contenttask=view&id=903&Itemid=75). Último acesso 10/02/2008.
- EDUCACIONAL, Informar (2006), 'O mundo da informática na escola', <http://www.informareducacional.com.br/>. Último acesso 05/11/2006.

- Eija Karna LIN, K. Pihlainen BEDNARIK, E. SUTINEN e M. VIRNES (2006), 'Can robots teach? preliminary results on educational robotics in special education', pp. 319– 321.
- ESCOLA, Nova (2008), 'Projetos de robótica e animação', <http://www.geocities.com/eureka/enterprises/3754/robo/index.htm>. Último acesso 22/07/2008.
- FAZENDA, Ivani (1993), 'Interdisciplinaridade: Um projeto em parceria', *Coleção Educar Ed Loyola* **13**(2).
- FAZENDA, Ivani (1994), 'A interdisciplinaridade: História, pesquisa e teoria'.
- FILHO, Antonio Mendes Silva (2003), 'Os três pilares da inclusão digital', *Revista Espaço Acadêmico* **3**(24).
- FITCH, D (2002), Digital inclusion, social exclusion and retailing: an analysis of data from the 1999 scottish household survey, em 'Technology and Society, 2002. (ISTAS'02). 2002 International Symposium on', pp. 309– 313.
- FREITAS, Wilmar F. (2001), 'Utilização de tecnologia groupware bo desenvolvimento de recursos humanos: uma análise comparativa entre dinâmicas disjuntas no ambiente de trabalho na prefeitura de belo horizonte.', *Dissertação de Mestrado, Escola da Fundação João Pinheiro* .
- FRÓES, J. (1998), 'Educação e informática: a relação homem-máquina e a questão da cognição', *Trend Tecnológica Educacional (Mimeo), Rio de Janeiro-RJ* .
- GIRAFFA, Lucia Maria Martins (1999), Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais, em 'Systems, Man and Cybernetics, 2004 IEEE International Conference on'.
- GODOY, Norma (1997), 'Curso de robótica pedagógica', *Empresa Ars Consult, Curitiba-PR* .
- IMAGINE (2004), 'Linguagem logo no contexto da informática educativa', p. 4.
- INTERAGE, Projeto (2008), 'Softwares educativos', <http://www.scite.pro.br/programas/principal.html>. Último acesso 04/05/2008.
- J. H. SANDHOLTZ, C. RINGSTAFF e D. DWYER (1997), 'Ensinando com tecnologia. criando salas de sula centradas nos alunos', *Artes Médicas. Porto Alegre* p. 166.
- JAPIASSU, Hilton (1990), 'Interdisciplinaridade e patologia do saber', *Universidade Católica de Santiago do Chile* .
- KATISIONIS, George e Maria VIRVOU (2004), A cognitive theory for affective user modelling in a virtual reality educational game, em 'Systems, Man and Cybernetics, 2004 IEEE International Conference on', Ouro Preto, MG, pp. 1209 – 1213.

- KIRKWOOD, A. e C. JOYNER (2002), Selecting and using media in teacher education, em 'Teacher Education through open and distance learning', B. Robinson and C. Latchem, London:RoutledgeFalmer Press, pp. 149 – 170.
- L. MIRANDA, F. SAMPAIO e J. BORGES (2005), 'Programefácil: Linguagem computacional icônica com simulação para aprendizado de robótica', *XVI SBIE, Juiz de Fora-MG* .
- LASALVIA, Ana Maria (1998), 'Implantação do ensino de informática nas escolas de manaus', *Congresso Internacional sobre Comunicação e Educação, São Paulo-SP* p. 11.
- LAZARTE, L. (2000), 'Ecologia cognitiva na sociedade da informação', *Ciência da Informação, Brasília* **29**(2), 43 – 51.
- LEC (2008), 'Laboratório de estudos cognitivos da universidade federal do rio grande do sul', <http://www.psico.ufrgs.br/lec/repositorio/robot/>. Último acesso 20/03/2008.
- LEGO (2006), 'Lego mindstorms', <http://www.mindstorms.lego.com>. Último acesso 05/11/2006.
- LEJOS (2006), 'Lejos, java for the rcx.', <http://lejos.sourceforge.net/index.html>. Último acesso 26/07/2006.
- LITWIN, Edith (1997), 'Tecnologia educacional - política, histórias e propostas', *Artes Médicas. Porto Alegre* p. 10.
- LUCENA, Marisa (1998), 'Um modelo de escola aberta na internet: Kidlink no brasil', *Ed. Brasport, Rio de Janeiro-RJ* .
- M. NERI, L. CARVALHAES, A. L. NERI e A. PIERONI (2003), 'Lei de moore e políticas de inclusão digital', *Revista Inteligência Empresarial, Rio de Janeiro* **24**(14), 5.
- MAISONETTE, Roger (2002), 'A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa.', *PROINFO - Programa Nacional de Informática na Educação, Curitiba-PR* .
- MARKET, SOFT (2006), 'Softwares educativos', <http://www.softmarket.com.br/>. Último acesso 05/11/2006.
- MATUI, Jiron (1995), 'Construtivismo: Teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino', *Ed. Moderna, São Paulo-SP* p. 46.
- MATURANA, Humberto (1990), 'Uma nova concepção de aprendizagem', *Universidade Católica de Santiago do Chile* .
- N. RUMMEL, B. ERTL, J. HARDER e H. SPADA (2003), 'Supporting collaborative learning and problem-solving in desktop-videoconferencing settings', *International Journal of Educational Policy, Research and Practice* (4), 83 – 115.

- NQC (2006), 'Not quite c language with a c-like syntax for the lego mindstorms rcx controller', <http://bricxcc.sourceforge.net/nqc/>. Último acesso 26/07/2006.
- P. L. ISENHOUR, J. M. CARROLL, D. C. NEALE M. B. ROSSON e D. R. DUNLAP (2000), 'The virtual school: An integrated collaborative environment for the classroom', *Journal of Educational Technology & Society*, **3**(3), 74-86.
- PAPERT, Seymour (1994), 'A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.', *Artes Médicas. Porto Alegre*.
- Paul HUDAK, Antony COURTNEY, Henrik NILSSON e John PETERSON (2003), Arrows, robots, and functional reactive programming, em 'Summer School on Advanced Functional Programming 2002, Oxford University', Vol. 2638 de *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, pp. 159-187.
- PIAGET, Jean (1972), 'Psicologia e pedagogia', *Forense Universitária, Rio de Janeiro-RJ*.
- QT (2006), 'Qt trolltech', <http://www.trolltech.com/qt>. Último acesso 05/11/2006.
- Rachel GOLDMAN, Amy EGUCHI e Elizabeth SKLAR (2004), Using educational robotics to engage inner-city students with technology, em 'Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences', Santa Monica, California, pp. 214 - 221.
- RANGEL, Alexandre M. (2003), 'O brasil precisa é de inclusão social', *IBASE*.
- RAO, R K e S A C (2003), Theories of learning: a computer game perspective. in multimedia software engineering, em 'Fifth International Symposium', Multimedia Univ., Selangor, Malaysia, pp. 239 - 245.
- RCT (2006), 'Software educativo', <http://www.rctsoft.com.br/>. Último acesso 05/11/2006.
- RE-CRIAR (2006), 'Tecnologia educacional', <http://www.educasoft.com.br/Telas/recriar.htm>. Último acesso 05/11/2006.
- REZENDE, Laura V. R. (2004), 'O processo de alfabetização em informação inserido em projetos de inclusão digital: uma análise crítica', *VI CINFORM, Salvador BA*.
- RIEBER, Lloyd P. (2000), Computer, graphic and learning, em 'XXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC2006', University of Georgia.
- RNP (2006), 'Curitiba tem projeto pioneiro de acesso público à internet', <http://www.rnp.br/noticias/2000/not-000904c.html>. Último acesso 05/11/2006.
- ROBEDUC (2007), 'Robótica educacional', <http://www.geocities.com/eureka/enterprises/3754/robo/index.htm>. Último acesso 20/05/2007.

- ROBOTICA (2007), 'Robótica educacional', <http://www.symphony.com.br>. Último acesso 12/05/2007.
- RONDELLI, Elisabeth (2003a), 'Mídia, informação e conhecimento', *Revista I-Coletiva, Rio de Janeiro*.
- RONDELLI, Elisabeth (2003b), 'Quatro passos para a inclusão digital', *Revista I-Coletiva, Rio de Janeiro*.
- S. GODOFREDO, R. ROMANÓ e S. ZILLI (2001), 'Robótica pedagógica - uma aplicação de inteligência artificial', *UFSC Florianópolis-SC*.
- LAZAR et al.)SALAZAR, RODRIGUES e do Valle SIMÕES2006proc-Salazar06 SALAZAR, Sérgio R. G., Leízza F. RODRIGUES e Eduardo do Valle SIMÕES (2006), Ambiente de programação de robôs móveis via internet, em 'Anais do II ENRI - Encontro Nacional de Robótica Inteligente', XXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC2006, Campo Grande, MS, Brazil.
- SANTOS, Marcela Gonçalves (2006), Roboeduc: Um software para ensino da robótica para crianças digitalmente excluídas utilizando protótipos lego, Monografia de Graduação do DCA-UFRN, Natal, RN, Brasil.
- STORCK, J. e L. SPROULL (1995), Through a glass darkly: What do people learn in videoconferences?, em 'Human Communication Research', pp. 197 – 219.
- TAKAHASHI, Tadao (2000), 'Sociedade da informação no brasil: Livro verde', *Ministério da Ciência e Tecnologia*.
- TELECENTROS (n.d.), <http://www.telecentros.sp.gov.br/>. Último acesso 10/02/2008.
- TRS (2008), 'Trs company - softwares educativos', <http://www.trscopy.com/br/>. Último acesso 04/05/2008.
- TUFTS, Universidade (2008), 'Sistema lego para aquisição de dados e geração de protótipos', <http://ldaps.ivv.nasa.gov>. Último acesso 20/03/2008.
- TUX4KIDS (2006), 'Tux4kids | high quality educational software alternatives', <http://www.tux4kids.com/>. Último acesso 05/11/2006.
- UCHÔA, Katia C. Amaral (2004), 'Construtivismo em piaget', *UFLA*.
- ULLRICH, Roberto A. (1987), 'Robótica - uma introdução. o porquê dos robôs e seu papel no trabalho', *Editora Campus*.
- UML (2006), 'Ibm rational software - unified modeling language - uml resource center', <http://www.rational.com/uml>. Último acesso 05/11/2006.

- VALENTE, José Armando (1988), 'Logo: conceitos, aplicações e projetos', *McGraw Hill, São Paulo SP*.
- VALENTE, José Armando (1999), 'Informática na educação: uma questão técnica ou pedagógica?', *Revista Pátio* **3**, 9.
- VALENTE, José Armando (2002), 'Diferentes usos do computador na educação', *PROINFO Programa Nacional de Informática na Educação* p. 1.
- VYGOTSKY, L. (1988), 'A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores', *Martins Fontes, São Paulo-SP* (2).
- XML (2006), 'Extensible markup language (xml)', <http://www.w3.org/XML>. Último acesso 05/11/2006.
- YUS, Rafael (2004), 'Comunidade de aprendizagem', *Revista Pátio* **24**(6).
- ZACHARIAS, Vera L. C. (2003), 'A linguagem logo'.
- ZILLI, Silvana Rócio (2002), 'Apostila de robótica educacional', *Expoente Informática - Gráfica Expoente*.
- ZILLI, Silvana Rocio (2004), 'A robótica educacional no ensino fundamental: Perspectivas e prática', *Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, Florianópolis-SC*.

---

# Apêndice A

## Questionário Avaliativo Inicial para os Professores

---

### A.1 Parte I - Análise Prévia

- 1 - Quais são suas expectativas com relação ao projeto?
- 2 - Quais as maiores dificuldades enfrentadas pelos alunos nesta escola?
- 3 - Em quais aspectos estas oficinas podem ajudar os alunos?
- 4 - Quais suas perspectivas do projeto com relação à Escola de um modo geral?
- 5 - Quais seus objetivos em participar deste projeto?

### A.2 Parte II - Análise da Oficina

- 1 - Esta oficina atingiu suas expectativas?
- 2 - Quais as vantagens e/ou desvantagens observadas mais relevantes?
- 3 - A abordagem do assunto e as demonstrações utilizadas foram adequadas? Em que poderia melhorar?
- 4 - A linguagem ou metodologia utilizada foram adequadas? Em que poderia melhorar?
- 5 - Com relação ao comportamento das crianças antes e após a oficina, o que foi observado?
- 6 - Alguma crítica ou sugestão ao projeto? Qual(is)?

---

# Apêndice B

## Questionário Avaliativo Inicial para os Alunos

---

### B.1 Parte I - Análise Prévia

- 1 - O que vocês acham que será esta oficina?
- 2 - Vocês acham que vão gostar?
- 3 - Por que vocês estão aqui? Querem mesmo participar?

### B.2 Parte II - Análise da Oficina

- 1 - O que vocês mais gostaram dessa oficina?
- 2 - Houve algo de que vocês não gostaram? O quê?
- 3 - Vocês entenderam tudo o que foi explicado e mostrado aqui? Se não, que parte não entenderam?
- 4 - Existe algo que vocês acham que poderia melhorar? O quê?
- 5 - O que vocês acharam das pessoas do projeto?
- 6 - Vocês gostariam de participar dessa oficina de novo? Por quê?

# Apêndice C

## Sistema Avaliativo das Oficinas

PROJETO DE INCLUSÃO DIGITAL COM ROBÔS SISTEMA AVALIATIVO PARA AS OFICINAS DE ROBÓTICA ESCOLA MUNICIPAL PROFESSOR ASCENDINO DE ALMEIDA								
Oficina de Robótica N°. _____ Monitor: _____		Data: ____/____/____		Código: [A] Atingiu o desejável [AP] Atingiu parcialmente. [N] Não Atingiu				
Aluno(a)	PONTOS A SEREM AVALIADOS							
	Interação Entre Alunos	Participação nas Atividades	Integração Com o grupo	Criativida- de	Assimilação Do Conteúdo			Comporta- mento
					Informática	Robótica	Conhecimento Interdisciplinar	
Avaliação do Grupo: <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Ótimo.								
COMENTÁRIOS:								
_____								
_____								
_____								
_____								

---

# Apêndice D

## Sistema Avaliativo Destinados aos Docentes

---

A presente avaliação tem como objetivo descrever características comportamentais e/ou referente a conteúdos do aluno inserido no Projeto de Inclusão Digital com Robôs. Objetivamos com isso analisar a conduta dos alunos durante todo o decorrer do projeto, fazendo desta forma o confronto entre suas atitudes anteriores a implantação do projeto na escola com as adquiridas e/ou modificadas durante as oficinas de robótica pedagógica. Para isso contamos com a ajuda de vocês, como forma de auxiliar no processo de desenvolvimento da aprendizagem do aluno. Sintam-se à vontade para participar dando a sua sugestão para o sucesso total do Projeto. Obrigada!

A princípio vamos abordar questões que envolvam uma avaliação diagnóstica do aluno (a), em relação à aprendizagem do mesmo para analisar seu desempenho cognitivo. O que ele já sabe, o que precisa saber, o que ele faz sozinho e o que faz com ajuda de alguém (Professor e/ou aluno). Quando avaliamos, observamos o desempenho dos alunos como um todo, para que com os dados observados possamos interferir no desenvolvimento da aprendizagem dos alunos com estratégias adequadas a cada um dos problemas detectados.

**Avaliando o aluno(a):**

**Série:**            **Professor (a):**

### D.1 Questionário Diagnóstico

1. Caracterize este aluno (a) de maneira sucinta quanto sua aprendizagem. Existe dificuldade em algum aspecto cognitivo/ comportamental? Explícite-o.
2. Este aluno (a) participa ativamente de trabalhos em grupo, contestando aspectos os quais não concorda?
3. Este aluno (a) ajuda os outros nas resoluções de problemas? Ele procura ajuda com os colegas/professor? Ou tenta resolvê-los usando seus próprios meios?
4. O aluno (a) costuma procurar ajuda em outros materiais de apoio?

5. O aluno (a) registra e socializa seus conhecimentos?
6. O que você professor (a) espera que as Oficinas de Robótica Pedagógica possibilite a este seu aluno (a) quanto a aprendizagem?
7. Espaço para opinião/sugestão.

## **D.2 Observações e Sugestões**

1. Levando em consideração o comportamento e o aspecto cognitivo deste aluno, anterior a implantação das oficinas de robótica pedagógica, você é capaz de identificar mudanças nestes aspectos citados? Que tipos de mudanças? Detalhe-as.
2. Existe algum outro aspecto atitudinal que você como professor (a) deste aluno (a) acharia interessante trabalharmos?
3. Existiria algum tipo de conteúdo conceitual que você gostaria que abordássemos em nossas aulas, como forma de um trabalho interdisciplinar, unindo, assim, a robótica e a informática com um conteúdo ministrado em sala de aula por você?
4. Espaço para opinião/sugestão.

---

# Apêndice E

## Plano de Aula: Palavras Cruzadas

---

PLANO DE AULA - DIA: 18/09/2006. OFICINA DE ROBÓTICA

**1. TÍTULO DA ATIVIDADE** Identificando componentes de um robô e do Gerenciador de Janelas.

**2. DISCIPLINA:** 2.1. Robótica;

2.2. Informática;

2.3. Português.

**3. SÉRIES:**

Alunos da 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> séries do Ensino Fundamental.

**4. TEMPO NECESSÁRIO: 1h40**

**5. MONITORES**

Gianna R. Araújo, Rafaella A. Nascimento, Renata Pitta Barros e Marcela Gonçalves dos Santos.

**6. JUSTIFICATIVA**

Nas últimas oficinas o foco foi à manipulação do robô, objetivando o desenvolvimento de estratégias para execução das atividades propostas, além de familiarizar os alunos com software RoboEduc. Nessa sétima oficina, além dessas, terá mais destaque a montagem do robô utilizando o kit LEGO®.

Esse reforço é importante para que o aluno possa não só manipular, mas torna-se construtor do seu robô, através da colaboração, construção e reconstrução em parceria com os colegas e monitores.

Como destacado anteriormente, o trabalho colaborativo é centro do desenvolvimento das atividades. Para isso, todas as atividades serão desenvolvidas em grupo e o papel de cada monitor é estimular os alunos a refletir sobre as decisões tomadas, sobre a importância da colaboração, promovendo o diálogo e o respeito a diferentes opiniões.

Como um dos nossos objetivos é associar o aspecto lúdico e didático, as atividades desenvolvidas através de jogos. Além da montagem do robô, foi pensando em utilizar a brincadeira "O que é? O que é?" para avaliação e "reforço" de conteúdos já apresentados.

Além dos conteúdos de Robótica e Informática serão abordados também, mesmo que indiretamente, conteúdos relacionados à Matemática (ordenação, seqüenciação), Geografia (posi-

cionamento geográfico, direção), Física (velocidade, Força) e Português (leitura e ortografia).

## **7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

7.1. Montar em grupo um robô móvel com o kit Lego® , com três motores, um para cada par de rodas e outro para a garra, engrenagens, conforme recomendado pelo manual de construção (vide anexo);

7.2. Identificar os componentes do Kit Lego®, bem como partes que compõem o robô móvel construído;

7.3. Manipular o robô construído através do programa RoboEduc, observando as noções de lateralidade, distância, velocidade e posicionamento.

7.4. Reconhecer o funcionamento da Barra de Tarefas, bem como a utilidade dos botões maximizar, minimizar e fechar.

## **8. RECURSOS DIDÁTICOS**

8.1. 4 computadores com sistema operacional Linux com o software OpenOffice.org Cal 2.0, arquivo "palavracruzada.ops" e o programa RoboEduc.

8.2. 4 Kits LEGO®;

8.3. 88 cubos de papel contendo em uma das faces uma letra do alfabeto;

8.4. 4 cartazes com "Palavra Cruzada";

8.5. 4 manuais para montagem dos robôs.

8.6. 24 Fichas para leitura das adivinhações "O que é? O que é?".

## **9. ORGANIZAÇÃO DA SALA DE AULA**

Sentados em grupos com 6 componentes (em círculo).

## **10. CONTEÚDO**

10.1. Leitura e escrita de palavras.

10.2. Partes dos componentes do Robô;

10.3. Montagem do robô.

10.4. Noções básicas sobre computadores e programas informáticos:

10.4.1. Ligar e desligar o computador, sistema operacional.

10.4.2. Área de trabalho

10.4.3. Janelas (Botão maximizar, minimizar e fechar), setas de navegação, Barra de Tarefas.

## **11. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES:**

a) Primeiro Momento (5 min): Socialização

i) Cumprimentos e distribuição dos crachás;

ii) O monitor deve instigar os alunos sobre procedimentos para ligar o computador, partes do computador, periféricos (mouse, teclado, tela).

b) Segundo momento (40 min): Montagem do robô com 3 motores e uma garra.

i) Distribuição do Kit Lego®;

ii) Identificação junto com os alunos das peças do kit e sua funcionalidade;

iii) Colocação da situação problema: Montar, em conjunto, um robô com 1 motor para cada par de rodas e um motor para a garra.

iv) Questionamento sobre a montagem do robô: o monitor fará que perguntas que norteará a montagem do mesmo, por exemplo, quais peças serão utilizadas? Quantas peças? Etc.

v) Montagem do robô Estabelecimento das regras: quem monta, quem lê o manual, quem seleciona as peças, etc.

c) Terceiro momento (40 mim): Atividade de Fixação, Noções de Informática e manipulação do robô.

i) Apresentação da situação problema: Resolver as adivinhações e cada aluno irá formar as respostas do "O que? O que é? colocando os cubinhos no respectivo retângulo, utilizando o robô montado no menor tempo possível.

ii) Exposição do que é ícone, barra de título, botão minimizar, maximizar, fechar, setas de navegação do teclado, usando o programa OpenOffice.org Cal 2.0.

iii) Apresentação do conteúdo do arquivo "palavracruzada.ops"

Exposição de como interagir com o programa, qual cor que ficará a palavra, caso seja a correta ou incorreta

Leitura das adivinhações e escrita na resposta no arquivo. Cada aluno pode lê uma questão para alguém do grupo responder ou ele mesmo pode lê e dá a resposta.

Um aluno escreve a resposta utilizando o teclado.

Após a resolução da adivinhação um aluno se dirigirá ao local onde estão os cubos e um cartaz com os quadradinhos da palavra-cruzada para com o robô colocar o cubinho no local adequado.

d) Quarto momento (15 mim)

i. Retorno ao grupo;

ii. Reforço do que é necessário fazer para desligar o computador;

iii. Desmontagem do robô e arrumação do Kit.

iv. Lembretes para a próxima atividade, caso necessário.

## **12. AVALIAÇÃO:**

A avaliação consistirá basicamente de observação, levando em conta a ampliação da capacidade do aluno em trabalhar em grupo, respeitando as diferenças individuais, apreensão dos conceitos de robótica e informática. Essas observações serão registradas na ficha de avaliação por cada monitor (Vide ficha de Avaliação). Dessa forma, a avaliação será realizada o tempo todo, pois o planejamento das novas oficinas dependerá da observação do desempenho do aluno nas atividades aplicadas.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)