

Andréia Regina Pereira

PARA CÓPIAS, CONSULTAR A EDIÇÃO REVISADA :

FD-3969

Ed. rev.

AMBIENTE DE AUTORIA E
MANIPULAÇÃO TRIDIMENSIONAL
PARA EDUCAÇÃO INFANTIL

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do Título de Mestre em
Engenharia.

Área de Concentração:

Sistemas Eletrônicos

Orientadora:

Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes

São Paulo

2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Pereira, Andréia Regina

**Ambiente de Autoria e manipulação tridimensional para
Educação Infantil/ A.R. Pereira. -- São Paulo, 2005. 147 p.**

**Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas
Eletrônicos.**

**1.Ensino por computador 2.Ensino infantil 3.Multimídia inte-
rativa I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos II.t.**

Dedico este trabalho aos meus pais, por todo amor incondicional e apoio dedicados a mim, e ao Luciano por fazer parte da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de realização de mais este sonho.

Aos meu pais, Regina e Gilberto, por todo amor, carinho e apoio dedicados a mim.

Ao meu maravilhoso companheiro Luciano pelo apoio, amor, dedicação e respeito, mesmo nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos Gilberto e Rodner e suas companheiras Lilian e Tatiana pelo apoio e incentivo.

Aos meus maravilhosos sobrinhos Beatriz, Felipe e Kaue por existirem e tornarem minha vida mais feliz.

A amiga e orientadora Roseli de Deus Lopes pela orientação, apoio e dedicação para a realização deste trabalho.

A todos os amigos e colegas do LSI pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho mesmo com nossa correria diária.

A Valdenice Minatel Melo de Cerqueira, Mirna Feitoza Pereira, Rose Mara Gozzi, Alexandra Camargo Alves e Irene Karaguilla Ficheman pelo apoio durante a realização dos testes.

Ao Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) pela infra estrutura e financiamento para a realização deste trabalho.

A FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), Projeto SISCOMPRO (Sistemas de comunicação e Processamento Avançados e Aplicações Interativas), convênio número 01.02.0288.00 referência 2430, pelo apoio financeiro para a realização deste projeto.

RESUMO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) estão presentes hoje na maioria dos ambientes escolares. Porém, para que o uso destas tecnologias traga bons resultados e uma melhor qualidade para o processo de ensino/aprendizagem é necessário que sejam projetadas e utilizadas adequadamente.

Na Educação Infantil, o uso destas tecnologias começa a ser explorado, porém poucas ferramentas, hoje existentes, adaptam-se aos currículos escolares e aos temas explorados nesta faixa etária.

Neste trabalho é proposto um ambiente de autoria e manipulação 3D que possibilite ao aprendiz, ser criativo e expressar suas idéias, dando suporte as suas descobertas e que se adaptem ao currículo que deverá ser explorado. Este sistema busca levar para a criança a possibilidade de expressar seus pensamentos e imaginações de uma forma lúdica e divertida, tornando o processo de aprendizagem mais interessante.

Para avaliar a aplicabilidade da proposta, foi implementada a ferramenta LEGAL. Os testes realizados indicam grande potencial no uso deste tipo de ferramenta no ambiente escolar, trazendo contribuições para o processo de aprendizagem, imaginação e criação das crianças.

ABSTRACT

Information and Communication Technologies (TIC's) are present in most of the scholar environment. However, in order to bring good results and better quality in the teaching / learning process these technologies must be planned and projected appropriately.

These new technologies are beginning to be explored in Children Education, but only a few of the existing tools for these target users can be adapted to school curriculum and subjects explored by this age range.

To achieve good results, it is important to develop and distribute tools that stimulate children's creativity and allow them to show their ideas, supporting their discoveries and exploring subjects that correspond to their age range and that are studied in their schools.

This research proposes a 3D manipulation and authoring environment that allows the learner to be creative and express his ideas, supporting new discoveries and adapt to their curriculum subjects. These systems attempts to lead children to express their thoughts and imagination in an artistic and fun way, making the learning process a lot more interesting.

To evaluate the applicability of their proposal, we implemented the LEGAL tool. Several tests with this environment indicated that it has a great potential to be used in school, contributing with the learning process, allowing children to explore their creativity and imagination.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | <i>Introdução</i> | 1 |
| 1.1 | Apresentação | 1 |
| 1.2 | Objetivos | 3 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral | 3 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos | 3 |
| 1.3 | Relevância | 4 |
| 1.4 | Trabalhos Correlatos da equipe do LSI | 5 |
| 1.5 | Estrutura da Dissertação | 6 |
| 2 | <i>Fundamentação Teórica</i> | 7 |
| 2.1 | Abordagens pedagógicas e Educação Infantil | 7 |
| 2.1.1 | A Construção do Conhecimento | 7 |
| 2.1.2 | Contando Histórias | 9 |
| 2.1.3 | Crianças pensando e realizando projetos | 10 |
| 2.2 | Meios Eletrônicos Interativos na Educação Infantil | 12 |
| 2.2.1 | Ambientes tridimensionais | 14 |
| 2.2.2 | Ambientes Imersivos com Estereoscopia | 14 |
| 2.3 | Software Educacionais | 17 |
| 2.3.1 | O desenvolvimento de Software Educacionais | 17 |
| 2.3.2 | Crianças participando do projeto de software | 17 |
| 2.3.3 | Qualidade de Software Educacional | 19 |
| 2.4 | Levantamento de ferramentas | 22 |
| 2.4.1 | Gibizinho | 22 |
| 2.4.2 | HagáQuê | 23 |
| 2.4.3 | Coelho Sabido Pré | 24 |
| 2.4.4 | Oficina de Histórias | 25 |
| 2.4.5 | Kid Pix Deluxe | 26 |
| 2.4.6 | Imagine | 27 |
| 2.4.7 | NICE | 28 |
| 2.4.8 | Alice | 29 |
| 2.4.9 | FADAS | 31 |
| 2.4.10 | Comparação dos recursos | 32 |
| 2.5 | Conclusões | 35 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3 | <i>Proposta de Ambiente de Autoria e Manipulação 3D</i> | 36 |
| 3.1 | Concepção | 36 |
| 3.2 | Requisitos funcionais | 39 |
| 3.3 | Requisitos não funcionais | 44 |
| 3.4 | Descrição Detalhada | 44 |
| 3.5 | Casos de Uso | 56 |
| 3.6 | Modelagem | 60 |
| 3.6.1 | Diagrama de Classes - Ambiente LEGAL | 61 |
| 3.6.2 | Diagrama de Casos de Uso – Ferramenta LEGAL | 63 |
| 3.7 | Conclusões | 64 |
| 4 | <i>Implementação da Ferramenta LEGAL</i> | 65 |
| 4.1 | Plataforma | 65 |
| 4.2 | Linguagem de programação | 66 |
| 4.3 | Linguagens de modelagem de mundos virtuais | 67 |
| 4.4 | Conclusões | 71 |
| 5 | <i>Testes e Avaliações dos resultados</i> | 72 |
| 5.1 | Testes funcionais | 72 |
| 5.2 | Testes com usuários finais | 76 |
| 5.2.1 | Teste 1 – Fora do ambiente escolar | 77 |
| 5.2.2 | Teste 2 – Na escola | 83 |
| 5.3 | Conclusões | 86 |
| 6 | <i>Conclusão</i> | 87 |
| 6.1 | Conclusões Gerais | 87 |
| 6.2 | Contribuições | 88 |
| 6.3 | Trabalhos Futuros | 89 |
| | <i>Anexo I – Comparação do ambiente LEGAL com as ferramentas estudadas</i> | 90 |
| | <i>Anexo II - Experiências com desenvolvimento de Estratégias de Pedagogia de Projetos</i> | 93 |
| | Projeto “A cidade que a gente quer” | 93 |
| | O projeto nas Escolas Municipais da cidade de São Paulo | 94 |
| | Projeto “FEBRACE” | 99 |
| | <i>Anexo III - Parecer quanto aos aspectos pedagógicos</i> | 102 |
| | <i>Anexo IV - Parecer quanto aos aspectos de Comunicação</i> | 104 |
| | <i>Referências Bibliográficas</i> | 113 |
| | <i>Apêndice A - Plugins VRML</i> | I |
| | Cosmo Player | II |

| | |
|---|--------------------|
| Cortona VRML Client | IV |
| FreeWRL | VIII |
| <i>Apêndice B - Arquivos de sons em VRML</i> | <i>XI</i> |
| Formato WAVE (WAVEform audio format) | XI |
| Formato MIDI (Musical Instrument Digital Interface) | XI |
| <i>Apêndice C - Estereoscopia</i> | <i>XIII</i> |
| <i>Apêndice D - Navegador Jinx</i> | <i>XV</i> |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 2-1: HMD e Shutter-Glasses (abs-tec, 2004)</i> | 15 |
| <i>Figura 2-2: CAVERNA Digital (Interativos, 2004)</i> | 16 |
| <i>Figura 2-3: Telas do Software Gibizinho</i> | 23 |
| <i>Figura 2-4: Telas do Software HagáQuê</i> | 24 |
| <i>Figura 2-5: Telas do Software Coelho Sabido Pré (Softmarket, 2004)</i> | 25 |
| <i>Figura 2-6: Telas do Software Oficina de Histórias (Softmarket, 2004).</i> | 26 |
| <i>Figura 2-7: Telas do Software: Kid Pix Deluxe (Softmarket, 2004)</i> | 27 |
| <i>Figura 2-8: Telas do Software: Imagine</i> | 28 |
| <i>Figura 2-9: Telas do Software NICE (NICE, 2004)</i> | 29 |
| <i>Figura 2-10: Telas do Software Alice</i> | 30 |
| <i>Figura 2-11: Telas do Software FADAS (Góes, 2003)</i> | 32 |
| <i>Figura 3-1: Visão geral do ambiente</i> | 38 |
| <i>Figura 3-2: Atores do sistema</i> | 40 |
| <i>Figura 3-3: IDEF 0 – nível 0</i> | 41 |
| <i>Figura 3-4: IDEF 0 – nível 1</i> | 43 |
| <i>Figura 3-5: Área para composição do cenário</i> | 45 |
| <i>Figura 3-6: Barra de Edição</i> | 46 |
| <i>Figura 3-7: Barra de arquivos</i> | 46 |
| <i>Figura 3-8: Barra de categorias</i> | 46 |
| <i>Figura 3-9: Caixa de Diálogo para escolha de imagens</i> | 47 |
| <i>Figura 3-10: Início da composição do cenário</i> | 48 |
| <i>Figura 3-11: Janela do gravador de som</i> | 49 |
| <i>Figura 3-12: Arquivos salvos pelo ferramenta LEGAL</i> | 50 |
| <i>Figura 3-13: Cenário Tridimensional</i> | 51 |
| <i>Figura 3-14: Cenário na CAVERNA Digital</i> | 52 |
| <i>Figura 3-15: Menu adicionar</i> | 53 |
| <i>Figura 3-16: Adicionar novos objetos – janela de opções do menu</i> | 54 |
| <i>Figura 3-17: Adicionar novos objetos – janela para escolha da categoria</i> | 55 |
| <i>Figura 3-18: Adicionar novos sons – Janela para seleção de arquivo</i> | 56 |
| <i>Figura 3-19: Diagrama de Classes</i> | 62 |
| <i>Figura 3-20: Diagrama de Casos de uso</i> | 63 |
| <i>Figura 4-1: Trabalho de compilação e interpretação (Campiono, 2004)</i> | 66 |
| <i>Figura 4-2: Sistema cartesiano 3D</i> | 68 |
| <i>Figura 4-3: Regra da mão direita para os eixos 3D (Manssour, 2005)</i> | 69 |
| <i>Figura 4-4: Exemplo de sensor VRML: Touch Sensor</i> | 69 |
| <i>Figura 5-1: Trabalhos realizados pelas crianças durante o teste</i> | 79 |
| <i>Figura 5-2: Trabalhos das crianças no ambiente tridimensional</i> | 82 |
| <i>Figura 5-3: Crianças utilizando a ferramenta LEGAL</i> | 84 |
| <i>Figura 5-4: Trabalhos realizados pelas crianças durante o teste</i> | 85 |
| <i>Figura 5-5: Trabalhos das crianças no ambiente tridimensional</i> | 85 |
| | |
| <i>Figura II - 1: Formação dos POIE's</i> | 96 |
| <i>Figura II - 2: Portal "A cidade que a gente quer"</i> | 97 |

| | |
|--|------------|
| <i>Figura II - 3: Trabalhos apresentados durante a Mostra</i> | <u>98</u> |
| <i>Figura II - 4: Projetos apresentados durante a FEBRACE 2003</i> | <u>100</u> |
| <i>Figura II - 5: Projetos apresentados durante a FEBRACE 2004</i> | <u>101</u> |
| | |
| <i>Figura A- 1: Alavanca para alternância entre painéis de controles</i> | <i>II</i> |
| <i>Figura A- 2: Janela do Cortona VRML</i> | <i>V</i> |
| <i>Figura A-3: Barra de ambientes vertical</i> | <i>VI</i> |
| <i>Figura A- 4: Barra de ambientes horizontal</i> | <i>VII</i> |
| <i>Figura A- 5: Janela de visualização do FreeWRL</i> | <i>IX</i> |
| | |
| <i>Figura D- 1: Cenas produzidas com o navegador Jinx</i> | <i>XVI</i> |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|------|
| <i>Tabela 2-1: Comparação de recursos</i> | 33 |
| <i>Tabela 3-1: Seqüência típica de eventos: Compor história</i> | 57 |
| <i>Tabela 3-2: Seqüência típica de eventos: Adicionar imagens a biblioteca</i> | 58 |
| <i>Tabela 3-3: Seqüência típica de eventos: Adicionar objetos a biblioteca</i> | 59 |
| <i>Tabela 3-4: Seqüência típica de eventos: Adicionar sons a biblioteca</i> | 60 |
| <i>Tabela 5-1: Planejamento e resultados dos testes funcionais</i> | 73 |
| <i>Tabela 5-2: Roteiro dos testes com usuários finais</i> | 76 |
| <i>Tabela 5-3: Entrevista</i> | 77 |
| <i>Tabela 5-4: Problemas observados durante o teste</i> | 81 |
| | |
| <i>Tabela I - 1: Comparação de recursos</i> | 91 |
| | |
| <i>Tabela A- 1: Controles do painel de movimento</i> | II |
| <i>Tabela A- 2: Controles do painel de exame</i> | III |
| <i>Tabela A- 3: Outras funções</i> | III |
| <i>Tabela A- 4: Controles via teclado</i> | IV |
| <i>Tabela A- 5: Comandos para navegação através do teclado</i> | VII |
| <i>Tabela A- 6: Sensores do Cortona VRML</i> | VIII |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|---|
| 3D | Três dimensões, tridimensional, tridimensionais. |
| BOOM | <i>Binocular Omni-Orientation Monitor</i> (Capacete de realidade virtual com orientação controlada) |
| CAVE | <i>CAVE Automatic Virtual Environment</i> (Ambiente virtual automático do tipo CAVERNA) |
| CEU | Centro Educacional Unificado |
| EPUSP | Escola Politécnica da Universidade de São Paulo |
| FEBRACE | Feira Brasileira de Ciências e Engenharia |
| GHz | GigaHertz |
| HMD | <i>Head Mounted Display</i> (Capacete de Realidade Virtual) |
| HTML | <i>Hyper Text Markup Language</i> (Linguagem de Formatação de Hipertexto) |
| JVM | <i>Java Virtual Machine</i> (Máquina Virtual Java) |
| LSI | Laboratório de sistemas Integráveis |
| MB | MegaBytes |
| MIT | <i>Massachusetts Institute of Technology</i> |
| NAE | Núcleo de Ação Educativa |
| POIE | Professor Orientador de Informática Educativa |
| RAM | <i>Random Access Memory</i> (Memória de Acesso Aleatório) |
| RGB | <i>red/green/blue</i> (vermelho/verde/azul) |
| SAEB | Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica |
| SME-SP | Secretaria Municipal de Educação de São Paulo |
| TIC | Tecnologias de Informação e Comunicação |
| UML | <i>Unified Modeling Language</i> (Linguagem Unificada de Modelagem) |
| VRML | <i>Virtual Reality Modeling Language</i> (Linguagem de modelagem para Realidade Virtual) |
| WYSIWYG | <i>What You See Is What You Get</i> (O que você vê é o que você tem) |
| X3D | <i>Extensible 3D</i> (Extensível 3D) |
| XML | <i>Extensible Markup Language</i> (Linguagem de marcação extensível) |

NOTAÇÃO

Abaixo descrevemos a notação utilizada nesta dissertação:

a) Termos em inglês para os quais não se encontraram traduções diretas ao português, até o momento da escrita da tese, serão apresentados em itálico.

Exemplo: *software*

b) Palavras reservadas utilizadas durante a implementação serão sublinhadas.

Exemplo: objetoimagem

1 Introdução

1.1 Apresentação

Até o final do século passado, no Brasil, a Educação Infantil não era considerada como parte importante no processo educacional da criança, sendo que as creches e programas pré-escolares eram utilizados somente para o atendimento das crianças de baixa renda com o intuito de combater a pobreza e assegurar a sobrevivência das crianças até seis anos de idade (MEC/SEF, 1998).

Hoje, a Educação pré-escolar passou a ser considerada como a primeira etapa da educação básica, porém, não obrigatória, e tem como objetivo principal propiciar o desenvolvimento integral da criança.

Conforme publicado no relatório do Sistema nacional de avaliação da educação básica, em 2003, “Alunos que fazem a pré-escola e que, portanto, começam a ser alfabetizados antes do ensino fundamental apresentam maiores médias de proficiência na avaliação, corroborando a visão amplamente difundida da influência positiva da educação pré-escolar na progressão da criança no ensino básico. Dessa forma, alunos da 4ª série que fizeram a pré-escola atingiram uma média de 171 pontos na avaliação em leitura. Aqueles alunos que não tiveram essa oportunidade atingem a média de 151. Vinte pontos a menos” (SAEB, 2003).

A educação, em geral, deve favorecer o potencial criativo do aprendiz em todas as atividades, valorizando o pensamento produtivo e as atividades criadoras.

As formas de interação e controle em espaços de Educação Infantil devem ter características lúdicas e educativas, envolvidas pelo processo pedagógico, considerando que o desenvolvimento infantil se dá em uma rede de significações, onde o adulto, a criança e o meio são os atores principais (Roman, 2001).

A criança é um ser humano que possui natureza singular, sente e pensa o mundo de um jeito próprio. No seu processo de construção de conhecimento, utiliza as mais diversas linguagens para expressar suas idéias e criar hipóteses numa busca incessante de conhecimento (Carvalho 2002).

“As tecnologias aplicadas a educação devem ter como função principal serem ambientes intelectuais que permitam aos alunos construir significados e representações próprias do mundo de maneira individual e coletiva” (Roman, 2001).

Porém, a maior parte dos *software* hoje existentes, para a Educação Infantil, se mostram pouco preocupados com o desenvolvimento do potencial criativo da criança, sendo a maioria utilizados somente para exercício de conceitos básicos, sem contemplar o processo de autoria.

Assim, uma promissora área de pesquisa e desenvolvimento tecnológico pouco explorada é a dos Meios Eletrônicos Interativos na Educação Infantil.

Segundo M. K. ZUFFO (2001), Meios Eletrônicos Interativos, é o “acervo tecnológico orientado ao relacionamento sensitivo (audição, visão e tato) entre o usuário e uma infraestrutura computacional”.

A adequada aplicação dos Meios Eletrônicos Interativos no processo educativo pode fornecer atividades criativas e que ampliem as possibilidades de reflexão e pensamento sobre o objeto de estudo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é o de propor um ambiente de autoria e manipulação tridimensional apoiado em Meios Eletrônicos Interativos que estimule o desenvolvimento do potencial criativo e investigativo, individual e coletivo, na Educação Infantil.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho têm-se como objetivos específicos:

- o levantamento da fundamentação teórica para o uso de Meios Eletrônicos Interativos em Educação Infantil;
- o levantamento de ambientes e ferramentas, com propósitos idênticos ou semelhantes, já existentes;
- a identificação dos requisitos funcionais e não-funcionais para ambientes computacionais voltados à Educação Infantil;
- a concepção de um ambiente de autoria para a construção de histórias e narrativas, que possibilite a construção e a exploração de ambientes tridimensionais;
- a implementação de uma ferramenta que permita avaliar a aplicabilidade do ambiente proposto;
- a realização de testes e avaliações da potencialidade da ferramenta.

1.3 Relevância

Hoje, as denominadas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) fazem parte de nossas vidas, ocupando os mais diversos espaços e mostrando-se importantes para o crescimento, principalmente social, de qualquer país. O contato com estas se torna necessário para todos, em qualquer faixa etária e social, porém, grande parte da população de nosso país ainda não tem a oportunidade de utilizar estas tecnologias em seu benefício.

Ao possibilitar, desde cedo, o uso de ferramentas tecnológicas educacionais de qualidade, amplia-se a possibilidade de formar indivíduos mais criativos e aptos a adquirir novos conhecimentos num novo modo de aprender e de interagir com a sociedade.

O uso deste tipo de ferramenta na forma de sistemas de autoria pode proporcionar, além do contato com as TIC's, a possibilidade de expressão do pensamento, criação e imaginação, podendo propiciar uma aprendizagem mais prazerosa, e na qual a criança seja criadora de conhecimento e não apenas receptora de informações.

Este trabalho propõe um ambiente que explore o potencial das TIC's, em particular dos Meios Eletrônicos Interativos, na Educação Infantil, além da proposta de um ambiente, este trabalho traz como resultado a implementação de uma ferramenta de autoria simples e intuitiva, possível de ser utilizada com crianças ainda no princípio do seu processo de alfabetização, possibilitando a realização de testes e avaliações práticas e estudos sobre os benefícios ou malefícios que esta abordagem possa trazer as crianças.

Acredita-se que ambientes, como o proposto neste trabalho, possibilite novas formas de expressão e materialização da imaginação das crianças, proporcionando que suas histórias sejam assistidas por seus colegas, educadores e outros, valorizando e aumentando a confiança em suas escolhas, tornando o aprendizado mais prazeroso.

1.4 Trabalhos Correlatos da equipe do LSI

O grupo Meios Eletrônicos Interativos, do Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Escola Politécnica da USP, realiza pesquisas em diversas áreas como Computação Gráfica, Processamento de Imagens, Realidade Virtual, Telemedicina e Novas Tecnologias para Educação.

Dentre os trabalhos realizados pelo grupo, em Novas Tecnologias para Educação destacam-se os sistemas FACIL, FADAS e EduMusical.

O **FACIL** é um sistema on-line de autoria independente de plataforma para a criação de documentos digitais no formato *HTML*. Este sistema permite a criação de páginas para Internet no modo *WYSIWYG* (o que você vê é o que você tem) de uma maneira bastante fácil sem que sejam necessários conhecimentos prévios na criação de documentos HTML. Podendo ser usado por alunos e professores, na construção e publicação de informações, tornando possível a autoria e socialização do conhecimento entre as comunidades escolares (Alves, 2004).

O **FADAS** é um sistema de autoria de mundos virtuais tridimensionais que permite dois tipos de usuários, o “usuário-autor” que constrói cenários virtuais e o “usuário-explorador” que navega e interage com os mundos virtuais. O sistema pode ser utilizado em computadores convencionais ou em sistemas de múltiplas projeções, suportando estereoscopia e colaboração (usuários criando e interagindo em um mesmo mundo a partir de diferentes computadores em rede local ou à distância via Internet). Foi desenvolvida uma linguagem de programação específica para este sistema que encapsula as complexidades das tecnologias envolvidas, permitindo a criação e manipulação de mundos virtuais por usuários não especialistas (Góes, 2003).

O **EduMusical** é um sistema para aprendizagem interativa de música, que integra Aplicativos e um Portal Educacional. Este sistema oferece ambientes educacionais que possibilitam a interação e aprendizagem colaborativa entre usuários, alunos e professores, ligados em rede local ou fisicamente distribuídos numa rede de longa distância, podendo ser utilizado para a Educação Presencial e para a Educação a

Distância. Este sistema faz uso das novas tecnologias oferecidas pelos Meios Eletrônicos Interativos a fim de oferecer diferentes possibilidades criativas aos alunos e recursos pedagógicos aos professores para aprimoramento de seus conhecimentos em Educação Musical (Ficheman, 2002).

1.5 Estrutura da Dissertação

Este texto é composto por seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma breve introdução à pesquisa, os objetivos e a relevância do trabalho realizado. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica, abordando aspectos tecnológicos e educacionais importantes para a pesquisa. O terceiro apresenta o ambiente proposto, descrevendo seus requisitos, especificações e modelagem. O quarto capítulo descreve os aspectos relacionados à implementação da ferramenta LEGAL, desenvolvida para permitir a avaliação do ambiente proposto. O quinto capítulo descreve os testes realizados e respectivas avaliações. O sexto capítulo traz as conclusões e as propostas para trabalhos futuros.

Existem ainda quatro anexos que trazem complementos importantes para o trabalho. O Anexo I – Comparação do ambiente LEGAL com as ferramentas estudadas apresenta uma tabela comparativa entre o ambiente proposto e os *software* estudados. O Anexo II - Experiências com desenvolvimento de Estratégias de Pedagogia de Projetos traz algumas experiências em Pedagogia de Projetos vivenciadas durante a realização deste trabalho. O Anexo III - Parecer quanto aos aspectos pedagógicos e o Anexo IV - Parecer quanto aos aspectos de Comunicação traz pareceres de especialistas que acompanharam os testes realizados com a ferramenta.

A seguir são apresentadas as referências bibliográficas seguidas por quatro apêndices que complementam o trabalho. O Apêndice A - *Plugins VRML* apresenta uma breve descrição sobre alguns *plugins VRML*. O Apêndice B - Arquivos de sons em VRML traz uma descrição sobre a utilização dos arquivos de sons em VRML. O Apêndice C - Estereoscopia apresenta uma explicação sucinta sobre estereoscopia. O Apêndice D - Navegador Jinx apresenta alguns detalhes importantes sobre o navegador Jinx.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta uma fundamentação teórica, abordando aspectos tecnológicos e educacionais envolvidos no tema desta dissertação. Abrange temas como a construção do conhecimento, crianças contando histórias e realizando projetos, uso das tecnologias digitais na educação, além de um estudo comparativo entre algumas ferramentas educacionais disponíveis atualmente.

2.1 Abordagens pedagógicas e Educação Infantil

2.1.1 A Construção do Conhecimento

Educar, na Educação Infantil, significa propiciar situações de cuidados, brincadeiras e aprendizagens orientadas de forma integrada que possam contribuir para o desenvolvimento das capacidades de relação interpessoal, de ser e estar com os outros em uma atitude básica de aceitação, respeito e confiança, e o acesso, pelas crianças, aos conhecimentos mais amplos da realidade social e cultural (MEC/SEF, 1998).

No processo de construção do conhecimento cabe a criança gerenciar as tarefas de sua aprendizagem com autonomia mediada, orientada e provocada pelo professor, interagindo em ambientes interativos focados na construção do conhecimento e não em um domínio pré-definido de conhecimento que deva ser adquirido.

Para Piaget (1982), a construção do conhecimento ocorre através da interação entre o aprendiz e o objeto de estudo, sendo que este conhecimento não deve ser transmitido e sim descoberto, deslocando assim a preocupação com o processo de ensino para o processo de aprendizagem, caracterizando o Construtivismo.

O conhecimento não é transmitido de uma pessoa para outra, mas construído através da atuação do próprio indivíduo sobre o que deve ser conhecido. A criança deverá então aprender a aprender, a construir seu conhecimento e resignificar novos significados desde muito cedo.

As trocas sociais constituem também um fator de grande importância para este processo. Para Vigotsky (1989), o sujeito não é somente ativo, mas também interativo, constituindo conhecimento através de relações intra e inter pessoais.

Através de interações sociais o aluno cria uma série de idéias e estratégias para a resolução de problemas. Estas interações sociais poderão ser utilizadas como suporte intelectual e afetivo, ou mesmo de problemas contextuais para serem resolvidos, como sugerido por Paulo Freire (1987).

Não existe construção do conhecimento somente por registro de informações e observações, o conhecimento é adquirido através de atividades do próprio aprendiz, sem a necessidade de memorização, através de descobertas e resolução de problemas.

Papert (1999) acredita que, aprendemos melhor fazendo, porém aprendemos melhor ainda, se combinamos nossas atividades falando e pensando sobre o que fizemos.

Para tanto, um ambiente educacional deve permitir uma interação grande do aprendiz com seu objeto de estudo, integrando este a sua realidade. Esta integração deve ocorrer não só no universo aluno, mas no universo aluno-aluno e aluno-professor.

Segundo Carlsson (2002), “o desafio real hoje, não é ensinar – é estimular o aprendizado. Não é instruir – mas provocar experiências que deixem uma marca com a esperança de que produzam uma mudança de mentalidade, uma mudança de atitude”.

Neste contexto, o educador passa a ser também um aprendiz, permitindo que os aprendizes sigam seus próprios interesses. Ele se torna um guia e estimulador das experiências, criando ambientes que contribuam com a construção do conhecimento

individual ou do grupo e encorajando os aprendizes a desenvolverem processos em busca de novos desafios, dialogando sempre. Assim, o conhecimento é adquirido sem roteiros pré-definidos, e os questionamentos levantados pelos aprendizes são altamente valorizados.

Para Freire (1987), “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo”.

Neste caso, o professor deve entender estas idéias e intervir de maneira apropriada para auxiliar o aprendiz no entendimento dos problemas. Ele deve ser um facilitador criativo, um provocador, proporcionando ambientes de aprendizagem para a construção de conhecimentos, tanto individuais como coletivos, produzindo assim o máximo de aprendizagem com o mínimo de ensino possível, alcançando meios de aprendizagem que valorizem a construção mental da criança.

2.1.2 Contando Histórias

As interações com os colegas da mesma idade, com os adultos e com os objetos do mundo, real ou imaginário, são partes essenciais para o processo de aprendizagem e de reconhecimento da criança como sujeito.

Contar histórias desempenha papel fundamental no desenvolvimento da educação. As histórias divertem, educam e dão identidade cultural as crianças, criam o desejo de continuar aprendendo.

A imaginação, ao lado da razão, constitui um mecanismo básico de conhecimento do mundo, permite-nos desenvolver o pensamento criativo, fundamental para a nossa inserção no mundo (Carvalho, 2002).

Ao contar uma história, a criança está ampliando sua cultura e criando referências importantes para seu desenvolvimento, incentivando a imaginação e a leitura. Esse é um recurso valioso e agradável para a aprendizagem e sua complementação.

O narrar possibilita que as crianças mergulhem na história e possam meditar sobre ela, favorecendo o desenvolvimento da sensibilidade artística.

“As crianças possuem uma natureza singular, que as caracteriza como seres que sentem e pensam o mundo de um jeito muito próprio” (MEC/SEF, 1998).

Por meio de histórias as crianças enriquecem suas experiências, desenvolvendo diversas formas de linguagem, ampliando o seu vocabulário e vivendo o imaginário. As histórias transportam as crianças para outro mundo, fazendo com que elas sintam as emoções e as sensações que este mundo desperta.

Ao ter a possibilidade de contar à história que imaginou, a criança poderá desenvolver sua própria capacidade de expressão verbal, reforçando a capacidade de memória e estimulando indiretamente a leitura.

“Ao mesmo tempo que enriquece as possibilidades de comunicação e expressão, a linguagem representa um potente veículo de socialização” (MEC/SEF, 1998).

A proposta é que, por meio de atividades lúdicas e exploratórias, as crianças liberem sua capacidade de criar e de reinventar o mundo, de ter suas fantasias aceitas e exercitadas para que, através do mundo mágico do faz-de-conta, possam explorar seus limites.

Tendo a possibilidade de imaginar e criar, a criança aciona seus pensamentos para a resolução de problemas importantes e significativos para ela.

2.1.3 Crianças pensando e realizando projetos

A Pedagogia de Projetos, tem se mostrado uma importante proposta de aprendizagem, porém ainda pouco utilizada para a Educação Infantil.

“Aprender fazendo, agindo, experimentando, é o modo mais natural, intuitivo e fácil de aprender” (Almeida, 1999).

Esta proposta procura sempre estimular a criatividade com uma aprendizagem ativa, estabelecendo vínculos entre a aprendizagem e a realidade de vida de cada aprendiz.

Um projeto deve sempre favorecer a criação de estratégias para resolver problemas que foram previamente pesquisados, gerando assim diversas hipóteses que serão testadas. Os aprendizes se tornam mais conscientes de sua aprendizagem. “Os

projetos são oportunidades excepcionais para nossas escolas por possibilitarem um arranjo diferente nas dinâmicas de aprendizagem” (Almeida, 1999).

Os conhecimentos desenvolvidos através deste tipo de atividade são construídos de maneira que as crianças não vêem os conteúdos como compartimentos fechados do conhecimento, úteis apenas em sala de aula, todo conhecimento passa a ter significado concreto e útil em seu dia a dia.

Trabalhar com projetos “Significa pensar na aprendizagem como um processo global e complexo, no qual conhecer a realidade e intervir nela não são atitudes dissociadas” (Diários, 1998).

Algumas experiências, como o projeto “Cidade que a gente quer” e a FEBRACE, descritas no Anexo II - Experiências com desenvolvimento de Estratégias de Pedagogia de Projetos, vivenciadas durante a realização deste trabalho, reafirma a importância da Pedagogia de Projetos na educação de crianças e jovens.

Na Educação Infantil, propostas como a Reggio Emilia concebida por Loris Malaguzzi, em uma pequena cidade da Itália, tem tido sucesso de uso no mundo inteiro, se apresentando como um ótimo processo educacional infantil.

Para Malaguzzi, o mentor do sistema, o que as crianças aprendem não ocorre como um resultado automático do que lhes é ensinado (Edwards, 1999).

Nesta proposta as crianças trabalham com pequenos projetos concebidos e elaborados por elas mesmas, sendo incentivadas a expressarem seus pensamentos, idéias, saberes e imaginações nas mais diversas linguagens e expressões. Todos os projetos propõem temas que levam as crianças a explorar eventos, fenômenos e experiências de seu próprio ambiente.

As crianças são produtoras de todo o processo de aprendizagem, percebe-se como autoras e inventoras, tornando seu interesse e motivação cada vez maior, e são reconhecidas assim pelos educadores e não mais como consumidoras do produto “ensino”.

Sendo assim, a criança vive uma experiência de modo linear, dia após dia. Contudo, a aprendizagem e a construção do conhecimento têm um curso mental próprio, cheio de reproduções mentais, reflexões e repetidas representações (Edwards, 1999).

Este sistema busca cultivar e orientar muito cuidadosamente o potencial intelectual, emocional, social e moral de cada criança e os relacionamentos com os adultos, quer professores, pais ou pessoas da comunidade.

Ao trabalhar com projetos, o professor deve então, auxiliar as crianças a descobrirem seus próprios problemas e questões e a formularem hipóteses, não oferecendo soluções fáceis. Seu objetivo não pode ser o de facilitar a aprendizagem, mas ao contrário, deve estimular a criança, tornando seus problemas mais complexos, envolventes e excitantes, com o objetivo de aumentar as possibilidades para que a criança invente e descubra, oferecendo condições para a aprendizagem.

Por ainda serem crianças não alfabetizadas, o registro de todo o processo durante a realização de projetos acontecerá de diferentes formas, como através de narrativas, desenhos, esculturas entre outras coisas.

2.2 Meios Eletrônicos Interativos na Educação Infantil

A introdução dos Meios Eletrônicos Interativos no processo de aprendizagem baseado em projetos torna-se muito interessante, pois o computador traz consigo ambientes de representação, simulação e cooperação, com diferentes possibilidades de expressão, permitindo assim, que as crianças possam criar, desenvolver, relatar e até mesmo divulgar para as pessoas suas descobertas e opiniões.

Para Papert (1999), o computador pode dar forma concreta a áreas do conhecimento que pareciam ser anteriormente intangíveis e abstratas, e assim a tecnologia computacional pode prover as crianças novas possibilidades de aprender, pensar e crescer tanto cognitivamente como emocionalmente.

Ao introduzir estas ferramentas na Educação Infantil, torna-se necessária a criação de sistemas de autoria onde as crianças possam expressar seu pensamento e imaginação, construindo seu próprio aprendizado através deste contato.

O uso dos Meios Eletrônicos Interativos pode ser fonte de motivação para as crianças, pois possibilita a realização de atividades criativas e interativas, ampliando as estratégias para o desenvolvimento das habilidades cognitivas, melhorando a

performance da criança em vários aspectos, desde o afetivo até o intelectual, formando assim indivíduos mais questionadores e participativos.

“Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão” (Freire, 1987).

O Mundo, hoje, espera pessoas críticas, com capacidade de aprender a aprender, dentre outros potenciais, portanto, a criança deve começar o processo de construção destas competências desde muito cedo, e o computador pode ser um importante companheiro neste processo.

“A participação infantil no uso de novas tecnologias deveria ser vista como uma oportunidade sem precedentes para as crianças se educarem e prepararem a futura integração no mundo profissional” (Carlsson, 2002).

Ao entrarem em contato com os computadores em seu dia-a-dia, as crianças têm a chance de entrar no mundo da fantasia, construindo de forma lúdica seu aprendizado. A aprendizagem através de atividades lúdicas torna o processo educacional muito mais prazeroso tanto para a criança quanto para o professor.

Os computadores permitem aos educadores atitudes menos diretivas, aumentando a capacidade criativa dos alunos, escolhendo situações de aprendizagem não delimitadas pelo educador. O contato com as novas tecnologias desperta a curiosidade e instiga o questionamento.

O uso do computador permite que a criança, após ter trabalhado conceitos concretos, possa fazer uma abstração do seu pensamento, criando assim uma maneira diferente de pensar.

O desenvolvimento intelectual da criança ocorre através de uma série de interações com o meio em que está inserida, se este meio que lhe é apresentado é rico e variado de estímulos e recursos como por exemplo o computador, pode favorecer um desenvolvimento mais rico, diversificado e acelerado para a criança.

Incorporar as novas tecnologias no processo educacional não serve somente para expandir o acesso a informação, mas sim para promover ambientes que privilegiam a construção do conhecimento e a comunicação. “Tecnologias e conhecimentos se integram para produzir novos conhecimentos que permitam compreender as

problemáticas atuais e desenvolver projetos, em busca de alternativas para a transformação do cotidiano e a construção da cidadania” (Almeida, 2004).

2.2.1 Ambientes tridimensionais

Os Ambientes Virtuais Interativos permitem a exploração em 3 dimensões com interação dinâmica entre o usuário e o ambiente; objetos podem ser deslocados, transformados e reagirem ao usuário; sons podem prover no ambiente um contexto de informações que são adicionadas por narração.

Uma característica importante é o fato destes sistemas serem dinâmicos, ou seja, os cenários se modificam em tempo real à medida que os usuários vão interagindo com o ambiente.

Estes ambientes buscam estimular a capacidade de observação e de resolução de problemas, proporcionando o raciocínio, a coordenação, o estímulo a criatividade, entre outros.

Ao trabalhar com espaços tridimensionais a criança poderá exercitar a representação de espaço, percebendo formas dos objetos vistos dos mais diversos ângulos, identificando suas dimensões e proporções e relacionando-os com as formas geométricas conhecidas.

O ambiente tridimensional permite trabalhar de forma indireta com a coordenação motora visomanual (ampla e fina), percepção visual (tamanho, cor, detalhes, formas, posição, lateralidade) e auditiva, orientação temporal e espacial, conceitos estes muito importantes para o desenvolvimento de crianças na Educação Infantil.

2.2.2 Ambientes Imersivos com Estereoscopia

A idéia de imersão está ligada com a sensação de se sentir dentro do ambiente.

Normalmente, a fim de atingir a sensação de imersão, a exibição é realizada através de dispositivos especiais como HMDs (*Head Mounted Display*), BOOMs (*Binocular*

Omni-Orientation Monitor), *Shutter-Glasses* ou CAVEs (*Cave Automatic Virtual Environment*). A Figura 2-1 mostra alguns destes dispositivos.



Figura 2-1: HMD e *Shutter-Glasses* (abs-tec, 2004)

Além do sentido visual, outros sentidos também são importantes para a sensação de imersão, como, por exemplo, a audição, o controle reativo, o tato, entre outros.

Os dispositivos utilizados nos ambientes imersivos favorecem muito mais a conexão e permanência do usuário ao ambiente virtual, por utilizar os sentidos humanos para a interação.

A CAVERNA Digital (*CAVE Automatic Virtual Environment*) é um sistema em forma de cubo, onde as paredes são telas nas quais as imagens de alta resolução são projetadas, sendo estas imagens estereoscópicas, permitindo assim que usuários se sintam totalmente inseridos em simulações geradas por computador. A Figura 2-2 mostra imagens da CAVERNA Digital.

A CAVERNA Digital do LSI-EPUSP é composta por um cubo de dimensão 3m x 3m x 3m com projeção em 5 de suas faces (4 paredes e piso). Para o sistema de projeção são utilizados cinco projetores de alta resolução.

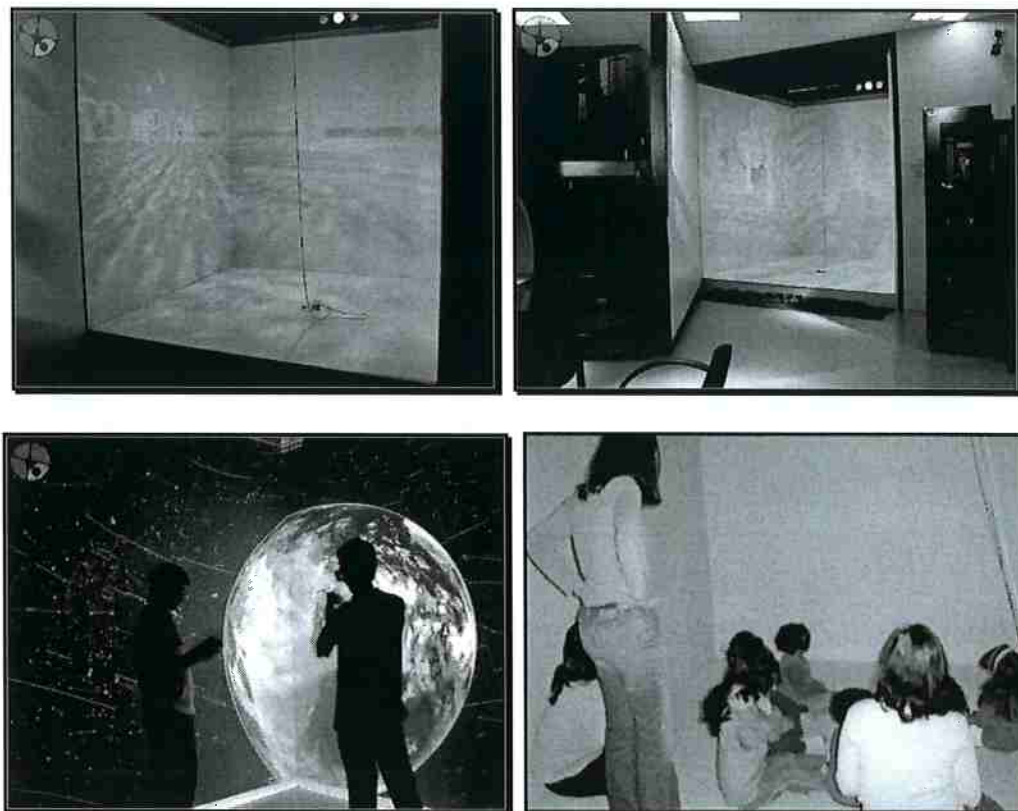


Figura 2-2: CAVERNA Digital (Interativos, 2004)

A preparação do usuário para uma experiência virtual imersiva completa começa antes mesmo do usuário entrar no interior do cubo. Um dos cuidados é a adaptação do sistema visual humano a intensidade de luz projetada nas faces.

Para induzir no usuário a sensação da imersão com visão em profundidade, estereoscopia, é utilizado um sistema de projeção estereoscópica ativa, isto é, são geradas duas imagens, uma para cada olho (J. A. Zuffo, 2001). Para maiores detalhes sobre estereoscopia consultar Apêndice C - Estereoscopia.

Sistemas como a CAVERNA Digital podem fornecer ferramentas importantes utilizadas em várias aplicações educacionais e na engenharia e ciências.

Um Ambiente Computacional Imersivo auxilia a expandir os processos normais de aprendizado, principalmente quando a criança é encorajada a participar de um processo criativo e imaginário se sentindo dentro de um ambiente diferente que traz representações, antes somente imaginadas, e que podem agora ser manipuladas, tornando o processo de aprendizagem uma brincadeira.

2.3 *Software* Educacionais

2.3.1 *O desenvolvimento de Software Educacionais*

Um *software* educacional infantil deve proporcionar a oportunidade de explorar e expressar idéias e conceitos, deve possibilitar que a criança observe a situação de aprendizagem de diversas maneiras e pontos de vista, através da colaboração e da discussão entre os aprendizes e também destes com os educadores. Deve provocar a curiosidade da criança levando-a a buscar conhecimento, promovendo iniciativa e auto-confiança, desenvolvendo a linguagem, o pensamento e a concentração.

Um fator essencial no *software* educativo é que ele seja interativo, isto é, o usuário deve estar em plena comunicação com o sistema e vice-versa. Nele, o usuário pode interagir de diversas formas, através de resolução de problemas, da análise de representações gráficas, da simulação e da participação ativa no próprio ambiente, como um agente ativo.

Hoje os computadores começam a ser vistos como ambientes educacionais e tornam-se uma parte integral de muitas escolas e casas, aumentando a necessidade de desenvolver novas, criativas e excitantes tecnologias para crianças (Druin, 1999a).

Quando idealizados para crianças que ainda se encontram no início do processo de alfabetização, os *software* devem possuir uma interface simples, intuitiva, interativa e de fácil compreensão, fazendo com que as crianças aprendam enquanto brincam.

2.3.2 *Crianças participando do projeto de software*

A construção de *software* para crianças apresenta uma série de novos desafios. Crianças são usuárias especiais, com seus próprios desejos, curiosidades e necessidades.

As crianças são capazes de dizer do que gostam ou não gostam, têm curiosidades e necessidades que não são as mesmas dos designers de software, de seus pais ou professores (Druin, 1999b).

Pensando nisso, precisamos nos questionar como construir software que satisfaça estes pontos especiais que encontramos quando trabalhamos para crianças.

Mesmo contando com uma equipe multidisciplinar para a elaboração e desenvolvimento dos software, é preciso compreender sobre o que as crianças gostariam de ter como produto. Um grupo de desenvolvimento de novas tecnologias para crianças deve considerar estes aspectos durante a concepção e especificação de um software educacional, e construir tecnologias que sejam mais intuitivas e satisfaçam estas necessidades.

Sendo assim, uma participação importante que podemos incluir neste processo é a das próprias crianças, pois as crianças são detentoras de um conhecimento indispensável o qual não encontramos na literatura, o que elas querem e gostam.

A participação da criança durante o processo de desenvolvimento é superior a mera observação da criança sobre as tecnologias que os adultos inventaram para ela, sendo também uma maneira de procurar entender melhor a relação da criança com a tecnologia.

Segundo Druin (2002), a participação das crianças no processo de desenvolvimento das novas tecnologias, inclusive software, pode se dar de diversas maneiras, entre elas: crianças como usuárias de tecnologia, crianças como examinadoras, crianças como informantes e crianças como companheiras de projeto.

O papel da criança como usuária é o mais comum entre esses. Neste papel a criança faz uso de novas tecnologias e é observada pela equipe. Durante esta experiência procura-se entender o comportamento e a aprendizagem que as crianças demonstram durante o uso desta tecnologia. Este tipo de participação torna possível a identificação de pontos importantes para as crianças para que possam ser aplicados no desenvolvimento de futuras tecnologias.

No papel de examinadoras, as crianças fazem uso de protótipos de futuros produtos antes de serem disponibilizados. Sendo assim, torna-se possível para equipe de

desenvolvimento à identificação e correção de possíveis inconsistências técnicas e pedagógicas encontradas no uso pelas crianças e que poderão ser corrigidas antes do término de desenvolvimento do produto.

Já com o papel de informante, a criança é observada utilizando tecnologias já existentes antes do início do processo de desenvolvimento de novas tecnologias. Assim o processo de desenvolvimento inicia-se baseado nestas observações e a participação das crianças pode ser retomada durante todo o restante do processo, quando a equipe julgar necessária.

A participação das crianças como companheiras de projeto é bem semelhante ao papel de informantes, porém, como companheiras, participam desde a pesquisa e durante todo o processo de desenvolvimento. Portanto, tudo é decidido de acordo com a opinião da equipe juntamente com as crianças.

Em qualquer um dos papéis que exerça, a participação das crianças torna possível a construção de novas tecnologias que correspondam às suas expectativas, desempenhando assim um importante papel no processo de ensino aprendizagem destes usuários.

Esta participação pode promover a qualidade de acesso que queremos quando desenvolvemos tecnologias educacionais.

Neste trabalho optamos por trazer as crianças como examinadoras para nos auxiliar no desenvolvimento deste ambiente, procurando entender o que procuram durante o uso da ferramenta e o que desejam que este ambiente ofereça a elas, analisando a interface, usabilidade, funcionalidade entre outras características.

2.3.3 Qualidade de Software Educacional

A qualidade de um *software* educacional é determinada por um conjunto de características pedagógicas e técnicas.

2.3.3.1 Características pedagógicas de qualidade de software

As características pedagógicas são atributos que mostram a viabilidade do uso do *software* no processo educacional.

Como características pedagógicas podemos destacar:

- ***Ambiente educacional:*** permitir a identificação do modelo de aprendizagem que compõem sua base pedagógica;
- ***Seguir critérios curriculares:*** ser adequado ou ter facilidade para se adequar ao contexto escolar;
- ***Aspectos didáticos:*** contribuir para que o aprendiz alcance seus objetivos educacionais, sendo um elemento que motive o processo de aprendizagem.

2.3.3.2 Características técnicas de qualidade de software

Como características técnicas segundo ISO/IEC 9126 (Côrtes, 2001) temos:

- ***Funcionalidade:*** diz respeito a um conjunto de funções, que satisfazem as necessidades explícitas ou implícitas do usuário e suas propriedades específicas.
 - ***Adequação:*** o *software* se adapta as necessidades do usuário, com funções apropriadas.
 - ***Acurácia:*** as funções correspondem com resultados precisos e coerentes de acordo com o esperado.
 - ***Interoperabilidade:*** módulos integrados que interagem perfeitamente com outros sistemas.
 - ***Segurança de acesso:*** sistema protegido contra acessos não autorizados.
 - ***Conformidade:*** conformidade com normas, padrões, convenções ou regras estabelecidas.

- **Confiabilidade:** diz respeito à capacidade do *software* manter seu nível de desempenho, sob condições estabelecidas, por um período de tempo.
 - *Maturidade:* frequência que apresenta falhas.
 - *Tolerância a Falhas:* capacidade de manter determinados níveis de desempenho mesmo na presença de problemas.
 - *Recuperabilidade:* capacidade de restabelecer o nível de desempenho e recuperar dados em caso de ocorrência de falha.
- **Usabilidade:** diz respeito ao esforço necessário para usar um produto de *software*, bem como o julgamento individual de tal uso por um conjunto explícito ou implícito de usuários.
 - *Inteligibilidade:* facilidade de entendimento lógico de funcionamento do produto e aplicação do *software*.
 - *Apreendibilidade:* facilidade de aprender a utilização do *software*.
 - *Operabilidade:* facilidade de operação do *software*.
- **Eficiência:** diz respeito ao relacionamento entre o nível de desempenho do *software* e a quantidade dos recursos utilizados sob as condições estabelecidas.
 - *Comportamento em relação ao tempo:* em relação ao tempo de resposta e/ou processamento de funções.
 - *Comportamento em relação aos recursos:* quantidade de recursos computacionais exigidos pelo sistema.
- **Manutenibilidade:** diz respeito ao esforço necessário para fazer modificações específicas no *software*.
 - *Analisabilidade:* medida de esforço para identificar falhas.
 - *Modificabilidade:* medida de esforço necessário para ser modificado ou alterado

- *Estabilidade*: medida de riscos de efeitos inesperados provenientes de modificações.
 - *Testabilidade*: medida do esforço necessário para testar o *software* alterado.
- **Portabilidade**: diz respeito à capacidade de o *software* ser transferido de um ambiente operacional para outro.
- *Adaptabilidade*: adaptação em ambientes diferentes do originalmente especificado.
 - *Facilidade de instalação*: medida do esforço necessário para instalar o produto.
 - *Capacidade para co-existir*: medida do nível de conformidade do produto com padrões referentes à portabilidade.
 - *Facilidade para substituir*: medida de esforço necessário para usar o produto em substituição a outro, previamente especificado.

2.4 Levantamento de ferramentas

Descreveremos, a seguir, alguns produtos educacionais existentes hoje no mercado, abordando seus aspectos positivos e negativos e comparando recursos.

Estes software foram selecionados pois se enquadram na linha de pesquisa desta proposta. Mesmo existindo outros com os mesmos objetivos todos acabam sendo bastante parecidos com os aqui descritos.

2.4.1 Gibizinho

O *software* Gibizinho, fabricado pela Kiq Software, permite que crianças criem histórias em quadrinhos. Possui mais de 300 desenhos divididos em categorias como

personagens, cenários, balões, objetos entre outros. Permite impressão e edição das figuras (Softmarket, 2004). A Figura 2-3 apresenta telas do *software* Gibizinho.



Figura 2-3: Telas do *Software* Gibizinho

Este *software* possui uma interface bastante intuitiva, de fácil utilização. Possibilita a edição das figuras (aumentar, diminuir espelhar, etc.), impressão das histórias criadas, além de permitir a inserção de novos objetos e cenários no acervo.

Sua interface, mesmo sendo intuitiva, trabalha com textos, excluindo o seu uso por crianças ainda não alfabetizadas.

2.4.2 HagáQuê

O HagáQuê é um editor de histórias em quadrinhos para o uso pedagógico, desenvolvido pelo Instituto de Computação da Unicamp. Foi desenvolvido com intuito de facilitar o processo de criação de uma história em quadrinhos por uma

criança ainda inexperiente no uso do computador, mas com recursos suficientes para não limitar sua imaginação.

O *software* vem sendo bastante usado por pessoas com necessidades especiais, assim este vem passando por um processo de *redesign*, visando melhorar sua acessibilidade (HagáQuê, 2005). A Figura 2-4 apresenta telas do *software*.

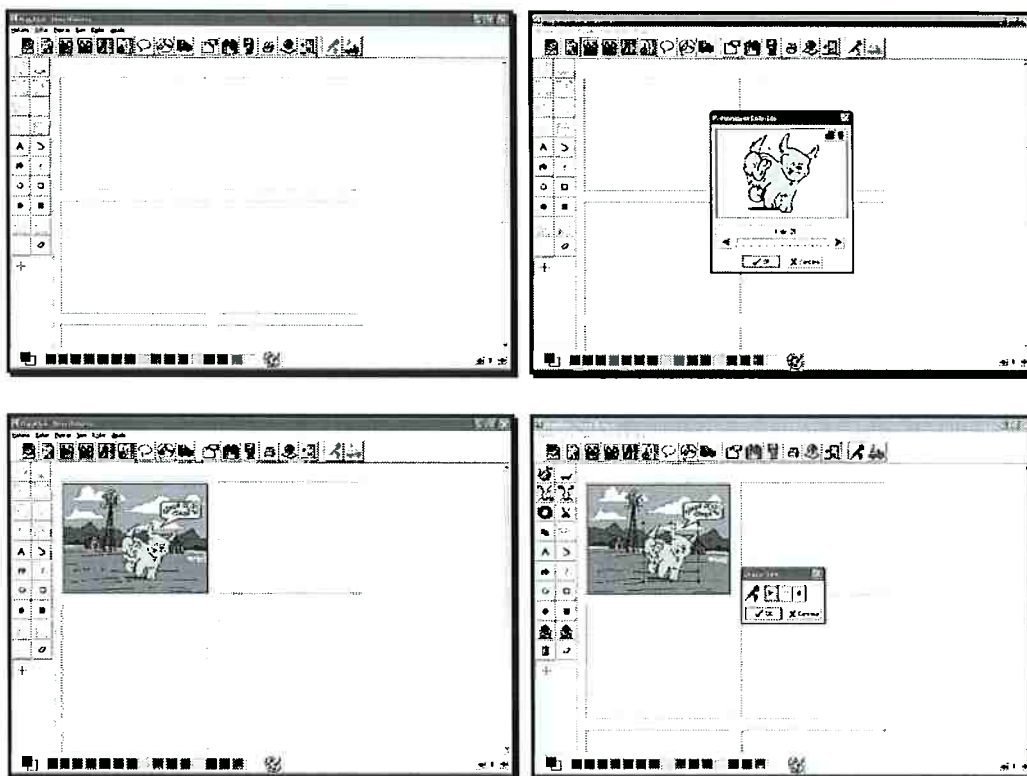


Figura 2-4: Telas do *Software* HagáQuê

Um aspecto bastante interessante deste *software* é a possibilidade de inserir desenhos feitos pelas crianças no acervo e ainda permitir publicação das histórias criadas pelas crianças na Internet. Esta interface é também bastante intuitiva, porém, trabalha com textos excluindo o uso por crianças ainda não alfabetizadas.

2.4.3 *Coelho Sabido Pré*

O Coelho Sabido Pré, comercializado pela The Learning Company, e baseado na história de uma festa, onde um dos personagens esconde todo o material da festa.

Para recuperar estes objetos as crianças devem realizar atividades em cinco ambientes diferentes. As atividades são relacionadas a memória, pensamento crítico, conceitos de tempo, medidas e direção, com relatório de desempenho (Softmarket, 2004). A Figura 2-5 apresenta algumas telas do *software*.

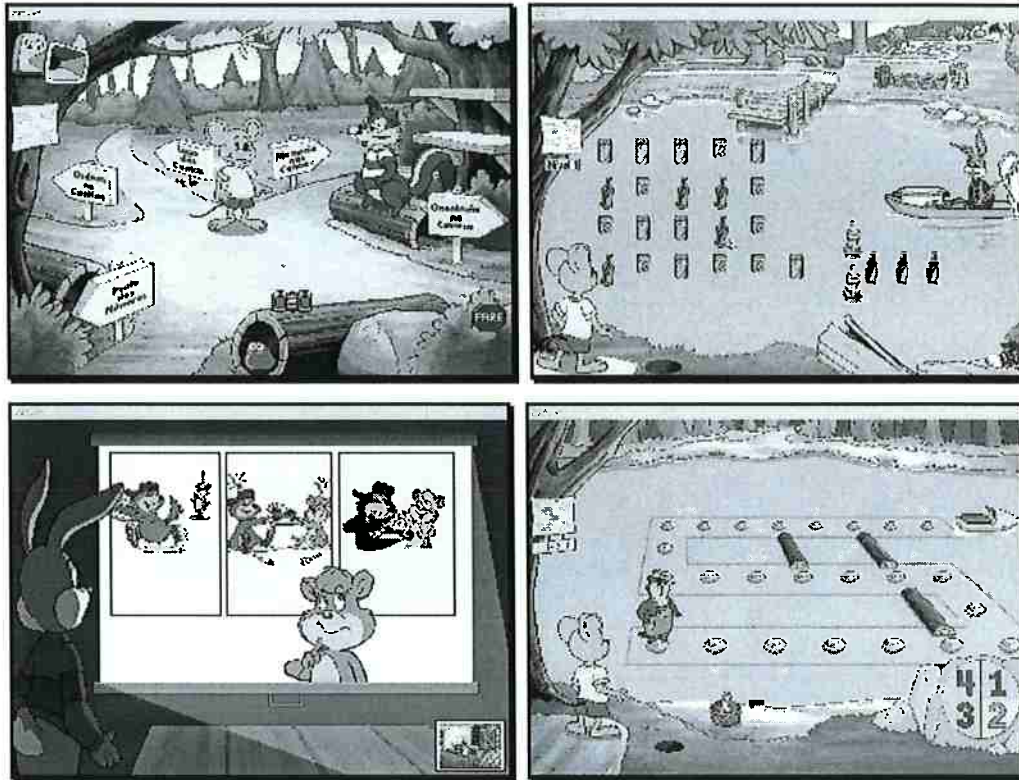


Figura 2-5: Telas do *Software Coelho Sabido Pré* (Softmarket, 2004)

Neste *software*, a criança poderá criar novos objetos para fazerem parte do cenário desta história, porém não permite a criação de novas histórias pelas crianças.

2.4.4 Oficina de Histórias

Este *software*, produzido pela Objetivo Multimídia, permite a criação de histórias. Possui vários cenários, personagens, objetos e animais, para inserir no texto. Permite visualizar e imprimir as histórias, salvar e inserir sons e também gravar voz. Inclui alguns jogos (Softmarket, 2004). A Figura 2-6 mostra algumas telas do *software*.

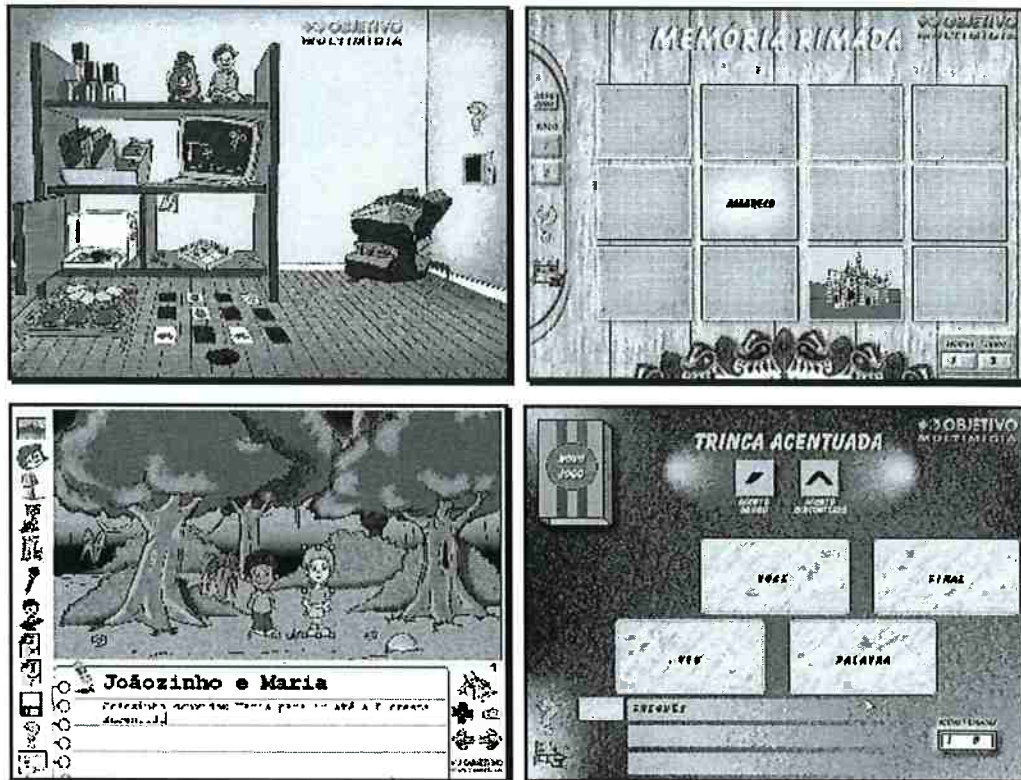


Figura 2-6: Telas do *Software* Oficina de Histórias (Softmarket, 2004).

Sua interface possui muitos recursos e trabalha com textos dificultando o seu uso por crianças ainda não alfabetizadas.

2.4.5 *Kid Pix Deluxe*

No *software* Kid Pix Deluxe, fabricado pela Broderbund, a criança pode criar projetos utilizando imagens de fundo, ambientes de arte, cores, texturas, carimbos, adesivos, animações e sons. Possui diversas ambientes para desenho como, baldes de preenchimento, carimbos, *spray*, pincel entre outras. Permite também inserir um som da biblioteca de sons, importar ou gravar seu próprio som. Permite configurar múltiplos usuários ao mesmo tempo para o uso em sala de aula ou no caso de diversas crianças utilizarem o mesmo computador (Softmarket, 2004). A Figura 2-7 apresenta telas do *software*.

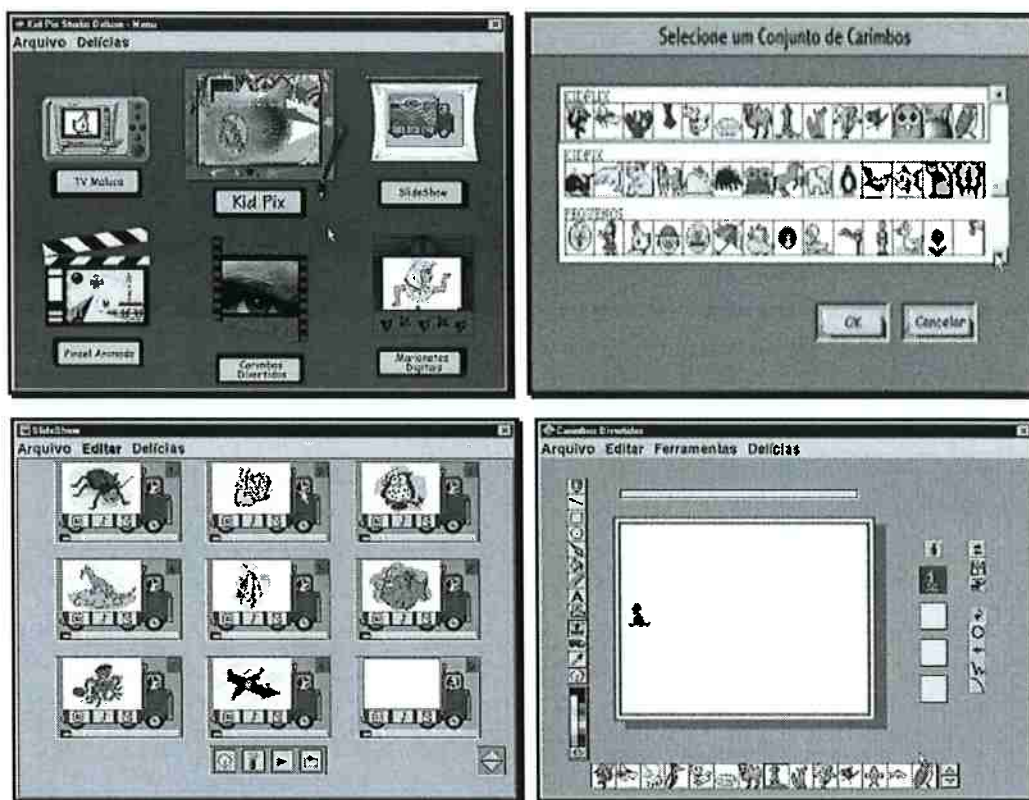


Figura 2-7: Telas do *Software*: Kid Pix Deluxe (Softmarket, 2004)

Não possui recursos para edição das imagens e trabalha com textos dificultando o seu uso por crianças ainda não alfabetizadas.

2.4.6 *Imagine*

Imagine é um *software* comercializado pela Cnotinfor, voltado para aplicações educacionais. Permite a criação de projetos multimídia, apresentações para aulas, palestras, livros eletrônicos com animação e interação.

É possível criar imagens, editá-las, montar apresentações, e programar aplicações simples ou complexas. Pode ser usado em dois níveis de complexidade: autoria simples, autoria + Linguagem LOGO (*Imagine*, 2005). A Figura 2-8 apresenta telas do *software*.

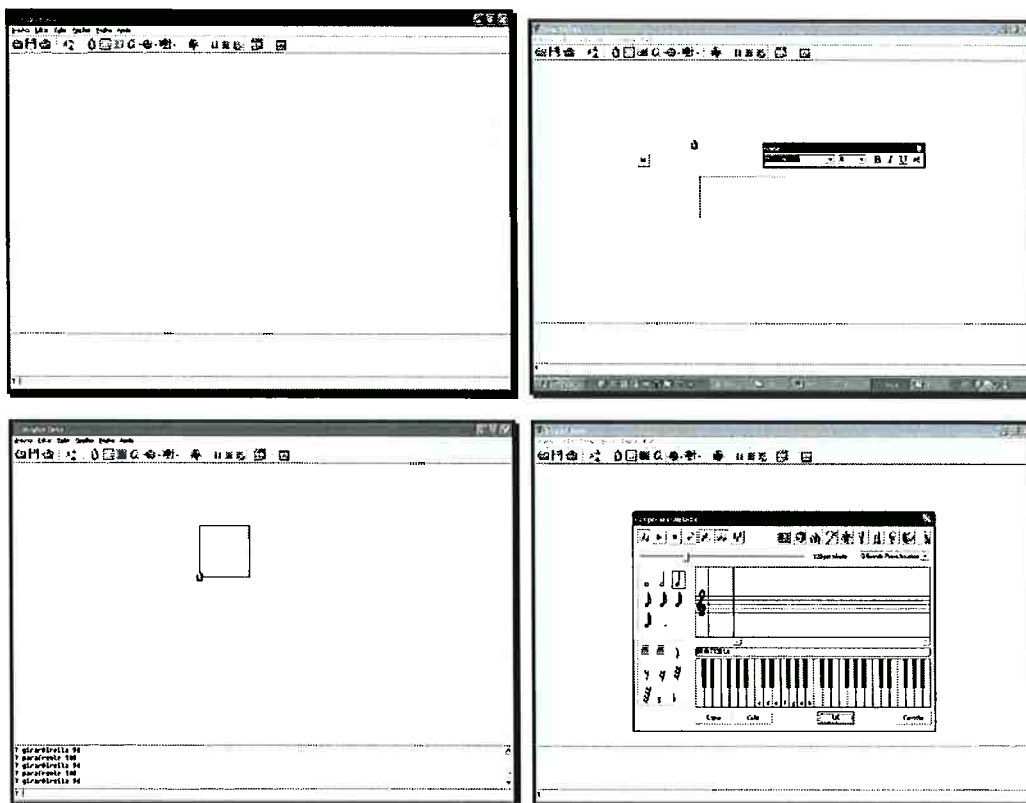


Figura 2-8: Telas do *Software: Imagine*

Este *software* permite a criação de desenhos, manipulação de objetos, criação de animações e colaboração entre usuários. Possui suporte a comando de voz, vídeos, músicas e sons. Trabalha com menus de texto, dificultando seu uso por crianças ainda não alfabetizadas.

2.4.7 NICE

O Projeto Nice (*The Narrative Immersive Constructionist/Collaborative Environments project*), do *Interactive Computing Environments Lab* e *Electronic Visualization Lab*, é um projeto baseado em um cenário de Realidade Virtual realizado em um ambiente imersivo de múltiplas projeções tipo CAVE (*CAVE Automatic Virtual Environment*), onde crianças constróem e cultivam ecossistemas. Baseia-se na teoria do Construcionismo. Para interagir com o sistema as crianças utilizam óculos obturadores e um *joystick* simulando uma varinha com 3 botões, uma para pegar e plantar, outro para alterar o tamanho e outro para saltar. Suporta

colaboração distribuída em tempo real. As crianças em locais remotos podem interagir no jardim. Mesmo não sendo um ambiente de autoria, os pesquisadores afirmam que é bastante flexível para se expandir tornando-se um (NICE, 2004). A Figura 2-9 apresenta telas do projeto.

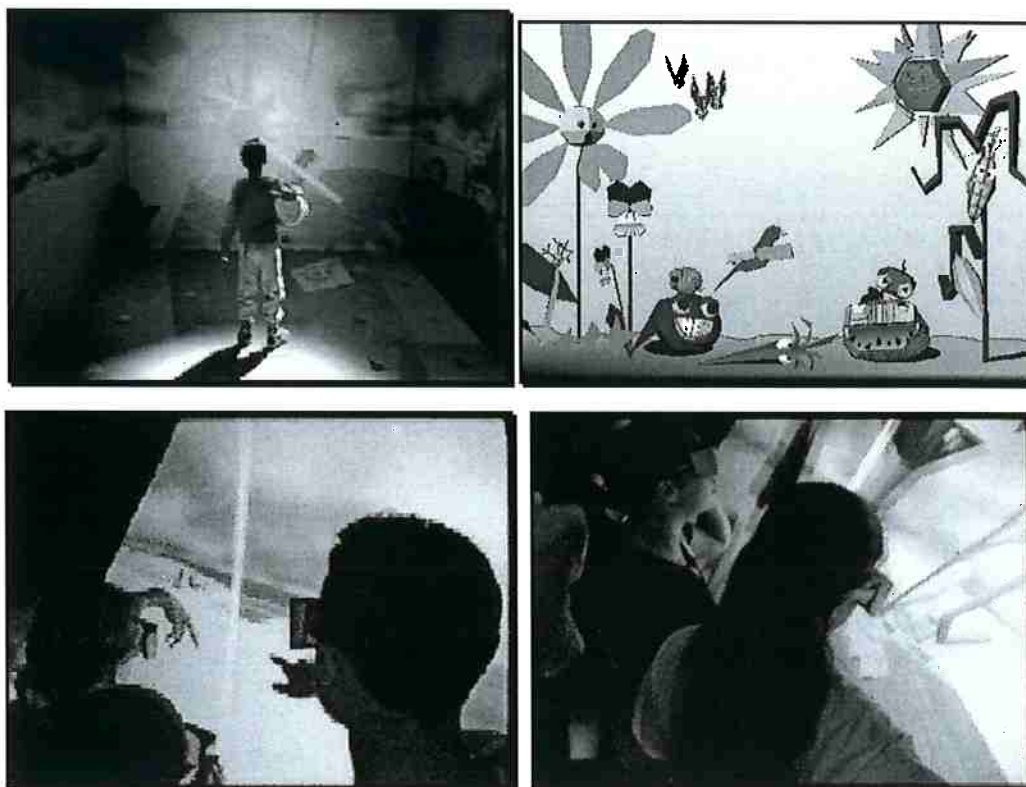


Figura 2-9: Telas do *Software NICE* (NICE, 2004)

Permite a interação dos usuários com o ambiente tridimensional e a comunicação através de microfones.

Um aspecto negativo deste ambiente é o fato de não ser um ambiente de autoria e só poder ser utilizado em ambientes imersivos de múltiplas projeções.

2.4.8 *Alice*

O *Alice*, da *Carnegie Mellon University*, é um ambiente tridimensional programável e interativo. Seu objetivo é a construção de ambientes tridimensionais facilmente. Feito para usuário dos cursos de graduação com pouca ou nenhuma experiência em programação, este *software* tem feito bastante sucesso com as crianças, por

apresentar uma plataforma bastante amigável, aliando o lúdico ao agradável (Alice, 2004). A Figura 2-10 apresenta algumas telas do *software*.

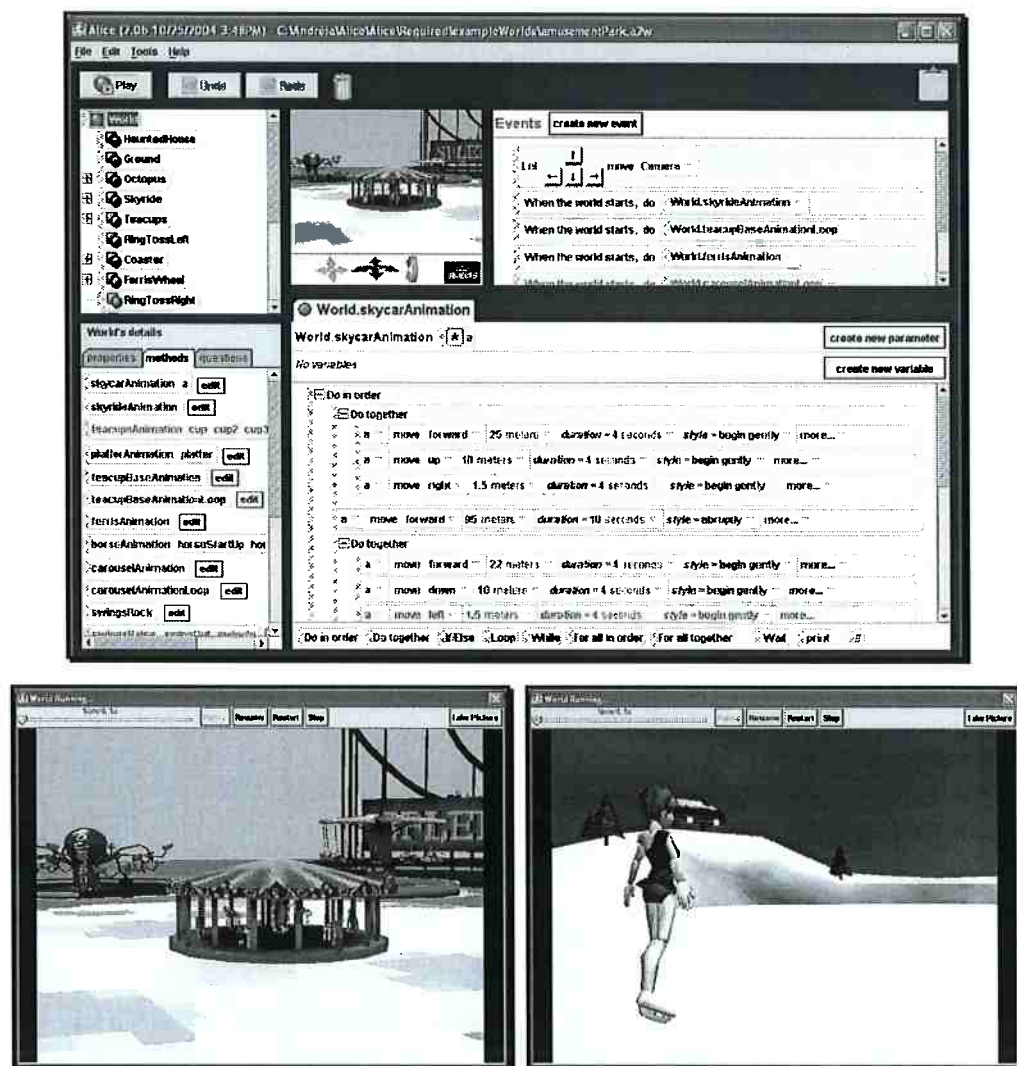


Figura 2-10: Telas do *Software Alice*

Este ambiente permite a utilização de eventos com mouse e teclado que disparam animações, além de possibilitar a inserção de novos objetos e cenários que não façam parte do acervo. Importa diversos formatos de arquivos tridimensionais.

Seu maior inconveniente é que sua interface está em inglês, e os mundos virtuais são construídos por programação, dificultando seu uso por crianças ainda não alfabetizadas.

2.4.9 FADAS

Este *software*, produzido no Laboratório de Sistemas Integráveis da Escola Politécnica da USP, permite a construção e manipulação de mundos virtuais em computadores virtuais e ambientes imersivos de múltiplas projeções, de maneira simples, tornando estes ambientes acessíveis a usuários não especialistas. Este sistema possui dois tipos de usuários, o “usuário-autor”, que projeta e implementa os mundos virtuais através da ambiente, e o “usuário-explorador”, que navega e interage com o mundo virtual construído. Com o cenário já pronto, o “usuário-autor”, pode criar um programa para controlar o mundo virtual, manipulando objetos e codificando respostas para as interações entre os objetos virtuais e também interações envolvendo usuários reais localizados na CAVERNA Digital. O sistema propõem uma linguagem de programação, com comandos simples e conceitos próximos do mundo real, para criar e manipular objetos em mundos virtuais (Góes, 2003). A Figura 2-11 apresenta telas do *software*.

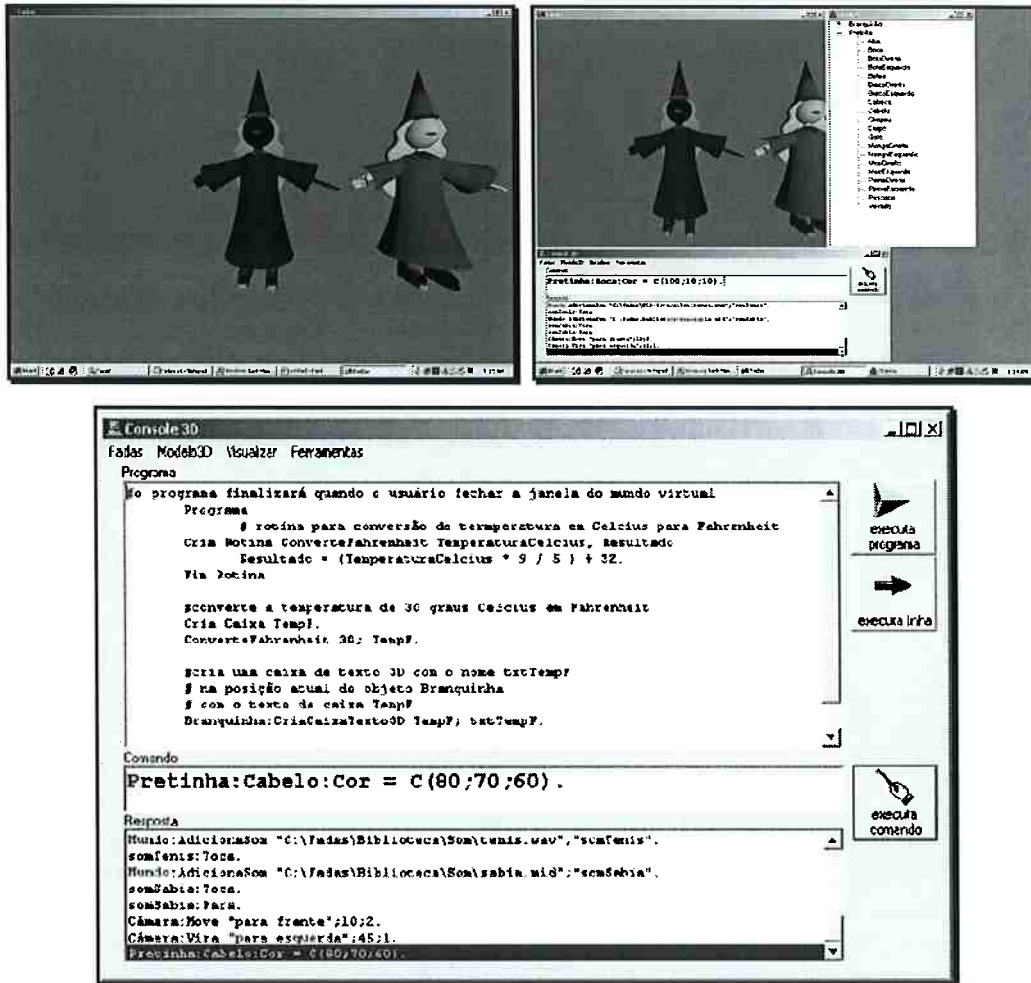


Figura 2-11: Telas do Software FADAS (Góes, 2003)

Este ambiente permite a geração de mundos virtuais estereoscópicos, além da colaboração entre usuário. A interação para a construção dos mundos virtuais é através de programação, dificultando, assim, seu uso por crianças ainda não alfabetizadas.

2.4.10 Comparação dos recursos

A Tabela 2-1 relaciona alguns dos recursos disponíveis nos software acima relacionados.

Tabela 2-1: Comparação de recursos

| <i>Recursos</i> | <i>Gibizinho</i> | <i>HagáQué</i> | <i>Coelho Sabido</i> | <i>Oficina de Histórias</i> | <i>Kid Pix Deluxe 3</i> | <i>Imagine</i> | <i>NICE</i> | <i>Alice</i> | <i>FADAS</i> |
|-----------------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|-------------|--------------|--------------|
| Português | X | X | X | X | X | X | | | X |
| Inglês | | | | | | | X | X | |
| Windows | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Linux | | | | | | | X | X | |
| CD-Rom | | | X | X | X | X | | | |
| Gratuito | | X | | | | | X | X | X |
| Biblioteca de Imagens | X | X | | X | X | X | | X | X |
| Biblioteca de Sons | | X | | X | X | X | | | X |
| Edição de Imagem | X | X | | X | X | X | | | X |
| Gravador de Voz | | X | | X | X | X | | | |
| Permite Impressão | X | X | X | X | X | X | | | |

| <i>Recursos</i> | <i>Gibizinho</i> | <i>HagáQué</i> | <i>Coelho Sabido</i> | <i>Oficina de Histórias</i> | <i>Kid Pix Deluxe 3</i> | <i>Imagine</i> | <i>NICE</i> | <i>Alice</i> | <i>FADAS</i> |
|---------------------------------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|-------------|--------------------|--------------|
| | | | | | | | | | |
| Autoria 2D gráfica | X | X | X | X | X | X | | | |
| Autoria 3D por comandos | | | | | | | | X | X |
| Visualização, Navegação e manipulação | | | | | | | X | X | X |
| Imersivo | | | | | | | X | X | X |
| Estereoscopia | | | | | | | X | X | X |
| Colaborativo | | | | | | X | X | X | X |
| Multiplataforma | | | | | | | | | |
| Comunicação textual | X | X | | X | X | X | X | X | X |
| Comunicação oral (síntese de voz) | | | X | | | X | | | |
| Público Alvo | 7 a 10 anos | 6 à 14 anos | 4 à 6 anos | 7 à 10 anos | 4 à 11 anos | ? | 6 à 10 anos | Curso de graduação | 7 à 15 anos |

Observamos, através do estudo destas e de outras ferramentas, que poucos contemplam as crianças na Educação Infantil que se encontram no início de seu processo de alfabetização.

Um outro fator de extrema relevância nos software estudados é que praticamente todos apresentam um alto custo, dificultando seu uso em escolas públicas, que não possuem grandes recursos financeiros para esse tipo de investimento.

Os sistemas que permitem a criação de ambientes virtuais tridimensionais utilizam-se de programação, mesmo que em linguagem básica, para a interação e navegação, dificultando seu uso com crianças ainda não alfabetizadas.

2.5 Conclusões

A pedagogia de projetos na Educação Infantil mostra um novo rumo no processo de aprendizagem das crianças, trazendo, desde muito cedo, uma nova maneira para a construção do conhecimento.

O uso das TIC's na Educação Infantil começa a ser bastante explorado, criando novos desafios na construção e uso destas ferramentas.

Poucos software educacionais, que exploram a autoria e a construção do conhecimento, são destinados as crianças na Educação Infantil. A maior parte destas ferramentas utilizam a linguagem escrita para a criação, limitando seu uso por crianças ainda em processo de alfabetização, criando a necessidade da construção de novas ferramentas pensadas para este público alvo.

3 Proposta de Ambiente de Autoria e Manipulação 3D

A partir dos estudos realizados pode-se pensar em uma solução personalizada que possa atender as necessidades específicas do público alvo, permitindo uma maior usabilidade destas tecnologias. Este capítulo apresenta a descrição do ambiente proposto.

3.1 Concepção

Este projeto visa propor um ambiente computacional para Educação Infantil que possibilita a criação e expressão de pensamentos, sem que seja necessário que a criança esteja totalmente alfabetizada, podendo auxiliar o processo de alfabetização, através do contato com palavras e frases simples, associadas a representações gráficas, tornando-se assim uma nova forma de expressão entre as diferentes linguagens utilizadas na Educação Infantil.

O ambiente foi concebido para crianças na Educação Infantil, na faixa dos 4 aos 6 anos de idade, sendo possível também seu uso em outras faixas etárias, permitindo que a criança possa expressar toda sua criatividade e imaginação para criar e contar histórias. Através de uma biblioteca de imagens e sons, disponibilizados pelo sistema, a criança poderá criar um cenário, inserir objetos e associar sons a eles, além de utilizar o recurso de gravação para gravar sua própria voz, narrando sua história.

Sendo assim, além do estímulo a criatividade, o ambiente oferece recursos para o uso da linguagem oral, possibilitando a ampliação do vocabulário da criança.

A Figura 3-1 apresenta uma visão geral do ambiente proposto.

Após ter elaborado a história, a criança tem a possibilidade de assistir sua própria criação, agora em um ambiente tridimensional, onde ela navega livremente pelo cenário e ouve sua narração.

Sendo assim, torna-se possível também a apresentação deste trabalho para outras crianças, para os professores e também para os pais, fazendo com que o trabalho da criança seja reconhecido por todos, aumentando a conexão casa-escola e escola-sociedade.

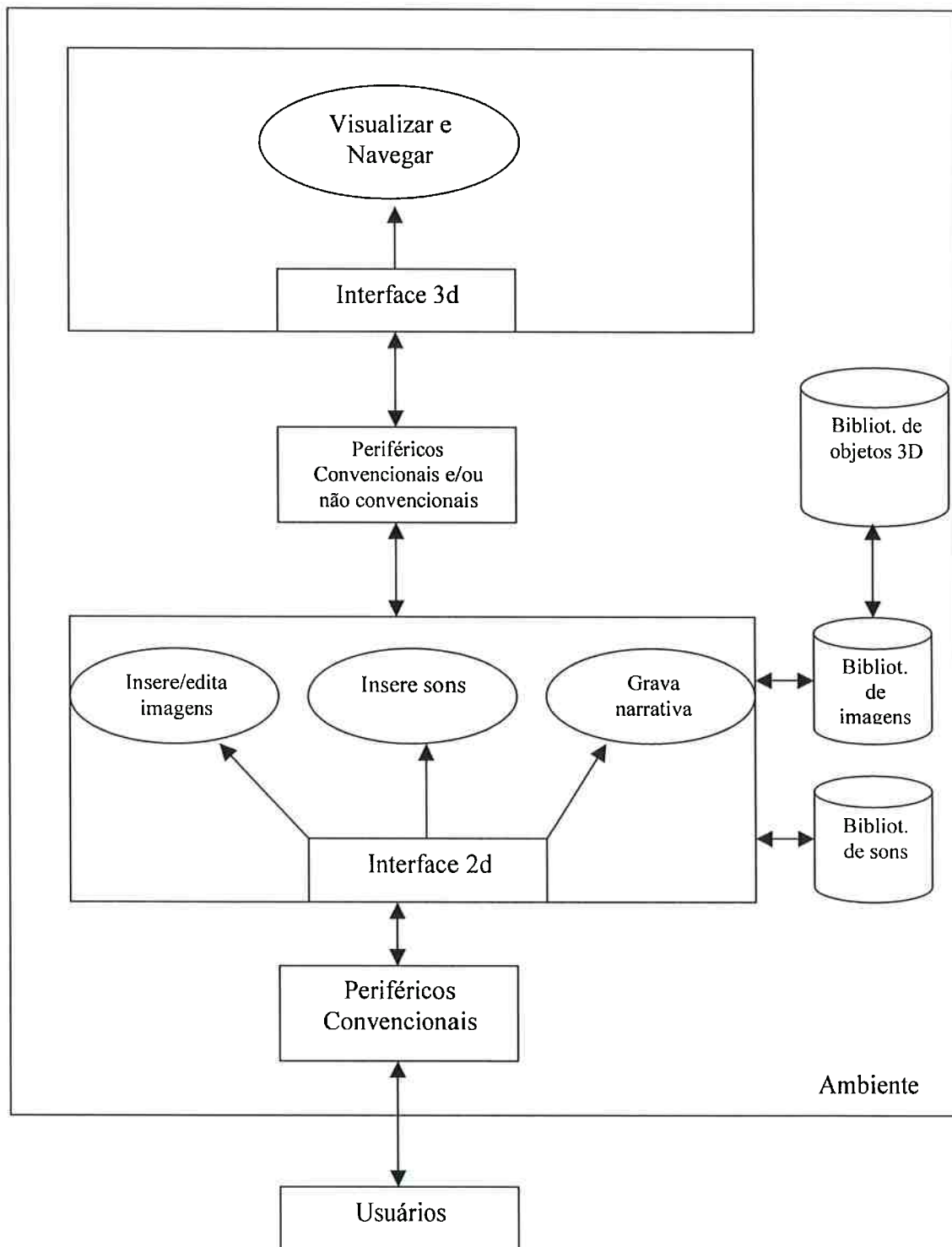


Figura 3-1: Visão geral do ambiente

O projeto surgiu após pesquisas de software já existentes e algumas visitas feitas a escolas de Educação Infantil, notando-se assim a carência de software de autoria livre para crianças nesta faixa etária. A maior parte destas ferramentas existentes hoje no mercado tem um custo elevado e não contemplam a criação de materiais pelas próprias crianças.

O ambiente proposto torna-se mais um recurso para ser utilizado nas atividades escolares, podendo ser utilizado durante a realização de projetos, criando mais uma possibilidade de socialização do trabalho.

Para a construção da ferramenta LEGAL trouxemos alguns aspectos positivos encontrados nos software estudados, como autoria e criação, e alguns outros aspectos que consideramos importantes, como, por exemplo, ser um software independente de plataforma e também o trabalho com ambientes tridimensionais de forma simples e sem a necessidade de programação. O Anexo I – Comparação do ambiente LEGAL com as ferramentas estudadas mostra uma comparação entre os softwares estudados durante este trabalho e o ambiente proposto.

3.2 Requisitos funcionais

O ambiente proposto possibilita a criação de mundos virtuais, através de uma interface bidimensional, de maneira fácil, com a utilização de recursos simples disponíveis nesta ferramenta.

Por ser uma aplicação voltada para o público infantil, toda a sua interface procura ser bastante intuitiva, não utilizando recursos da palavra escrita, para que a criança possa utilizar as ferramentas sem maiores dificuldades.

Os atores do sistema são apresentados na Figura 3-2.



Figura 3-2: Atores do sistema

O aluno é o ator que interage com o sistema e cria seus cenários. Cabe a esse ator do sistema:

- iniciar novo cenário;
- abrir um cenário existente;
- alterar cenário ;
- inserir imagens no cenário;
- apagar imagens do cenário;
- editar imagens do cenário;
- inserir sons;
- gravar sons;
- salvar cenário;
- transformar cenário bidimensional em ambiente tridimensional virtual;
- visualizar e navegar no ambiente tridimensional.

O professor pode interagir com o sistema da mesma maneira que o aluno, podendo exercer três outras funções, que são:

- adicionar e remover imagens da biblioteca de imagens,
- adicionar e remover objetos VRML da biblioteca de objetos, e;
- adicionar e remover sons da biblioteca de sons.

Estão disponíveis, neste ambiente, uma biblioteca de imagens, separadas por categorias, e uma biblioteca de sons. Existem também recursos para gravação de sons e para transformação do cenário bidimensional em um ambiente virtual tridimensional.

Ao compor um cenário com imagens e sons, a ferramenta, utilizando-se de dispositivos e de um navegador, constrói um ambiente virtual tridimensional, correspondente ao cenário construído, possibilitando a navegação.

A Figura 3-3 mostra uma visão simplificada da aplicação.

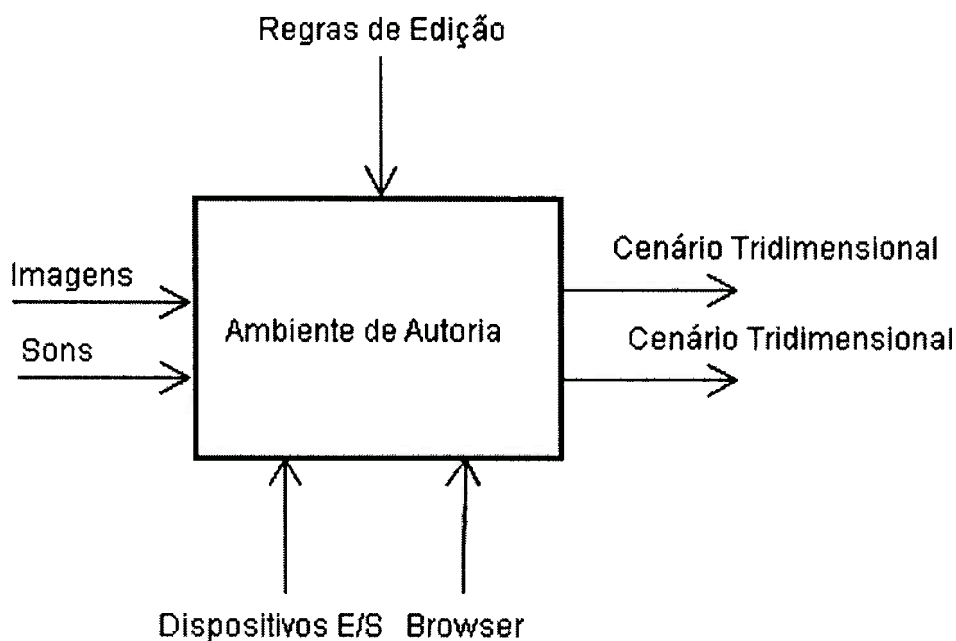


Figura 3-3: IDEF 0 – nível 0

A aplicação conta com recursos básicos para edição de arquivos como, criar um novo arquivo, abrir arquivo, salvar arquivo e imprimir arquivo. Conta também com recursos básicos para edição de imagens como, apagar, aumentar escala e diminuir escala.

Ao carregar um novo cenário a criança poderá, então, iniciar sua interação com o sistema colocando objetos da biblioteca de imagens no cenário. Após incluir os objetos, a criança poderá associar sons a estes objetos.

Então, após compor seu cenário, a criança poderá, através do recurso de gravação de som, gravar uma narrativa para o seu cenário.

Após salvar o cenário, a criança tem então a possibilidade de, através do recurso de transformação tridimensional, visualizar e navegar pelo ambiente tridimensional.

Na Figura 3-4 apresenta-se uma visão mais detalhada do sistema.

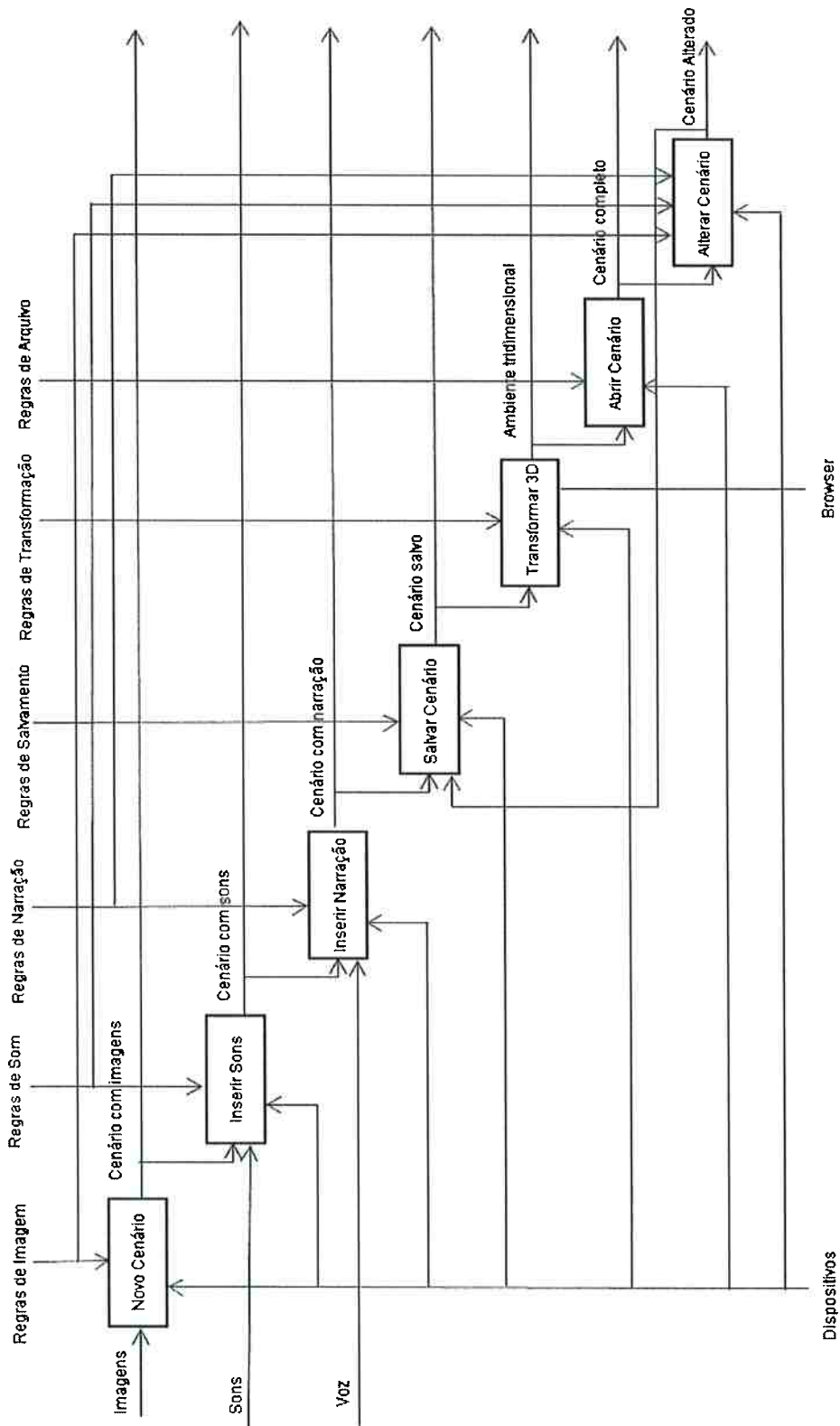


Figura 3-4: IDEF 0 – nível 1

Esta aplicação é um ambiente de autoria independente de plataforma e livre. Não necessita a utilização de configurações especiais, podendo ser utilizado em computadores pessoais com configurações simples.

3.3 Requisitos não funcionais

Como requisito não funcionais temos:

- Todos os objetos tridimensionais devem estar codificados com a linguagem VRML; (para maiores informações consultar item 4.3)
- Para inserir objetos, na biblioteca de objetos 3D, é necessário inserir uma imagem correspondente na biblioteca de imagens;
- Todos os sons da biblioteca de sons devem possuir extensão wav ou midi; (para maiores informações consultar Apêndice B - Arquivos de sons em VRML)
- Para inserção de sons, na biblioteca de sons, é necessário a inserção de imagem correspondente;
- Todos os cenários, quando salvos, devem possuir extensão VRML;
- Para navegação e exploração do ambiente 3D é necessário a utilização de um *plugin* VRML junto ao navegador.(para maiores informações consultar Apêndice A - *Plugins* VRML)

3.4 Descrição Detalhada

Ao iniciar o sistema teremos a tela principal, apresentada na Figura 3-5, que possui uma área central para criação onde os objetos serão inseridos e posicionados.



Figura 3-5: Área para composição do cenário

O dispositivo de entrada mais utilizado para a criação é o mouse. Este periférico permite a criança realizar atos como selecionar e mover objetos com apenas alguns cliques.

O mouse possibilita uma interface de fácil adaptação, além de proporcionar o trabalho com a coordenação motora da criança.

A barra de edição, Figura 3-6, é composta de algumas ferramentas básicas de edição como, apagar, aumentar e diminuir imagens. O ícone aumentar é representado pela imagem de um elefante e o ícone diminuir pela imagem de uma formiga.

Estas escolhas de imagens foram feitas para que a criança percebesse de forma intuitiva a representação do maior e menor, como no conto “A Formiga e o Elefante”, associando assim os botões aos recursos de aumentar e diminuir as imagens. A ferramenta apagar é representada por uma lixeira.

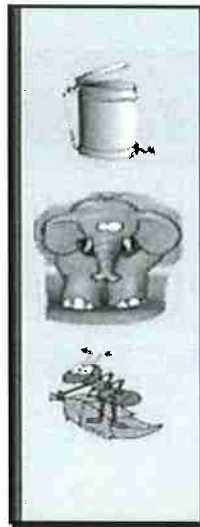


Figura 3-6: Barra de Edição

Na barra de arquivos, Figura 3-7, encontramos recursos como gerar novo arquivo, abrir arquivos existentes, salvar cenários e imprimir cenários. Existem também, nesta barra, duas ferramentas complementares, uma para gravação de sons e a outra para transformar o cenário bidimensional construído em um ambiente virtual tridimensional.

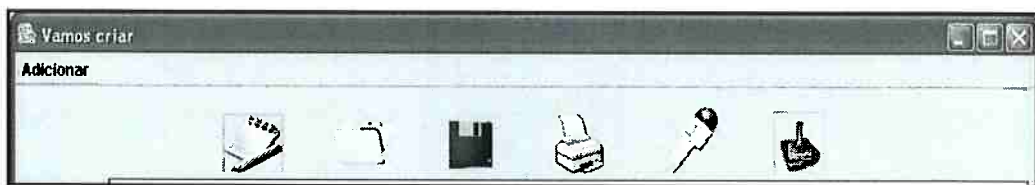


Figura 3-7: Barra de arquivos

Na barra de categorias, Figura 3-8, encontramos as sete categorias criadas para melhor organização da biblioteca de imagens. Abaixo de cada um destes botões, representantes das categorias, estão escritas palavras para identificação, familiarizando assim as crianças com a linguagem escrita.

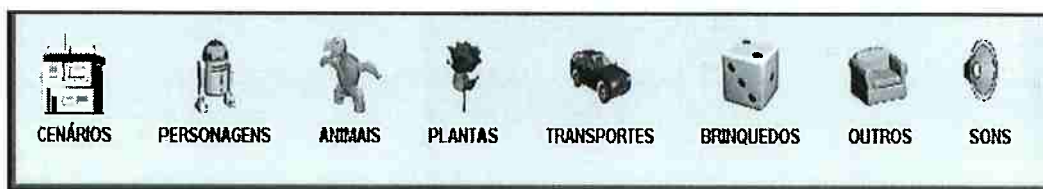


Figura 3-8: Barra de categorias

Para escolher as figuras que desejam incluir no cenário, a criança deverá clicar com o botão direito do mouse sobre uma das sete categorias, disponíveis na barra de categorias. Após o clique será disponibilizada uma caixa de diálogo, como mostra a Figura 3-9, que apresenta todas as figuras existentes na biblioteca de imagens da categoria escolhida.

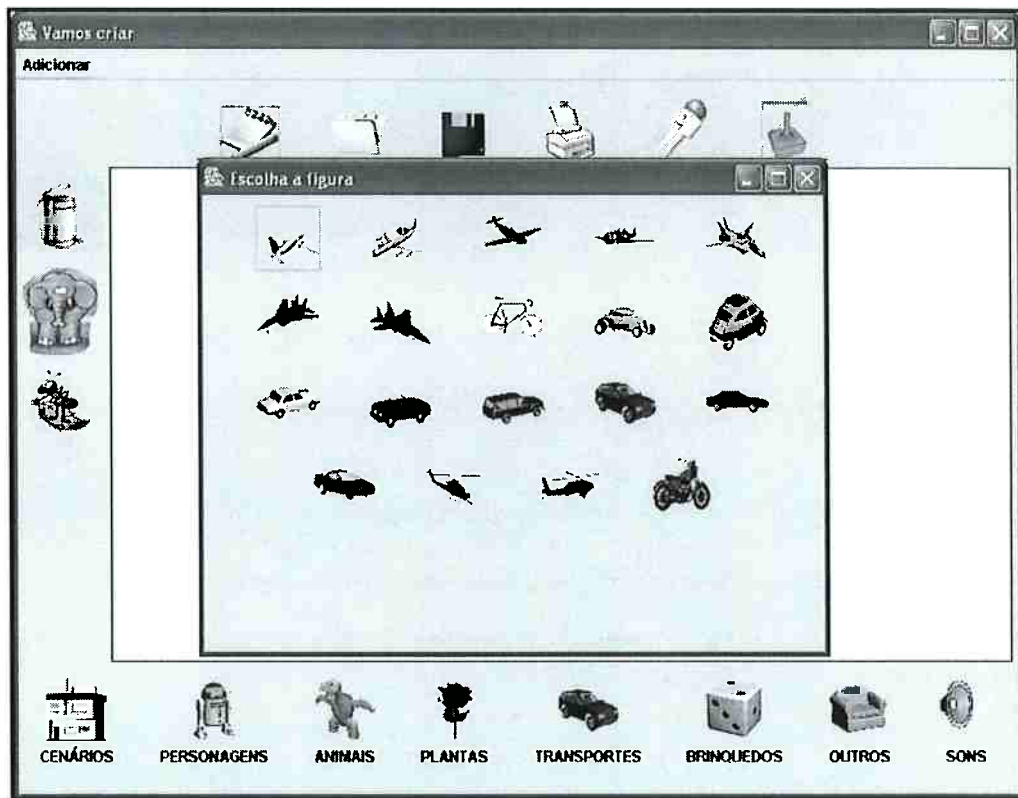


Figura 3-9: Caixa de Diálogo para escolha de imagens

Para inserir as imagens no cenário, basta que a criança clique com o botão direito do mouse sobre a imagem escolhida. A caixa de diálogo se fechará e a imagem selecionada aparecerá na área de composição, onde a criança poderá move-la para a posição que desejar e poderá manipulá-la com os recursos de edição, disponíveis na barra de edição, como mostra a Figura 3-10.

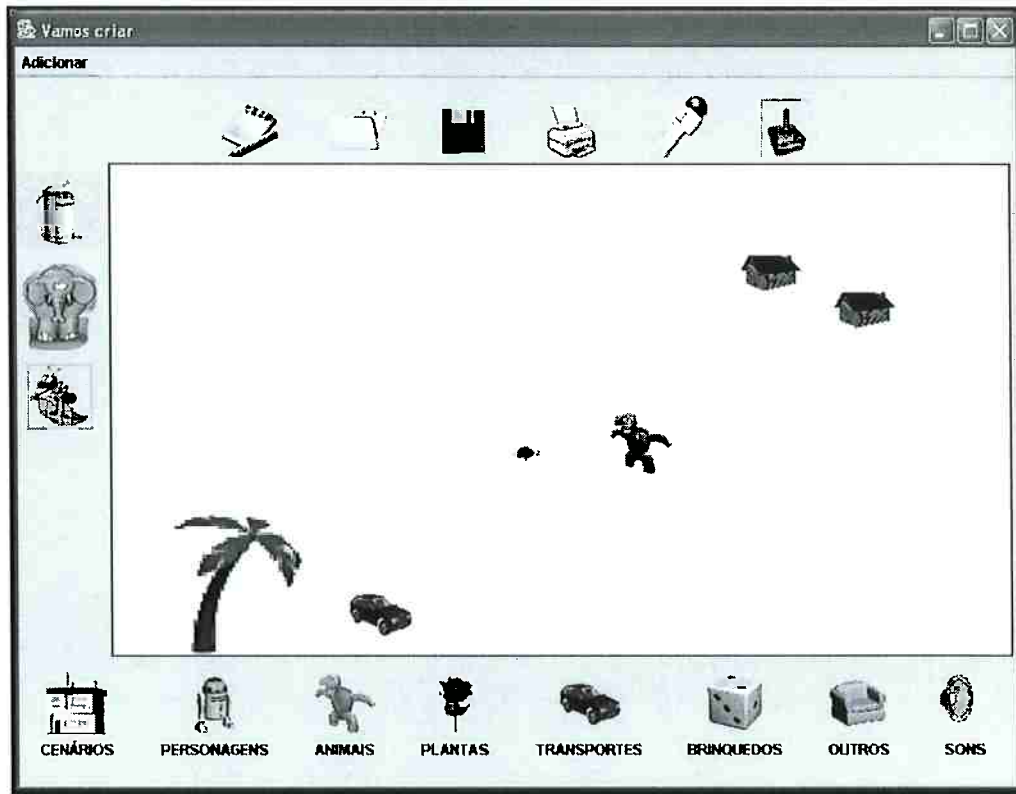


Figura 3-10: Início da composição do cenário

A criança pode, além de construir um cenário com objetos, inserir sons da biblioteca de sons ou gravar som através do recurso do gravador, apresentado na Figura 3-11. Este recurso possibilita a narração da história e a sonorização do cenário.

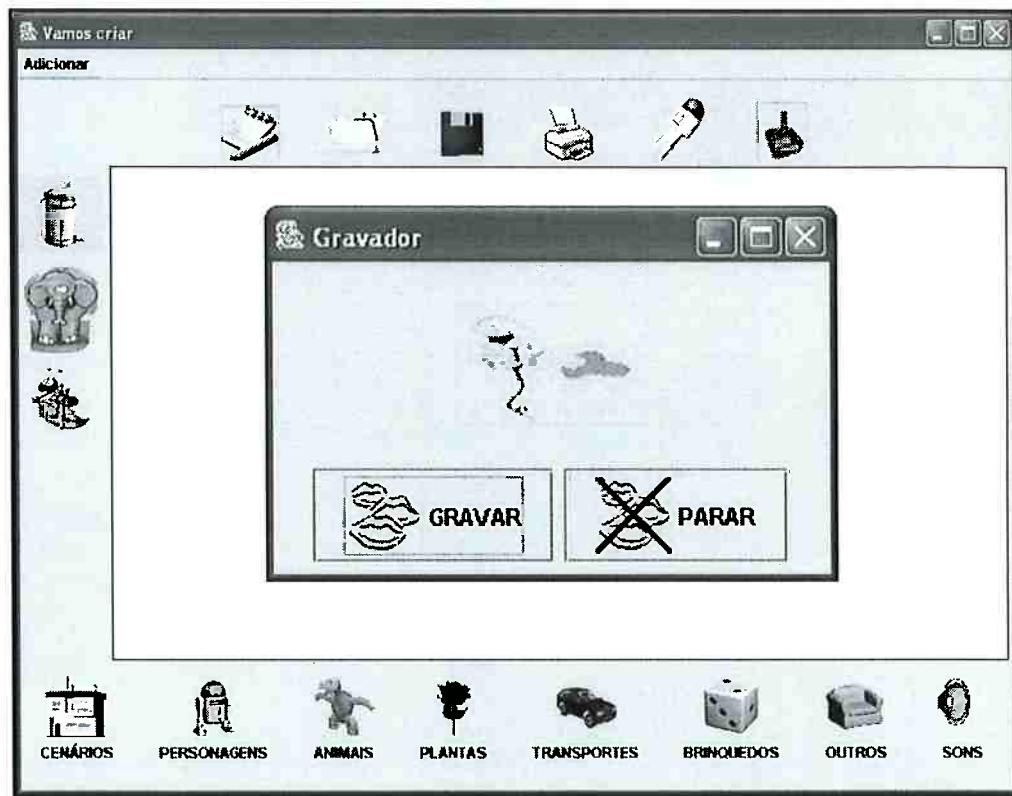


Figura 3-11: Janela do gravador de som

Associado a biblioteca de imagens do aplicativo, temos a biblioteca de objetos tridimensionais codificados em VRML (Virtual Reality Modeling Language). Esta biblioteca possui uma extensão com arquivos codificados em X3D, permitindo o uso dos cenários em ambientes de múltiplas projeções através do navegados Jinx.

Quando o cenário construído é salvo, o aplicativo cria dois arquivos: um arquivo codificado em Linguagem VRML, onde o cenário criado será reproduzido em 3D e outro conterà o cenário bidimensional, para que possa ser resgatado e modificado posteriormente, como mostra a Figura 3-12. Ao seleccionar a opção de navegação pelo cenário tridimensional, o código VRML é carregado no navegador disponível, possibilitando assim a visualização e navegação pelo cenário tridimensional, como mostra a Figura 3-13.

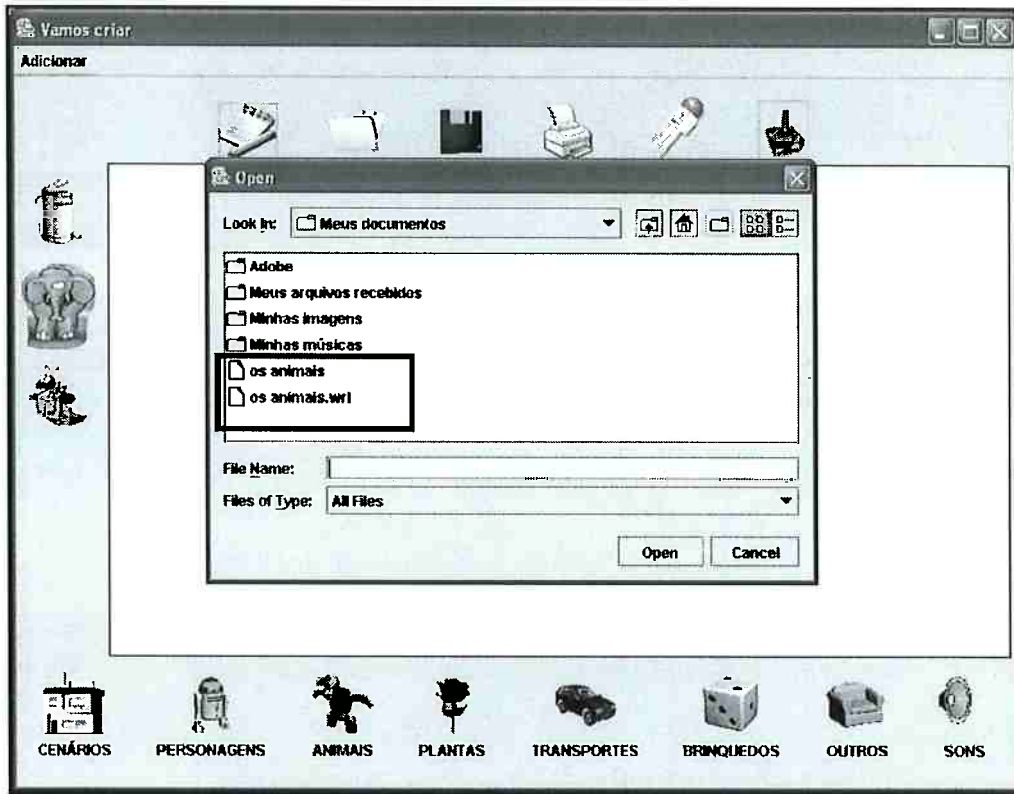


Figura 3-12: Arquivos salvos pelo ferramenta LEGAL

Neste arquivo VRML também estão inseridos os sons selecionados e criados pelo usuário. Cada som corresponde a um objeto que compõem o cenário criado. Ao navegar por este cenário, os sons são disparados na medida que o usuário vai se aproximando do objeto.

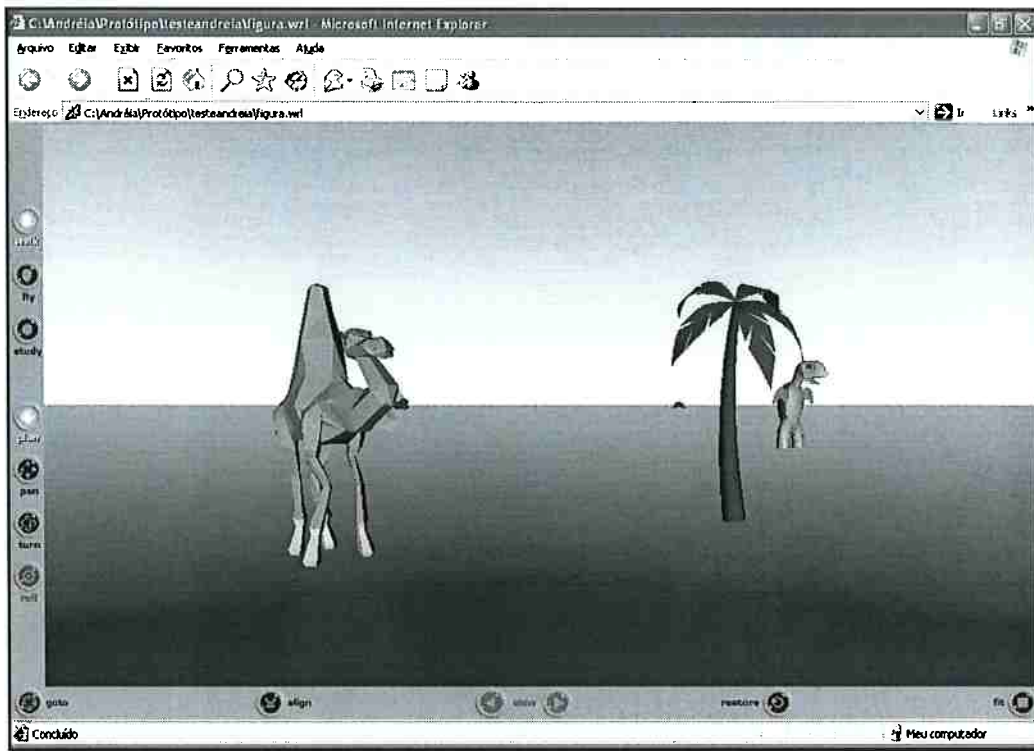


Figura 3-13: Cenário Tridimensional

Além de ouvir sua voz narrando a história que ela mesma criou, a criança através de um dispositivo de entrada, como o mouse ou o joystick, poderá navegar pelo cenário.

Alguns destes objetos poderão ter uma biblioteca de animações pré-definidas. Ao navegar pelo cenário, o usuário poderá disparar estas animações, através do clique do mouse sobre o objeto que tiver esta propriedade.

Como dito anteriormente, este sistema foi pensado também com o propósito de ser visualizado em sistemas de múltiplas projeções, mais especificamente na CAVERNA Digital, trazendo assim a possibilidade de imersão das crianças que visitam este espaço, em ambientes pensados e criados por elas, favorecendo uma maior percepção do ambiente da CAVERNA Digital e criando a possibilidade de serem autoras para essas tecnologias. A Figura 3-14 apresenta alguns cenários na CAVERNA Digital.

Para visualizar um cenário criado pela ferramenta LEGAL na CAVERNA Digital, é necessário transformar o arquivo VRML em um arquivo X3D, através da biblioteca

de objetos X3D, e este ser exportado através do navegador Jinx. Para maiores informações sobre o Navegador Jinx consultar Apêndice D - Navegador Jinx.

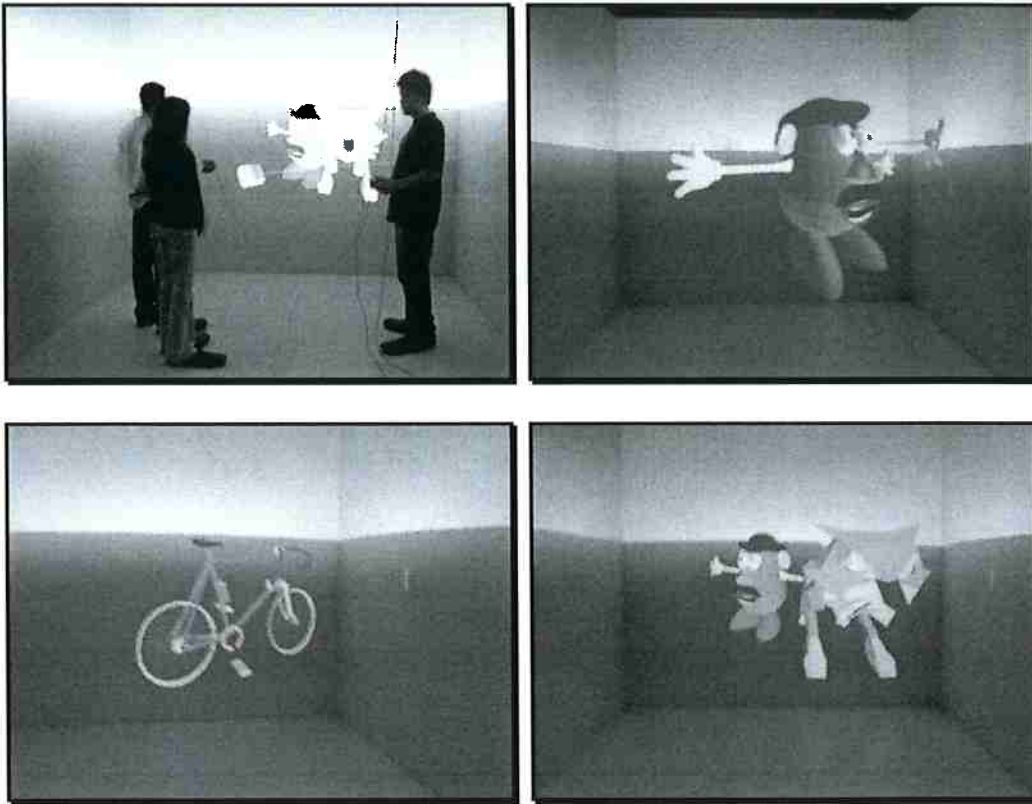


Figura 3-14: Cenário na CAVERNA Digital

Para melhor aproveitamento da ferramenta, é oferecido ao professor o recurso de adição de novos objetos e sons as bibliotecas da ferramenta LEGAL, Figura 3-15, atendendo as necessidades de temas diversos, propostos pelo professor.

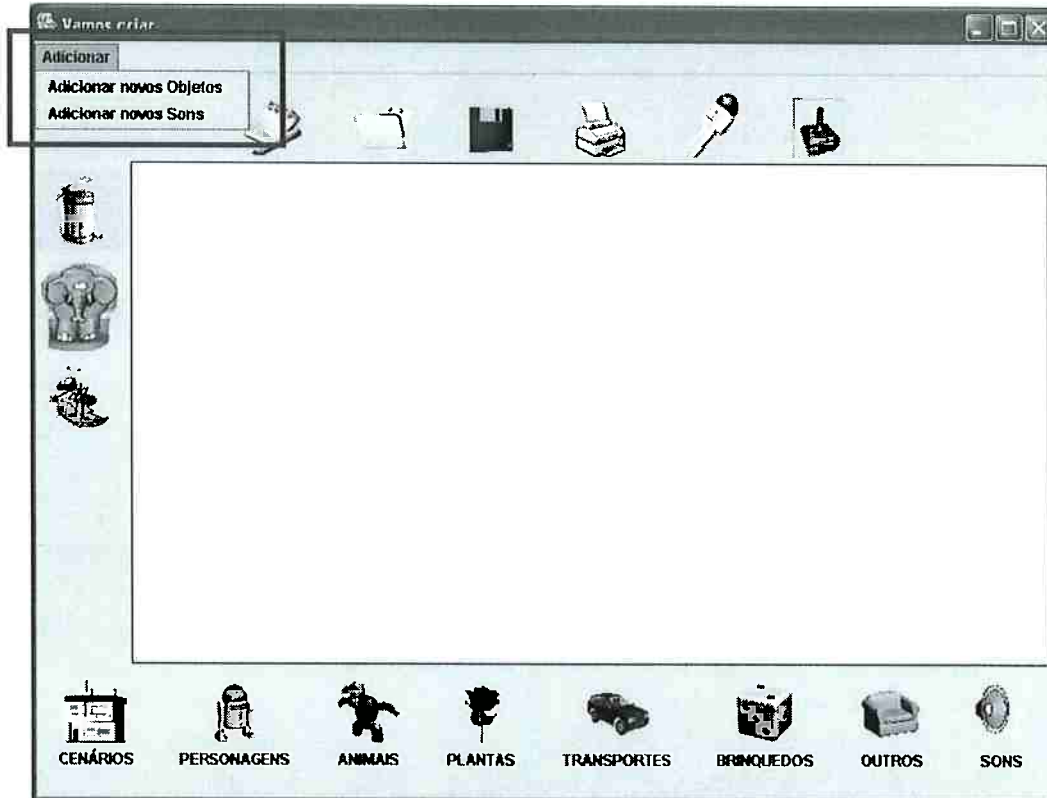


Figura 3-15: Menu adicionar

No item adicionar novos objetos, o professor poderá adicionar novos objetos na biblioteca de objetos tridimensionais da ferramenta, sendo que este objeto deverá estar codificado em VRML. Para tanto será necessária também a inserção de uma imagem correspondente na biblioteca de imagens da ferramenta.

Ao selecionar a opção adicionar novos objetos, surgirá uma janela com as opções adicionar figuras ou adicionar objetos, como mostra a Figura 3-16.

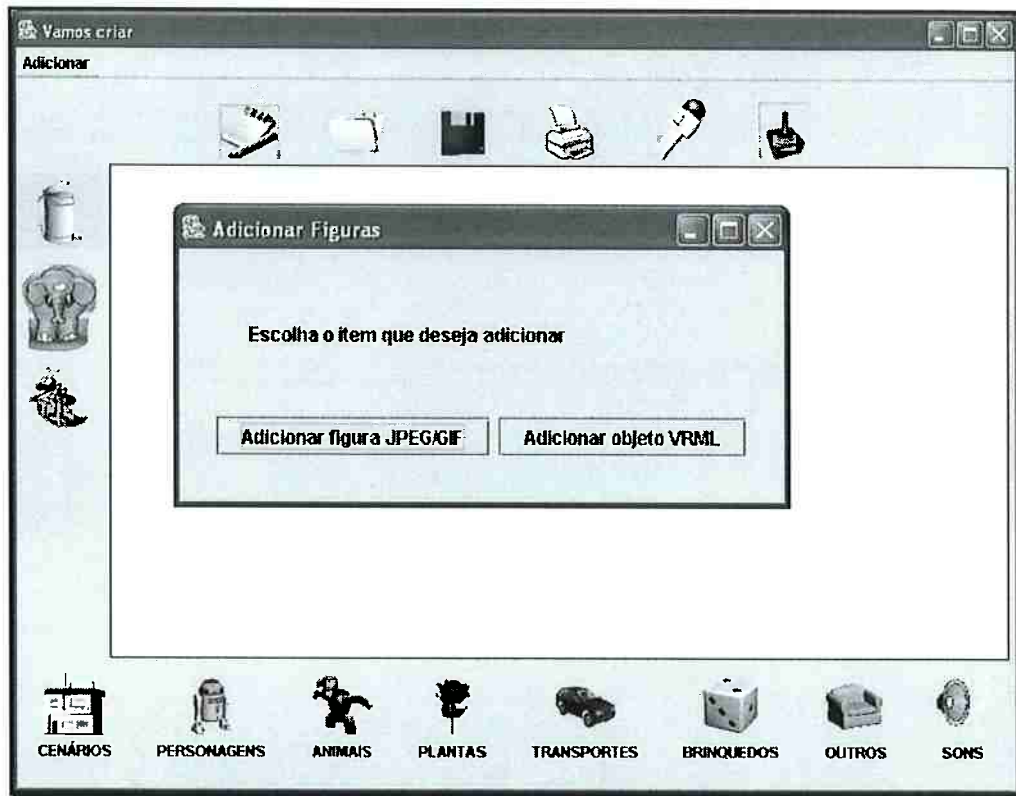


Figura 3-16: Adicionar novos objetos – janela de opções do menu

Ao selecionar uma das opções, uma nova janela surgirá mostrando as categorias de imagens existentes, para selecionar qual categoria a imagem ou objeto tridimensional será inserido, sendo que, quando inserida uma imagem, o objeto tridimensional correspondente a essa imagem deverá ser inserido na mesma categoria, Figura 3-17.

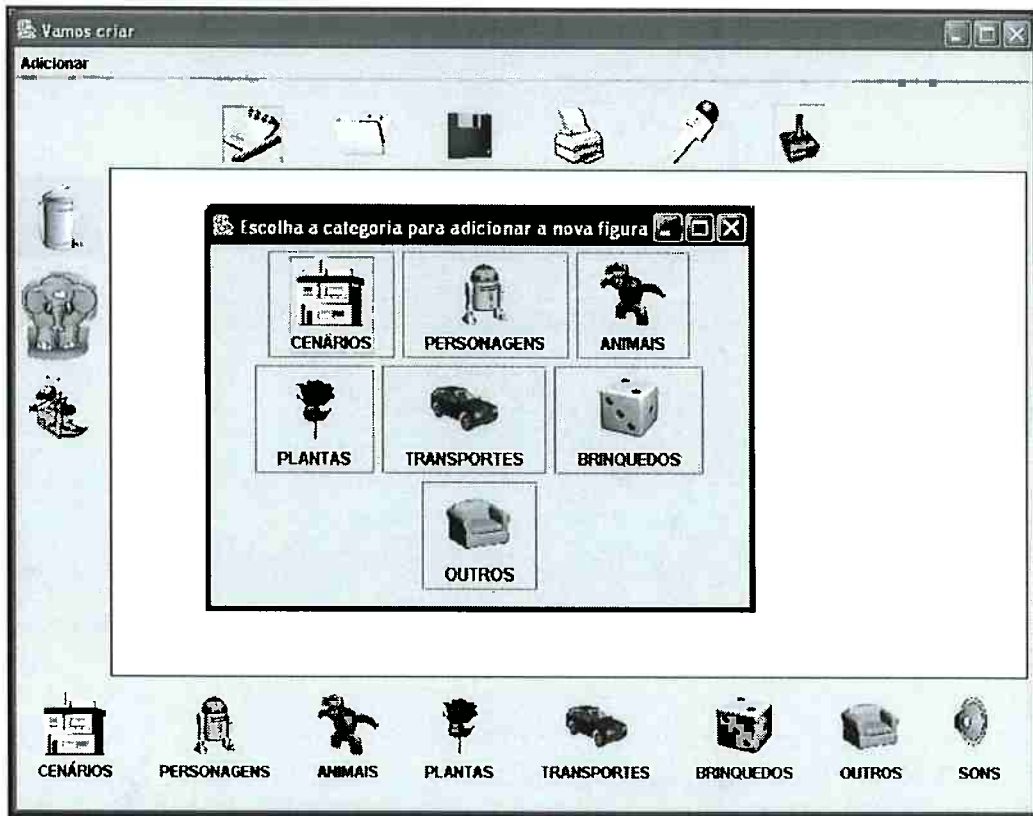


Figura 3-17: Adicionar novos objetos – janela para escolha da categoria

Ao selecionar a categoria desejada, será aberta uma janela para selecionar o arquivo a ser inserido na biblioteca.

Após essa primeira etapa, a janela com as opções de inserir imagem ou inserir objetos será exibida novamente, sendo que o botão anteriormente selecionado estará desativado. O professor deve então realizar o mesmo processo para a outra opção. O processo de inserção nas bibliotecas de imagens e objetos só será concluída quando as duas etapas forem completadas.

Ainda no menu adicionar, podemos encontrar o item Adicionar novos sons. Neste item o professor poderá inserir novos sons que ainda não façam parte da biblioteca de sons. Ao selecionar esta opção, surgirá uma janela de mensagem, indicando que somente sons com extensão “.wav” ou “.midi” poderão ser adicionados. Ao clicar no botão OK da janela de mensagens surgirá a janela que permite selecionar o arquivo a ser incluído, como mostra a Figura 3-18.

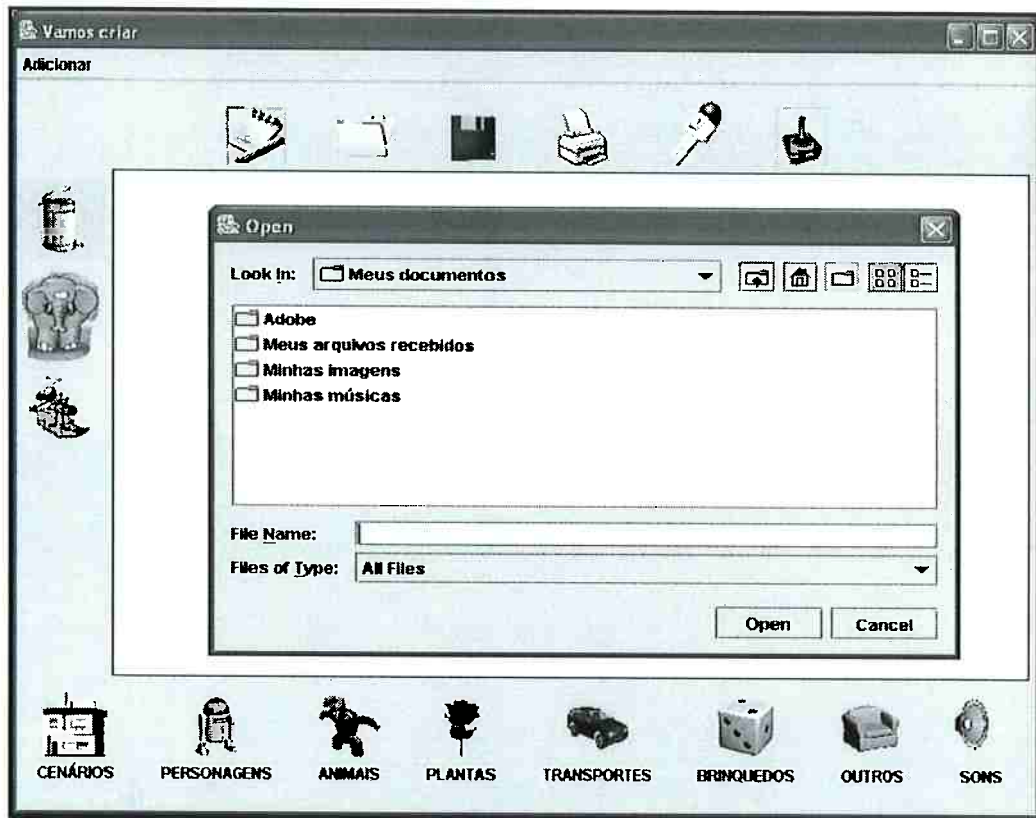


Figura 3-18: Adicionar novos sons – Janela para seleção de arquivo

Após selecionar o arquivo de som que deseja incluir, o professor deverá também inserir uma imagem representativa do som, sendo que outra janela para seleção de arquivos será aberta, para a escolha da figura a ser inserida.

A inserção do novo som só será efetuada após as duas etapas terem sido completadas.

3.5 Casos de Uso

Um caso de uso especifica o comportamento de um sistema, e é a descrição de um conjunto de seqüências de ações, incluindo variantes realizadas pelo sistema, para produzir um resultado observável do valor de um ator.

Descreveremos a seguir o detalhamento de alguns casos de uso do ambiente e seus respectivos atores.

Caso de Uso: Compor história na ferramenta LEGAL.

Ator: aluno/professor

Visão geral:

O usuário da ferramenta deseja compor um cenário para narrar sua história inserindo imagens, sons e a narrativa. As imagens a serem utilizadas estão divididas em categorias, compostas por diversas imagens. Para introduzir estas imagens em seu cenário basta selecionar a categoria e escolher a figura desejada. Estas imagens, após serem selecionadas, passarão a fazer parte do cenário e poderão ser reposicionadas.

O usuário poderá também realizar alterações nas imagens, utilizando para tanto, as ferramentas de edição disponíveis no ambiente como, aumentar escala, diminuir escala, apagar imagem, introduzir sons. Para introduzir sons, basta que o usuário selecione uma imagem e escolha um dentre os sons disponíveis na biblioteca de sons.

Além de introduzir sons, o usuário poderá também fazer uma narrativa. Esta também será associada a uma figura, selecionada no cenário, criando assim a fala das personagens. Este cenário poderá ser impresso pelo usuário.

Após a construção do cenário o usuário deve salvar sua composição e então poderá navegar pelo ambiente virtual tridimensional. O usuário poderá resgatar o cenário composto anteriormente para realizar modificações.

Seqüência típica de eventos: apresentada na Tabela 3-1.

Tabela 3-1: Seqüência típica de eventos: Compor história

| Ação do Ator | Resposta do sistema |
|---|--|
| 1. Usuário insere imagens. | Exibe a imagens escolhidas na tela. |
| 2. Usuário reposiciona as imagens. | Exibe as imagens reposicionadas. |
| 3. Usuário modifica as imagens através das ferramentas de edição. | Exibe modificações. |
| 4. Usuário insere sons | |
| 5. Usuário grava narrativa. | |
| 6. Usuário salva o cenário. | Cria arquivo da composição do cenário. |
| 7. Usuário navega pelo ambiente virtual tridimensional | |

Seqüência alternativa de eventos:

- A qualquer momento o usuário poderá imprimir a composição de seu cenário.
- O usuário poderá abrir um cenário composto anteriormente para realizar alterações.

Caso de Uso : Adicionar imagens a biblioteca de imagens.

Ator: professor

Visão geral:

O professor deseja utilizar a ferramenta para trabalhar um novo tema com seus alunos. Porém, as imagens existentes na ferramenta não são suficientes para trabalhar este novo tema. O professor poderá então, selecionar novas imagens que possuam objetos tridimensionais, codificados em VRML, possuindo extensão “.wrl”, para introduzir nas categorias já existentes na ferramenta. Estas imagens deverão possuir extensão “.jpg” ou “.gif”.

Seqüência típica de eventos: apresentada na Tabela 3-2.

Tabela 3-2: Seqüência típica de eventos: Adicionar imagens a biblioteca

| Ação do Ator | Resposta do sistema |
|---|--|
| 1. Professor escolhe a categoria para adicionar imagem. | Abre janela para procura de arquivos. |
| 2. Professor seleciona a imagem que deseja adicionar. | Atualiza a biblioteca de imagens e aguarda a inserção do objeto 3D para completar a operação, caso esta operação ainda não tenha sido executada. |

Seqüência alternativa de eventos:

- A qualquer momento o professor poderá cancelar a operação.

Caso de Uso : Adicionar objetos 3D a biblioteca de objetos da ferramenta.

Ator: professor

Visão geral:

O professor deseja utilizar a ferramenta para trabalhar um novo tema com seus alunos, e introduziu algumas novas imagens nas categorias para serem utilizadas. Após introduzir estas imagens, o professor deverá também selecionar os objetos 3D, codificados na linguagem VRML, portanto com extensão “.wrl”, para serem adicionados a biblioteca de objetos. Este objetos deverão ser correspondentes as imagens incluídas anteriormente, para que não haja diferença entre o cenário bidimensional e o cenário tridimensional.

Seqüência típica de eventos: apresentada na Tabela 3-3

Tabela 3-3: Seqüência típica de eventos: Adicionar objetos a biblioteca

| Ação do Ator | Resposta do sistema |
|--|---|
| 1. Professor escolhe a categoria para adicionar o objeto, sendo a mesma que adicionou a imagem correspondente. | Abre janela para procura de arquivos. |
| 2. Professor seleciona o objeto que deseja adicionar. | Atualiza biblioteca de objetos aguarda a inserção da imagem para completar a operação, caso esta operação ainda não tenha sido executada. |

Seqüência alternativa de eventos:

- A qualquer momento o professor poderá cancelar a operação.

Caso de Uso : Adicionar sons a biblioteca de sons da ferramenta.

Ator: professor

Visão geral:

O professor deseja utilizar a ferramenta para trabalhar um novo tema com seus alunos, para tanto necessita de outros sons que ainda não fazem parte da biblioteca de sons da ferramenta. O Professor poderá então selecionar novos sons, que possuam extensão “.wav” “.midi”, para que estes possam ser adicionados a biblioteca de sons. Para adicionar estes sons, o professor deverá também adicionar uma imagem para representar este som. Esta imagem deverá ter extensão “.jpg” ou “.gif”.

Seqüência típica de eventos: apresentada na Tabela 3-4

Tabela 3-4: Seqüência típica de eventos: Adicionar sons a biblioteca

| Ação do Ator | Resposta do sistema |
|---|---|
| 1. Professor seleciona inserir sons ao banco de sons. | Abre janela para procura de arquivos de sons. |
| 2. Professor seleciona o som que deseja adicionar. | Atualiza banco de sons. |
| | Abre janela para seleção de imagem.. |
| 3. Professor seleciona imagem que deseja inserir | Atualiza categoria de sons. |

Seqüência alternativa de eventos:

- A qualquer momento o professor poderá cancelar a operação.

3.6 Modelagem

A ferramenta LEGAL foi modelada, analisada e desenvolvida segundo o paradigma de orientação a objetos, com a utilização da linguagem UML (*Unified Modelling Language*).

A UML é uma linguagem gráfica para visualização, especificação, construção e documentação de sistemas de *software* com enfoque na Orientação à Objetos, dando uma forma padrão para projetos de sistemas(Booch, 2000).

A UML pode ser usada para modelar várias fases de um sistema, desde os primeiros contatos, até a geração do código.

Os objetivos da UML são:

- A modelagem de sistemas (não apenas de *software*) usando os conceitos da orientação a objetos;
- Estabelecer uma união, fazendo com que métodos conceituais sejam também executáveis;
- Criar uma linguagem de modelagem usável, tanto pelo homem quanto pela máquina.

3.6.1 Diagrama de Classes - Ambiente LEGAL

Os diagramas de Classes mostra um conjunto de classes, interfaces e colaborações e seus relacionamentos, representando uma visão estática do sistema. A Figura 3-19 ilustra as principais classes da implementação e as relações entre elas.

A classe Legal é a que contém o método main, necessário para a execução do aplicativo. Esta classe contém ainda os métodos para salvar e abrir um arquivo.

A classe tela é encarregada de cuidar da interface com o usuário, além de conter os métodos para edição das imagens. A classe objetoimagem contém todos os parâmetros das imagens necessários para edição.

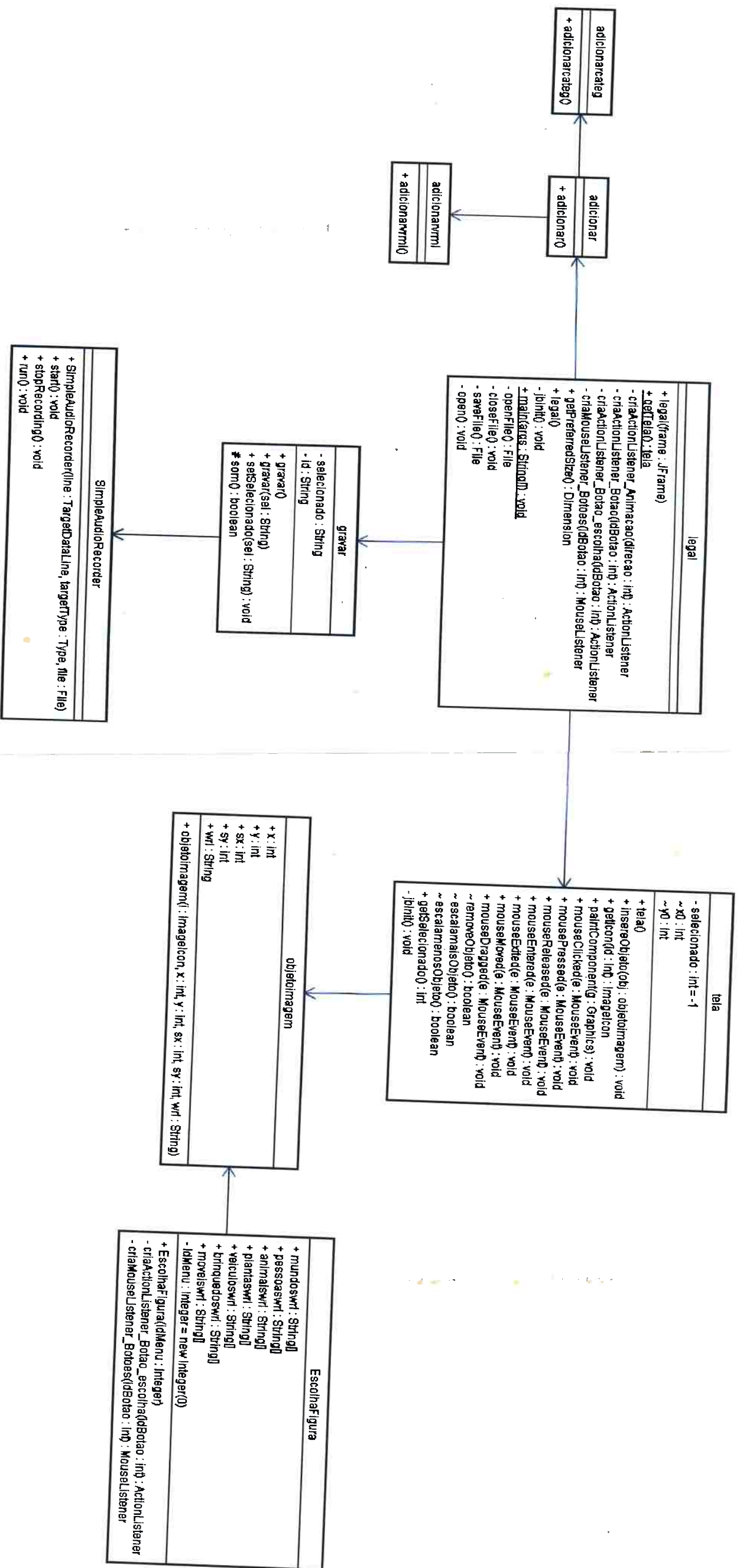


Figura 3 - Diagrama de Classes

A classe escolhafigura contém as categorias de figuras e uma chamada aos códigos VRML dos objetos correspondentes as imagens.

A classe gravar contém o método que permite a gravação de sons, sendo que esta classe utiliza os métodos da classe SimpleAudioRecorder.

3.6.2 Diagrama de Casos de Uso – Ferramenta LEGAL

Os diagrama de casos de uso fornecem a visão externa do sistema e suas interações com o mundo exterior, representando um visão de alto nível de funcionalidade intencional, mediante o recebimento de um tipo de requisição do usuário, ou seja modela o comportamento geral do sistema.

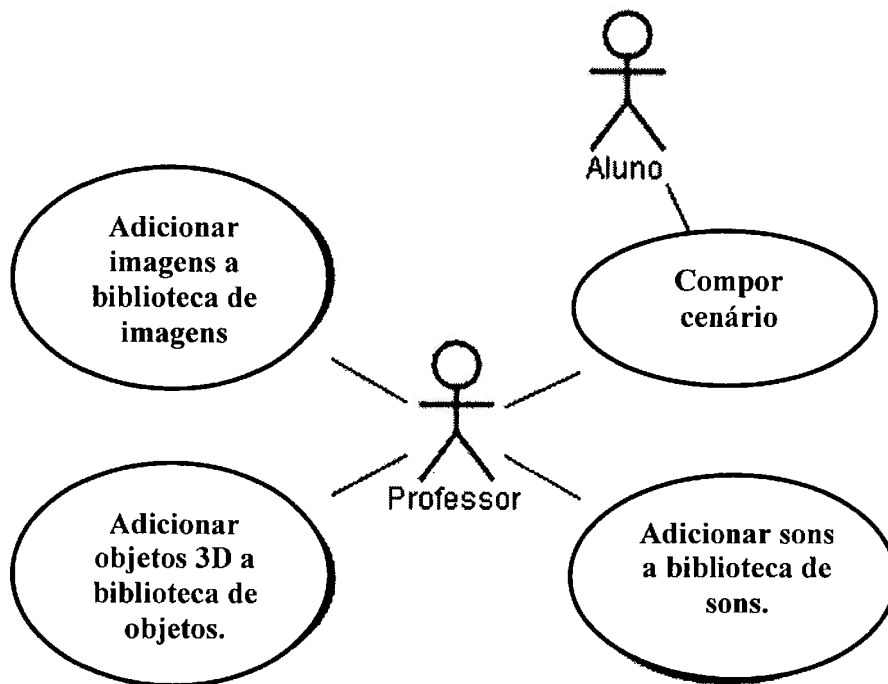


Figura 3-20: Diagrama de Casos de uso

O diagrama apresentado na Figura 3-20 demonstra as ações permitidas a cada ator do sistema, sendo que tanto o aluno como o professor podem compor um cenário, mas somente o professor poderá inserir novos objetos e novas imagens nas bibliotecas.

3.7 Conclusões

Apresentamos neste capítulo a descrição geral do ambiente proposto, mostrando o levantamento de requisitos, detalhamento do sistema e alguns diagramas de modelagem.

4 Implementação da Ferramenta LEGAL

Este capítulo apresenta detalhes da implementação da primeira versão da Ferramenta LEGAL, descrevendo as linguagens utilizadas e justificando suas escolhas.

4.1 Plataforma

A interface bidimensional da ferramenta LEGAL foi implementada utilizando a linguagem Java.

Já para a implementação da interface tridimensional e da biblioteca de objetos utilizou-se a linguagem VRML.

A biblioteca de objetos possui uma variante implementada em X3D. Esta é utilizada pelo navegador Jinx para a visualização dos cenários no ambiente de múltiplas projeções.

Para o desenvolvimento desta ferramenta foi utilizado com computador Pentium 4 com 1,59 GHz e 320 MB de memória RAM.

O ambiente de programação utilizado foi o Jbuilder 9.0, para a programação em linguagem Java, e um editor de texto, para a programação em VRML e X3D.

4.2 Linguagem de programação

A Linguagem Java foi escolhida para a implementação desta ferramenta por ser simples e possuir uma arquitetura neutra e independente de plataforma, características estas muito relevantes para este tipo de ferramenta, expandindo assim sua possibilidade de utilização pelos mais variados tipos de usuários.

A linguagem de programação Java é uma linguagem de alto nível simples, orientada a objeto, robusta, segura, gratuita e que possui uma arquitetura neutra e portátil (Deitel, 2001).

Sua arquitetura neutra permite que suas aplicação sejam distribuídas em ambientes de rede com máquinas de diferentes tipos de sistemas operacionais e interagindo com outras linguagens de programação.

Um programa Java é compilado e interpretado. O compilador traduz o código fonte, em linguagem de alto nível, para uma linguagem intermediária chamada *Java bytecodes*. Os *Java bytecodes* são como uma linguagem de máquina, destinada a uma única plataforma, a máquina virtual Java (JVM – *Java Virtual Machine*), é um interpretador de *bytecodes*.

O interpretador analisa gramaticalmente o *Java bytecodes* e executa em qualquer plataforma que possua uma JVM. A compilação acontece uma única vez e a interpretação ocorre todo o tempo que o programa é executado.

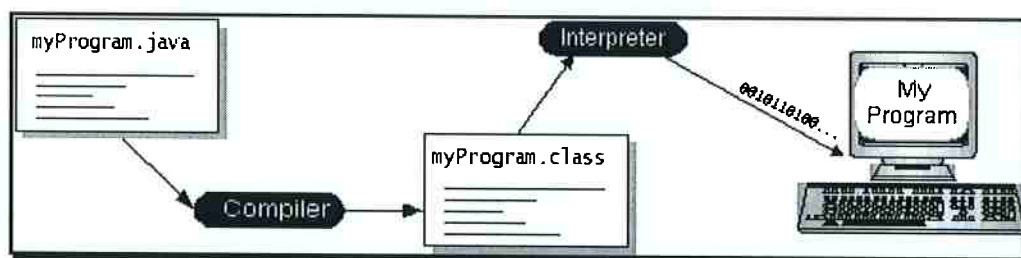


Figura 4-1: Trabalho de compilação e interpretação (Campione, 2004)

Como mostra a Figura 4-1 o programa em Java pode ser editado em qualquer editor de texto ASCII simples e armazenado em disco. O compilador cria bytecodes e os armazena também em disco, criando um arquivo com extensão .class. O

interpretador lê os bytecodes e os traduz para uma linguagem que o computador pode entender, armazenando valores dos dados enquanto executa o programa.

Os programas Java são constituídos por partes chamadas de Classes que são compostas por Métodos, uma seqüência de dados (função) associado a um Objeto. Os Objetos são pacotes de variáveis e métodos relacionados e Classes são esquemas que definem variáveis e métodos comuns a todos os objetos de um certo tipo.

A ferramenta LEGAL tem toda sua interface bidimensional e as ações, disponíveis nesta interface, codificadas através da linguagem Java.

4.3 Linguagens de modelagem de mundos virtuais

A linguagem VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) foi utilizada na implementação deste projeto, pois é uma linguagem simples, leve e gratuita, podendo ser executada por computadores simples, sem necessidade de *hardware* caros e potentes, apenas utilizando o navegador com um *plugin* VRML instalado (exemplos: *Cortona*, *Cosmo Player*, entre outros) também gratuitos, facilitando assim seu uso por aplicações educacionais.

VRML é uma linguagem de descrição de cenas, que constrói ambientes tridimensionais. Os mundos VRML são espaçosos e interativos, cheios de objetos que reagem ao usuário e entre si. Inclui dados de captura de movimentos, animação, som e vídeo. Arquivos VRML têm extensão “.wrl” e podem ser vistos localmente ou pela internet com um *plugin* VRML.

A VRML é uma linguagem independente de plataforma, gratuita e que permite a criação de cenários 3D, por onde se pode navegar, visualizar e interagir com o ambiente. Esta linguagem foi criada para descrever simulações interativas de múltiplos participantes, em mundos virtuais para internet.

Tem como principal objetivo, dar suporte necessário para o desenvolvimento de mundos virtuais para internet, sem precisar de redes de alta velocidade.

Um arquivo VRML é composto de:

- Cabeçalho (*header*)

- comentários
- nós (*nodes*), contendo campos (*fields*) e valores (*values*)
- rotas e protótipos

VRML é baseado no sistema cartesiano 3D, como mostra a Figura 4-2. A seqüência de eixos é X,Y e Z, a unidade de medida para distâncias é metros e para ângulos é radiano.

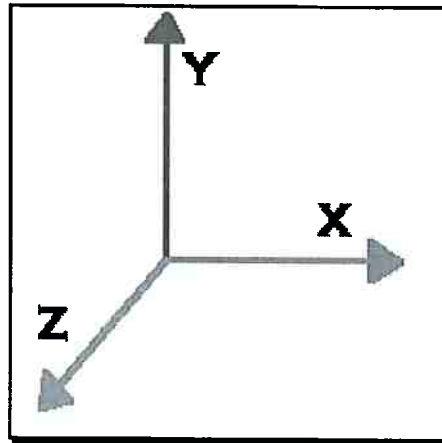


Figura 4-2: Sistema cartesiano 3D

O eixo X, iniciando no ponto zero, aumentando seu valor à medida que se dirige para a direita, o Y, a medida que dirige-se para cima e o Z, à medida que dirige-se para fora do monitor, em direção ao usuário. Por *default* o observador inicialmente está na posição (0, 0, 0), olhando na direção do eixo Z negativo.

Para entender melhor o sistema de coordenadas 3D podemos utilizar a regra da mão direita. Nesta regra, a mão direita deve ficar reta com o indicador apontando para direção positiva de Y (para cima), o polegar apontando para a direção positiva de X (para o lado) e com o dedo do meio apontando para a direção positiva de Z (para frente). A Figura 4-3 mostra o “funcionamento” da regra da mão direita (Manssour, 2005).

A linguagem VRML foi utilizada para codificar o cenário tridimensional que é produzido pela ferramenta LEGAL.

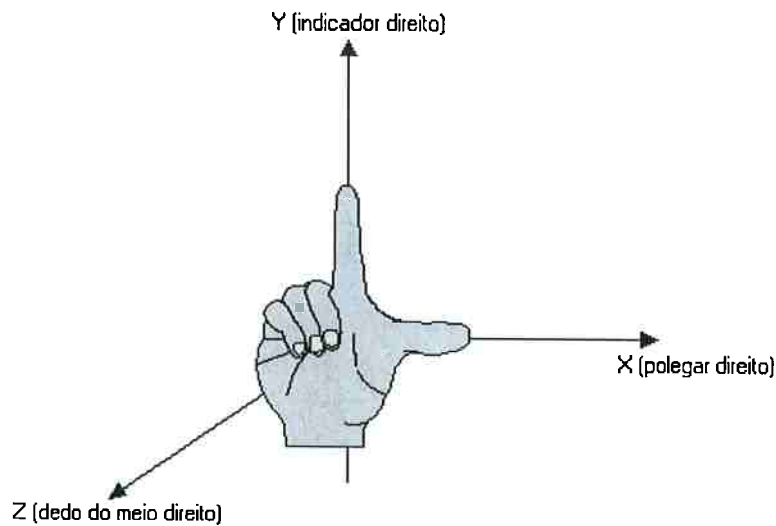


Figura 4-3: Regra da mão direita para os eixos 3D (Manssour, 2005)

Os objetos do cenário podem ser dotados da capacidade de interagir com o usuário, de diferentes formas. Conforme posicionamos o ponteiro do mouse sobre um objeto com características de sensor VRML, esse ponteiro muda sua forma (semelhante aos *hyperlinks* do HTML), indicando o tipo de sensor, como mostra a Figura 4-4.

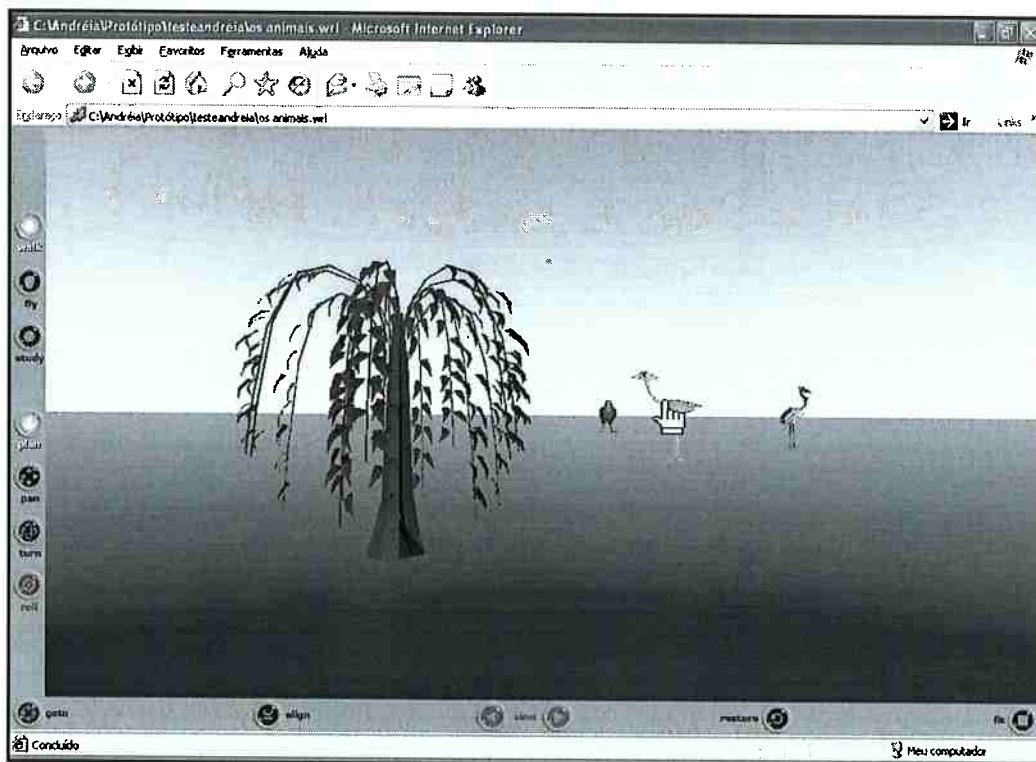


Figura 4-4: Exemplo de sensor VRML: Touch Sensor

O sensor *Touch Sensor* indica objetos que contenham um sensor ativado para detectar um clique ou passagem do mouse, ativando uma ação determinada pelo autor do mundo VRML.

As cores em VRML são descritas de uma maneira precisa, combinando porções de vermelho, verde e azul (ou RGB).

O nó de iluminação descreve como parte do mundo deve ser iluminada. Em VRML, objetos não têm sombra.

Os sons podem ser acionados por uma ação do observador ou serem contínuos. A linguagem VRML trabalha apenas com arquivos de sons com formatos “.midi” ou “.wav”. (para maiores informações consultar Apêndice B - Arquivos de sons em VRML)

Melhoras na arquitetura da linguagem VRML vem sendo feitas pela comunidade, trazendo assim o X3D.

Optamos pelo uso da Linguagem VRML para a construção dos cenários pois há diversos *plugins* que permitem sua execução, o que ainda não é comum para o X3D, facilitando a visualização do cenário tridimensional, construído através da ferramenta LEGAL, em computadores simples.

Já para a visualização do cenário em ambiente de múltiplas projeções, a biblioteca de objetos tridimensionais e o cenário construído utiliza o X3D.

O X3D é uma revisão do VRML97, que incorpora avanços dos recursos disponíveis nos últimos dispositivos gráficos comerciais, tanto quanto melhoras na sua arquitetura, baseado nos anos de retorno da comunidade de desenvolvimento do VRML97 (WEB3D, 2005).

As maiores mudanças podem ser resumidas da seguinte forma:

- Capacidades do grafo de cena expandidas;
- Modelo de programação de aplicações revisado e unificado;
- Múltiplos formatos de codificação, descrevendo o mesmo modelo abstrato, incluindo XML;

- Arquitetura modular permitindo uma faixa de níveis para serem adotados e suportados por diversos tipos de mercados;
- Estrutura da especificação expandida.

O X3D suporta múltiplas codificações de arquivos, a própria VRML97 e adicionalmente *Extensible Markup Language* (XML) e binário comprimido.

O padrão X3D é dividido em três especificações separadas lidando com conceitos abstratos e de arquitetura, codificação de arquivo e acesso de linguagem de programação.

4.4 Conclusões

As linguagens escolhidas para a implementação da primeira versão da ferramenta LEGAL possibilitam o seu uso em diversas plataformas, desde computadores pessoais até ambientes mais sofisticados como a CAVERNA Digital, tornando possível também a publicação dos ambientes virtuais construídos na internet.

5 Testes e Avaliações dos resultados

Neste capítulo estão descritos os testes realizados após a finalização da implementação da ferramenta LEGAL versão 1.0.

5.1 Testes funcionais

Os testes funcionais executados permitiram validar os requisitos e verificar possíveis problemas para que sejam corrigidos nas próximas versões.

A Tabela 5-1 mostra o planejamento dos testes funcionais e os respectivos resultados.

Tabela 5-1: Planejamento e resultados dos testes funcionais

| Objetivo | Fluxo | Requisitos Especiais | Resultado esperado | Resultado Obtido |
|--------------------------------|--|--|-----------------------------|--|
| Inserir imagem | <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar categoria. 2. Selecionar imagem escolhida. | Nenhum | Imagem inserida no cenário. | Imagem escolhida foi inserida no cenário. |
| Reposicionar imagem no cenário | <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar com clique duplo a imagem. 2. Movimentar o mouse até a posição desejada. 3. Clicar na posição final. | Nenhum | Imagem reposicionada. | Imagem foi reposicionada para o local desejado. |
| Aumentar tamanho da imagem | <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar imagem. 2. Clicar o botão, representado pela imagem do elefante, até atingir o tamanho desejado. | Nenhum | Imagem em tamanho maior. | Imagem selecionada em tamanho desejado. |
| Diminuir tamanho da imagem | <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar imagem. 2. Clicar o botão, representado pela imagem da formiga, até atingir o tamanho desejado. | Nenhum | Imagem em tamanho menos. | Imagem selecionada em tamanho desejado. |
| Gravar narrativa | <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar imagem. 2. Clicar o botão, representado pela imagem do microfone. 3. Clicar o botão gravar. 3. Iniciar narrativa. 4. Clicar o botão parar. | Ter um microfone ligado no computador. | Narrativa gravada. | A narrativa foi gravada e disparada no momento da navegação. |

| Objetivo | Fluxo | Requisitos Especiais | Resultado esperado | Resultado Obtido |
|--|--|---------------------------|-------------------------------------|--|
| Associar som a imagem | <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar imagem. 2. Clicar o botão, representado pela imagem do alto-falante. 3. Selecionar o som desejado. | Nenhum | Som associado a imagem. | Os testes só poderão ser realizados após implementação do módulo inserir sons no cenário |
| Salvar cenário | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar o botão, representado pela figura do disquete. 2. Escolher pasta que deseja armazenar o arquivo. 3. Dar um nome ao arquivo a ser salvo. 4. Clicar o botão salvar. | Nenhum | Arquivo salvo. | O arquivo foi salvo corretamente. |
| Abrir cenário | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar o botão, representado pela figura da pasta. 2. Selecionar pasta que o arquivo foi salvo. 3. Selecionar o arquivo que deseja abrir. 4. Clicar o botão abrir. | Nenhum | Arquivo carregado na ferramenta. | O cenário foi carregado no ambiente |
| Visualizar e Navegar pelo cenário tridimensional | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar o botão, representado pela imagem do <i>joystick</i>. | Ter um <i>plugin</i> VRML | Carregar cenário tridimensional. | O cenário tridimensional foi carregado corretamente |
| Iniciar novo arquivo | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar o botão, representado pela imagem do papel com lápis. 2. Se necessário, salvar o cenário. | Nenhum | Carregar um novo cenário em branco. | Novo cenário em branco carregado corretamente. |

| Objetivo | Fluxo | Requisitos Especiais | Resultado esperado | Resultado Obtido |
|---------------------------------|--|---|--|--|
| Adicionar objetos na biblioteca | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar no menu adicionar. 2. Clicar no item adicionar objetos. 3. Selecionar opção adicionar objetos VRML. 4. Selecionar categoria. 5. Selecionar arquivo para ser inserido. 6. Clicar botão abrir. | Inserir imagem correspondente na biblioteca de imagens | Inserir objeto tridimensional na biblioteca de objetos | Os testes só poderão ser realizados após implementação do módulo inserir objetos |
| Adicionar novas imagens | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar no menu adicionar. 2. Clicar no item adicionar objetos. 3. Selecionar opção adicionar imagens JPEG ou GIF. 4. Selecionar categoria. 5. Selecionar arquivo para ser inserido. 6. Clicar botão abrir. | Inserir objeto tridimensional correspondente na biblioteca de objetos | Inserir imagem na biblioteca de imagens | Os testes só poderão ser realizados após implementação do módulo inserir imagens |
| Adicionar sons a biblioteca | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar no menu adicionar. 2. Clicar no item adicionar sons. 3. Selecionar arquivo para ser inserido. 6. Clicar o botão abrir. 7. Selecionar imagem. 8. Clicar o botão abrir. | Inserir imagem correspondente. | Inserir novo som na biblioteca de sons | Os testes só poderão ser realizados após implementação do módulo inserir sons |

5.2 Testes com usuários finais

Foram realizados dois testes com usuários finais.

Para os dois testes realizados seguimos o seguinte roteiro, descrito na Tabela 5-2.

Tabela 5-2: Roteiro dos testes com usuários finais

| | |
|--|-----------------------|
| ROTEIRO DO TESTE DE USABILIDADE | |
| Ambiente de Autoria e manipulação tridimensional para Educação Infantil | |
| Local do teste: Laboratório LSI-EPUSP | |
| Data: 03/02/2005 | Hora: 9:30 hrs |
| Material utilizado: filmadora e camera fotográfica. | |
| 1) Conversa inicial | |
| a. Apresentação das crianças. | |
| b. Conversar sobre contar histórias. | |
| c. Apresentação dos objetivos. | |
| 2) Apresentação da ferramenta. | |
| 3) Uso livre do ambiente. | |
| 4) Visualização e Navegação, no computador, pela história montada. | |
| 5) Entrevista. | |

As principais observações feitas durante os testes, levando em conta as características descritas no item 2.3.3 Qualidade de *Software* Educacional, foram:

- Validação conceitual da base pedagógica da ferramenta (Construtivismo / Construcionismo).
- A ferramenta possui o que as crianças esperam, e o que falta para alcançar isso (funcionalidade).

- Observar dificuldades de uso e entendimento das ferramentas.
- Observar dificuldade de navegação pelo ambiente tridimensional, utilizando o *plugin Cosmo Player*.
- Observar se o que as crianças vêem durante a navegação por sua história é o que esperavam encontrar.
- Existência de conflitos e inconsistências (confiabilidade).
- Como a ferramenta é efetivamente utilizada, quais dificuldades existem em seu uso (usabilidade).

Os testes encerraram-se com uma conversa com as crianças para que estas pudessem expressar sua opinião sobre o ambiente e o seu uso. O roteiro desta conversa pode ser visto na Tabela 5-3.

Tabela 5-3: Entrevista

| |
|---|
| <p><i>ENTREVISTA</i></p> <p>Ambiente de Autoria e manipulação tridimensional para Educação Infantil</p> <p>Perguntas feitas as crianças ao final do teste:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Do que as crianças não gostaram? 2) Do que as crianças mais gostaram? 3) O que as crianças gostariam que fosse acrescentado na ferramenta? 4) A ferramenta é intuitiva, fácil de entender e de usar? 5) As crianças gostariam de usar a ferramenta na escola? 6) As crianças gostariam de usar a ferramenta em casa? |
|---|

5.2.1 Teste 1 – Fora do ambiente escolar

O primeiro teste foi realizado no laboratório do LSI-EPUSP e contou com a participação de sete crianças, todas com idade entre cinco e sete anos, sendo seis

meninos e uma menina. Vale a pena salientar que uma das crianças em questão era portadora de deficiência auditiva e verbal, porém não impedindo sua participação durante todas as atividades do teste.

O Laboratório é equipado com seis computadores Pentium 4, com sistema operacional Windows XP, dispostos um ao lado do outro. Este é um espaço novo para as crianças, fora do ambiente da escola ao qual estão acostumadas. Os móveis existentes no laboratório não estão adaptados para o uso de crianças, sendo que este normalmente é utilizado por adultos. O tamanho das cadeiras e das mesas tornou o uso do computador pelas crianças prejudicado, acarretando alguns problemas durante a realização do teste.

Cada criança trabalhou individualmente em um computador. Mesmo trabalhando separadamente, elas sempre trocavam informações sobre o que haviam descoberto e mostravam seus trabalhos umas as outras.

O teste realizou-se em aproximadamente uma hora e foi acompanhado por uma especialista na área educacional, uma especialista em comunicação e duas especialistas na área tecnológica.

5.2.1.1 Avaliação

Durante a conversa inicial, quando explicávamos que poderíamos criar histórias no computador, através da ferramenta, as crianças logo mencionaram que, para criar histórias era necessário saber escrever, e elas ainda não sabiam.

Foi dito então, que para a construção das histórias, neste caso, não seria necessário escrever, e sim bastava apenas contar a história, como quando nossos pais contam, então, logo as crianças se mostraram bastante interessadas com a possibilidade de criar sua própria história.

A barra de categorias, onde se encontram as imagens a serem utilizadas para compor o cenário, mostrou-se fácil de ser utilizada, porém algumas imagens, que representam as categorias, ainda não são muito apropriadas, devendo ser melhor estudadas.

Os botões que permitem a escala das imagens, e que são representados pelas figuras do elefante para aumentar e da formiga para diminuir, mostraram-se intuitivos, suas funções foram rapidamente associadas as imagens representando o menor e o maior.

O reposicionamento das imagens no cenário através do clique do *mouse*, sem que seja necessário segurar o botão direito e arrastar, torna esse processo mais eficiente pois, os *mouse* geralmente não são confeccionados para mãos tão pequenas, o que dificulta seu uso, portanto, poder apenas com um clique reposicionar as imagens facilita esta tarefa.

A Figura 5-1 mostra algumas das produções das crianças durante a realização do teste.

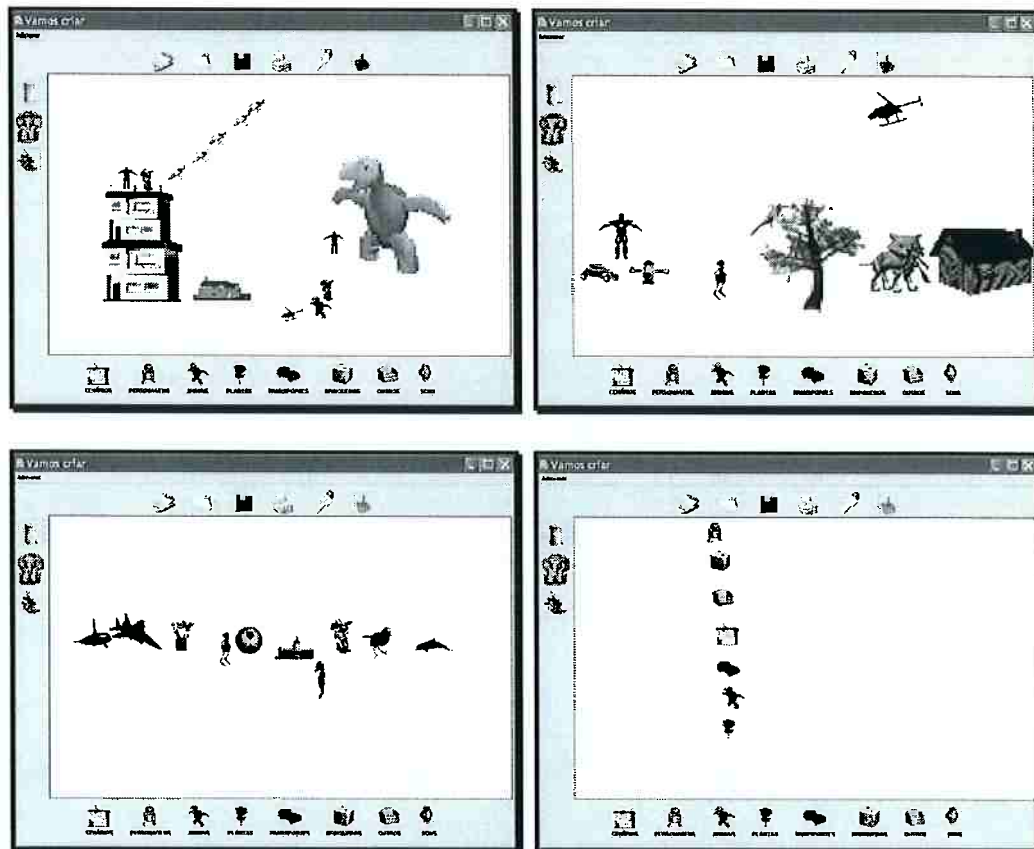


Figura 5-1: Trabalhos realizados pelas crianças durante o teste

Alguns problemas quanto a interface e funções dos botões foram notados com algumas ferramentas disponíveis no ambiente. Estes problemas são apresentados na Tabela 5-4, juntamente com as sugestões feitas pelas especialistas da área tecnológica que acompanharam o teste.

Tabela 5-4: Problemas observados durante o teste

| | Problema encontrado | Sugestão |
|------------------------------------|---|---|
| Botão Salvar | A imagem do disquete representando o botão salvar não é intuitiva. | Trocar a forma de representação do botão por uma imagem mais intuitiva para crianças como, por exemplo, um baú de guardar brinquedos. |
| Função Salvar | Dificuldades para entender a função e dar nomes as histórias. | Salvar automaticamente após o clique no botão, sem que seja necessário das nomes, criando nomes automaticamente com números para identificar os diferentes arquivos ou criar a possibilidade de trocar a escrita do nome pela inserção de ícones que possam ser escolhidos pelas crianças ao salvar sua história. |
| Função Gravar | A sequência clicar botão gravar para abrir a janela e só então clicar o botão iniciar, para gravar a narrativa, é complicada. | A gravação da narrativa deve iniciar ao clicar o botão gravar e na janela que é aberta deve aparecer somente o botão para finalizar gravação. |
| Botão Novo Arquivo | A imagem do caderno com lápis, representando o botão novo arquivo, não é intuitiva. | Trocar a forma de representação do botão por uma imagem mais intuitiva para as crianças. |
| Botão transformação tridimensional | A imagem do <i>joystick</i> , representando o botão transformação tridimensional, não é intuitiva. | Trocar a forma de representação do botão por uma imagem mais intuitiva para as crianças como, por exemplo, um mão atrás da orelha, indicando ouvir a história. |
| Botão Abrir Arquivo | A imagem da pasta, representando o botão Abrir Arquivo, não é intuitiva. | Trocar a forma de representação do botão por uma imagem mais intuitiva para as crianças como, por exemplo, um livrinho aberto, uma estante de livros ou um baú com personagens saindo. |
| Função Novo Arquivo | Ao selecionar a função Novo Arquivo a função para salvamento é iniciada para que se possa salvar o arquivo antes de fecha-lo. | Salvar automaticamente o arquivo que irá ser fechado ao selecionar a função Novo arquivo. |

Durante o teste encontramos alguns problemas para a geração dos cenários tridimensionais, conflitos de hardware, que foram resolvidos somente em algumas máquinas que estavam sendo utilizadas. A Figura 5-2 mostra os trabalhos das crianças no ambiente tridimensional.

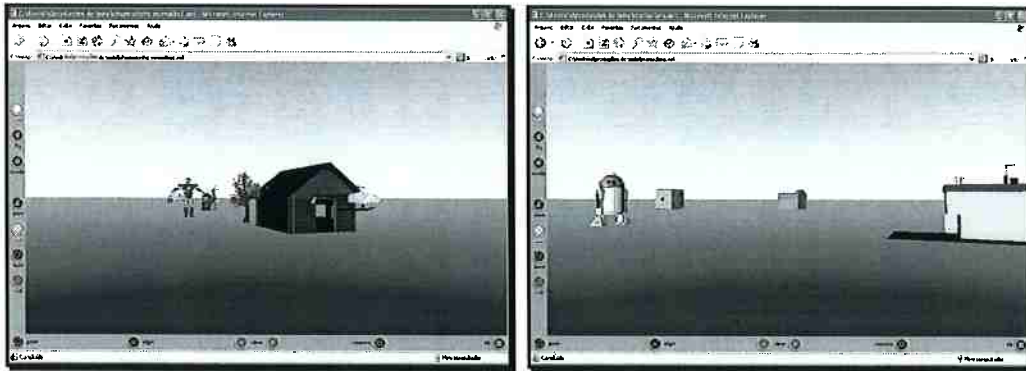


Figura 5-2: Trabalhos das crianças no ambiente tridimensional

A geração da história no ambiente tridimensional mostrou-se curiosa, sendo que algumas crianças se mostraram interessadas em ver, em um ambiente virtual tridimensional, a história que haviam construído. A navegação por este ambiente é complicada, por exigir grande habilidade motora, notando-se, assim, a necessidade da construção de um *plugin* VRML simplificado, para que a navegação das crianças se torne mais confortável.

Após o uso da ferramenta pelas crianças, finalizamos o teste com algumas perguntas, apresentadas na Tabela 5-3, em um momento bastante descontraído, onde as crianças expressaram suas opiniões sobre a ferramenta.

As crianças disseram ter gostado de criar suas histórias no ambiente e de poder mostrá-las a outras pessoas, como por exemplo os pais.

Quando consultadas sobre o que deveríamos acrescentar na ferramenta, solicitaram o acréscimo de novos objetos para compor o cenário e a possibilidade de inserir textos nas composições. Também demonstraram interesse em poder inserir objetos confeccionados por elas.

Os Anexo III - Parecer quanto aos aspectos pedagógicos e Anexo IV - Parecer quanto aos aspectos de Comunicação apresentam pareceres que descrevem as

observações feitas pelas especialistas em educação e comunicação, respectivamente, que acompanharam o teste.

5.2.2 Teste 2 – Na escola

Pelo primeiro teste ter apresentado problemas com a geração dos cenários tridimensionais, optamos pela realização de um segundo teste onde pudéssemos avaliar melhor o impacto do ambiente tridimensional, para as crianças.

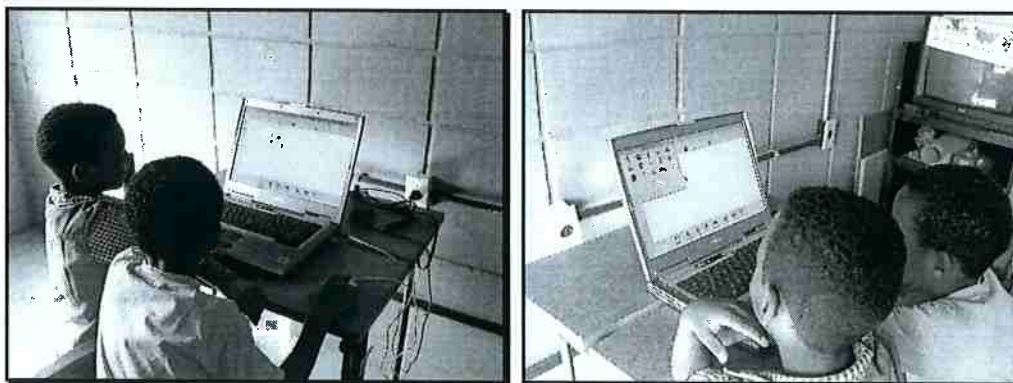
Este segundo teste foi realizado na Creche Oeste, na Universidade de São Paulo, e contou com a participação de quatro crianças com idade entre quatro e seis anos, alunas desta creche.

O teste foi realizado em uma sala, mobiliada com uma mesa e duas cadeiras, adaptadas para o uso de crianças, facilitando, assim, a utilização do computador.

Foi utilizado durante o teste um computador portátil Dell Precision M60, com sistema operacional Windows XP. Para facilitar o trabalho das crianças utilizamos um mouse comum, pois a manipulação do mouse do computador portátil é difícil para usuários inexperientes.

As crianças trabalharam em dupla, sendo uma dupla por vez na sala, por aproximadamente trinta minutos.

A Figura 5-3 apresenta imagens das crianças utilizando a ferramenta LEGAL durante o teste.



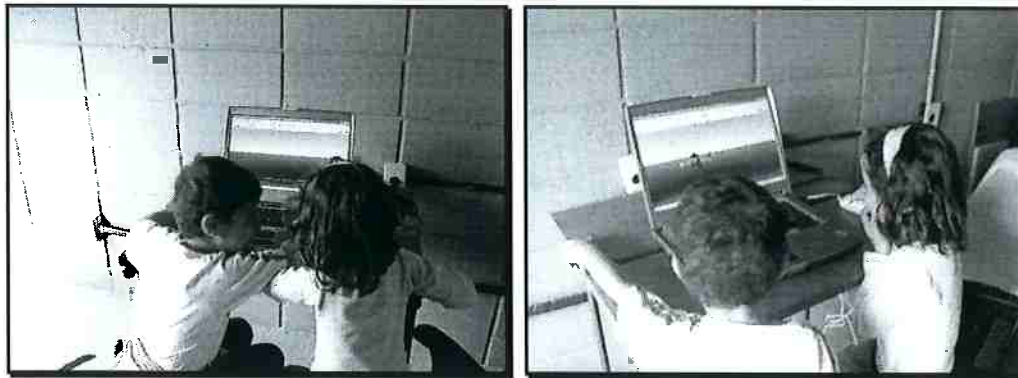


Figura 5-3: Crianças utilizando a ferramenta LEGAL

Este teste foi acompanhado pela pedagoga Rose Mara Gozzi, diretora da Creche Oeste.

5.2.2.1 Avaliação

Iniciamos o teste com uma conversa sobre contar histórias, e dissemos então que poderíamos criar e contar histórias através do uso do computador.

As crianças demonstraram muito interesse, principalmente na possibilidade de trabalhar no computador.

As crianças que participaram do teste mostraram-se pouco experiente no uso do computador, porém não demonstraram grandes dificuldade em utilizar a ferramenta LEGAL.

Uma das crianças afirmava constantemente que não sabia mexer com o mouse, porém seu parceiro a ajudou lhe dizendo como deveria fazer e logo ela estava trabalhando sem grandes dificuldades com a ferramenta, demonstrando assim que, o trabalho em dupla pode trazer benefícios para o uso da ferramenta.

As crianças descobriram rapidamente como inserir objetos no cenário para compor suas histórias. Os botões de aumentar e diminuir também foram rapidamente descobertos, sendo que o fato de poder aumentar e diminuir os objetos do cenário tornou-se um ato bastante interessante e divertido. A Figura 5-4 apresenta os cenários construídos pelas crianças.

Como havíamos notado no teste anterior, as crianças sentem muita dificuldade para salvar sua história, porém isso não trouxe grandes perturbações para a continuação do trabalho.

Com apenas uma única demonstração de como poderiam gravar sua história as crianças aprenderam e gravavam suas narrações sozinhas.

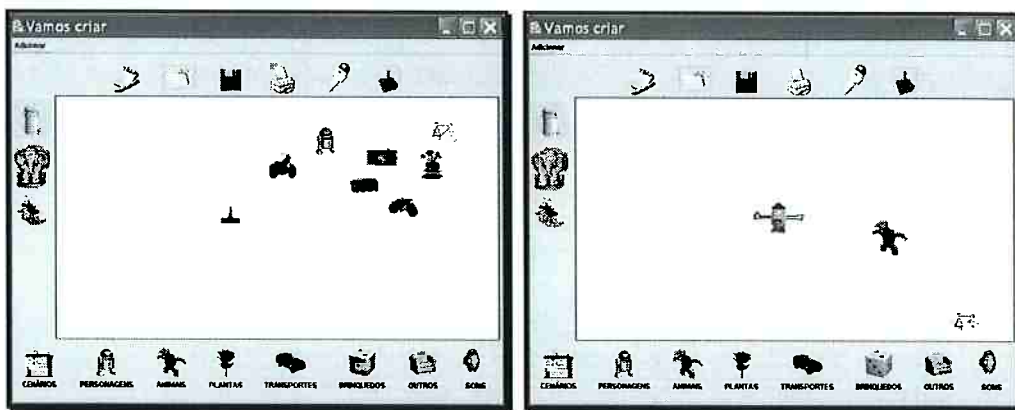


Figura 5-4: Trabalhos realizados pelas crianças durante o teste

Mesmo com algumas dificuldades para a navegação no ambiente tridimensional, as crianças demonstraram muito interesse, principalmente pelo fato de poderem ouvir sua própria voz narrando a história. A Figura 5-5 apresenta os cenários no ambiente tridimensional.

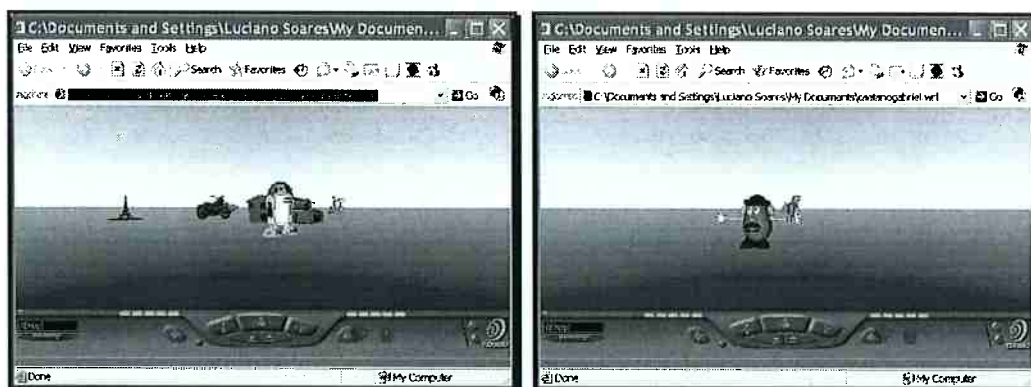


Figura 5-5: Trabalhos das crianças no ambiente tridimensional

Clicavam constantemente nos personagens, durante a navegação, para ouvirem a narração e se divertiam muito quando reconheciam sua voz.

Cada criança se identificou com um personagem que adicionou no cenário, sendo que a história contada por ela sempre estava baseada neste personagem.

Segundo Rose Mara Gozzi, pedagoga que acompanhou o teste, seria bastante interessante que o ambiente oferecesse alguns personagens típicos de contos infantis, oferecendo o que já faz parte do repertório da criança, para que em um primeiro momento elas pudessem reconstruir histórias que já conhecem para depois construir uma história imaginada por elas. Sugeri também, iniciar o uso do ambiente apenas como um processo de experimentação, para somente depois este poder ser utilizado com uma proposta concreta. Propôs também que o fundo branco da tela de composição do cenário pudesse ser colorido, pois assim a interface se tornaria mais atrativa.

Apontou como uma contribuição bastante interessante do trabalho, o fato das crianças poderem contar histórias e ouvirem sua própria voz durante a navegação no ambiente tridimensional, pois assim as crianças passam a se ver em sua construção, evidenciando sua autoria.

5.3 Conclusões

A ferramenta LEGAL apresentou potencial educativo durante a realização dos testes. Para a conclusão da implementação do ambiente será necessário a realização de novos testes, para que problemas com a interface e algumas ferramentas possam ser estudados mais especificamente e corrigidos nas próximas versões.

6 Conclusão

6.1 Conclusões Gerais

Os testes foram realizados com uma primeira versão da ferramenta LEGAL e trazem como principal resultado a comprovação da potencialidade do ambiente para a Educação Infantil, porém, é de extrema importância que sejam realizados outros testes durante o desenvolvimento das novas versões do ambiente, para que a participação ativa das crianças possa fazer com que a ferramenta se torne aquilo que elas desejam.

Notamos também, através dos testes, a importância de serem realizados alguns estudos mais específicos em torno da interface, para que esta alcance melhor o objetivo de ser intuitiva.

Pretendemos com este sistema beneficiar o processo de criação e imaginação de crianças ainda bem pequenas e pouco beneficiadas com este tipo de ferramenta.

Temos a intenção de contribuir, assim, para o enriquecimento do processo de aprendizagem e tornar possível o contato, desde muito cedo, com as novas tecnologias, que no mundo de hoje, estão cada vez mais próxima da sociedade, principalmente das crianças e jovens, através da televisão, vídeo game e dos computadores e internet.

A interface busca ser o mais simples possível, para que mesmo sem saber ler as funcionalidades disponíveis na ferramenta LEGAL, a criança possa fazer uso do ambiente de forma intuitiva e completa.

Esta ferramenta traz em si os benefícios de um ambiente de autoria, criando ambientes virtuais tridimensionais e a possibilidade de utilizar ambientes imersivos de múltiplas projeções.

O contato com ambientes imersivos traz para a criança uma nova experiência, onde está deixa de ser um espectador e passa a ser um criador, a observar sua obra.

Ao poder publicar sua criação, a criança poderá compartilhar seus conhecimentos, incentivando assim, o uso deste tipo de ambiente por seus companheiros, promovendo a interação e a cooperação.

6.2 Contribuições

A intenção desta pesquisa é fornecer uma ferramenta de autoria, leve e portátil, multiplataforma, para ser utilizada por usuários inexperientes, com uma interface simples que permita uma rápida adaptação dos usuários a ferramenta.

Esta ferramenta busca auxiliar professores e crianças na Educação Infantil, favorecendo o processo de imaginação e criação da criança, e ainda sua autonomia e a socialização dos trabalhos.

Por ser independente de plataforma poderá ser utilizada em diferentes lugares, além do ambiente escolar, como uma ferramenta educacional e de entretenimento, permitindo um maior número de acesso às novas tecnologias.

O uso deste tipo de ferramenta no ambiente escolar favorecerá o acesso a tecnologia dos chamados excluídos digitais, permitindo a aprendizado com as tecnologias e das tecnologias.

6.3 Trabalhos Futuros

Este trabalho apresenta o primeiro protótipo da ferramenta LEGAL.

A estrutura desta ferramenta nos possibilita a inserção de outros módulos que podem ampliar sua aplicabilidade.

Para tanto propomos como trabalhos futuros:

- Possibilitar a inserção de sons e objetos na biblioteca de maneira simples, para que esta ação possa também ser realizada pelas crianças;
- Correções da interface e funções, a partir das observações realizadas durante os testes e descritas na Tabela 5-4;
- Implementação da ferramenta para inserção de textos no cenário, como proposto pelas crianças durante os testes;
- Inserção de personagens já conhecidos dos Contos Infantis, na biblioteca de objetos e imagens;
- Implementação de um módulo deste ambiente, para total utilização em ambientes imersivos de múltiplas projeções, como a CAVERNA Digital;
- Implementação de um módulo simples para modelagem de objetos tridimensionais;
- Implementação de um navegador para uma navegação mais simples, permitindo assim, um melhor uso do ambiente virtual tridimensional pelas crianças.

Para melhorar o potencial educacional da ferramenta LEGAL será importante a realização de diversos testes durante a implementação dos módulos sugeridos.

Estes módulos deverão ser implementados atendendo as necessidades do público alvo, com interfaces simples e intuitivas, facilitando o seu uso.

Anexo I – Comparação do ambiente LEGAL com as ferramentas estudadas

Algumas características importantes, existentes nos *software* estudados, foram aproveitados na elaboração da ferramenta LEGAL, outras, como a colaboração, estão sendo estudadas, para ser implementada na próxima versão desta ferramenta.

Outras características, como ser um ambiente de autoria com interface simples e livre de menus textuais, que não faziam parte da maioria dos *software* estudados, foram pesquisadas e incluídas na concepção desta ferramenta, por serem características importantes para o público alvo.

A Tabela I - 1 mostra uma comparação entre os recursos dos *software* estudados e a ferramenta LEGAL.

Tabela I - 1: Comparação de recursos

| <i>Recursos</i> | <i>Gibizinho</i> | <i>HagáQué</i> | <i>Coelho Sabido</i> | <i>Oficina de Histórias</i> | <i>Kid Pix Deluxe 3</i> | <i>Imagine</i> | <i>NICE</i> | <i>Alice</i> | <i>FADAS</i> | <i>LEGAL</i> |
|-----------------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Português | X | X | X | X | X | X | | | X | X |
| Inglês | | | | | | | X | X | | |
| Windows | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Linux | | | | | | | X | X | | X |
| CD-Rom | | | X | X | X | X | | | | |
| Gratuito | | X | | | | | X | X | X | X |
| Biblioteca de Imagens | X | X | | X | X | X | | X | X | X |
| Biblioteca de Sons | | X | | X | X | X | | | X | X |
| Edição de Imagem | X | X | | X | X | X | | | X | X |
| Gravador de Voz | | X | | X | X | X | | | | X |
| Permite Impressão | X | X | X | X | X | X | | | | X |

| Recursos | Gibizinho | HagáQuê | Coelho Sabido | Oficina de Histórias | Kid Pix Deluxe 3 | Imagine | NICE | Alice | FADAS | LEGAL |
|---------------------------------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|
| Autoria 2D gráfica | X | X | X | X | X | X | | | | X |
| Autoria 3D por comandos | | | | | | | | X | X | |
| Visualização, Navegação e manipulação | | | | | | | X | X | X | X |
| Imersivo | | | | | | | X | X | X | X |
| Estereoscopia | | | | | | | X | X | X | X |
| Colaborativo | | | | | | X | X | X | X | |
| Comunicação textual | X | X | | X | X | X | X | X | X | |
| Comunicação oral (síntese de voz) | | | X | | | X | | | | |
| Público Alvo | 7 a 10 anos | 6 à 14 anos | 4 à 6 anos | 7 à 10 anos | 4 à 11 anos | ? | 6 à 10 anos | Curso de graduação | 7 à 15 anos | 4 à 6 anos |

Anexo II - Experiências com desenvolvimento de Estratégias de Pedagogia de Projetos

A seguir apresentaremos duas importantes experiências, “A cidade que a gente quer” e a FEBRACE, vividas desde 2003 através da participação em projetos que se utilizam da Pedagogia de Projeto, a fim de adquirir subsídios práticos para a realização desta pesquisa.

Estes projetos não foram aplicados, até então, para a Educação Infantil, porém a participação neles nos deu base sólida e reafirmou a importância do uso da Pedagogia de Projetos no processo de aprendizagem.

Importante salientar que apesar de não terem sido ainda aplicados em crianças da Educação Infantil, isto não quer dizer que não possam, com algumas adaptações, serem utilizados também para esta faixa etária.

Projeto “A cidade que a gente quer”

Este projeto surgiu de uma parceria entre a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME-SP), o MIT Media Lab e o Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Escola Politécnica da USP (EPUSP).

O projeto “A cidade que a gente quer” está apoiado na metodologia Construcionismo, tendo como objetivo incentivar o uso de materiais diversos, TIC’s e dispositivos eletro-eletrônicos, buscando criar um ambiente de aprendizagem

interessante para os alunos, que têm a oportunidade de participar ativamente da construção de seu aprendizado.

Neste projeto, os alunos desenham e constroem modelos para a melhoria da qualidade de vida da cidade em que vivem, onde através de um “tema gerador” os alunos debatem os problemas.

Ao levantar e debater os problemas os jovens criam um pensamento crítico e buscam idéias para possíveis soluções.

Após a escolha do tema de seu projeto, os alunos partem então para a pesquisa onde além de pesquisar sobre o tema escolhido e todos os assuntos envolvidos, buscam também materiais, ambientes e possíveis formas de implementar a solução pensada, trabalhando assim com diversas áreas do conhecimento.

Ao realizar este tipo de projeto as crianças têm a oportunidade de perceber realmente a conectividade entre as disciplinas que são estudadas passando a fazer sentido não só dentro da sala de aula e durante a realização de provas, mas na vida diária, deixando de ser somente uma ação cansativa e repetitiva.

Para viabilizar a aplicação deste projeto na Educação Infantil as pesquisas sobre o tema escolhido pelas crianças devem ser mediada pelo professor de uma maneira mais dirigida e os materiais utilizados menos complexos, onde narrativas e desenhos, além de atividades como teatro entre outras, poderiam ser utilizadas.

O projeto nas Escolas Municipais da cidade de São Paulo

Histórico do projeto na Cidade de São Paulo

O projeto teve início no ano de 2001, sendo realizada uma formação para as equipes responsáveis pela informática educativa dos NAE's (Núcleos de Ação Educativa), que seriam os multiplicadores das idéias. Foram realizadas também oficinas com professores e alunos de quatro escolas da rede municipal de São Paulo.

Durante as oficinas foram utilizados os mais diversos materiais como sucata, câmeras fotográficas, computadores, entre outros juntamente com um kit de robótica da Lego, permitindo a automação de alguns dos objetos criados.

Durante a realização dessas oficinas foram constatadas pela equipe diversas dificuldades, sendo a principal o custo do material de robótica, inviável para as escolas públicas, trazendo também uma intranquilidade no seu uso pelos professores e alunos.

Após uma análise feita pela equipe sobre os problemas encontrados, decidiu-se pela troca do kit de robótica da Lego por uma solução mais viável.

Uma segunda formação aconteceu em outubro de 2002 com o grupo anterior e alguns novos membros. Essas oficinas aconteceram nos moldes da anterior, apenas diferenciando-se pela troca do kit de robótica da Lego pela placa Gogo desenvolvida pelo MIT e um kit de componentes eletrônicos para serem utilizados juntamente com a placa, tornando mais viável o desenvolvimento do projeto e dando maior segurança aos participantes.

Após esta formação o projeto foi então estendido para 30 escolas da rede municipal de São Paulo trabalhando com alunos e professores.

Pode-se perceber nas escolas um ambiente riquíssimo de criatividade, estimulando a relação aluno-professor e o envolvimento de toda a comunidade durante o desenvolvimento dos projetos (Alves, 2004).

O projeto hoje

Em 2004 uma parceria entre a SME e o LSI/EPUSP viabilizou a implantação do projeto em 150 escolas da rede municipal da cidade de São Paulo. Algumas alterações foram feitas no modelos das oficinas, pois não foi possível utilizarmos a Placa Gogo, sendo que somente algumas escolas que haviam participado anteriormente do projeto é que a possuíam.

Iniciamos o projeto com uma formação dos POIE's (Professor Orientador de Informática Educativa), que são os professores responsáveis pela informática na

escola, que ocorreu no período de 09 a 20 de agosto de 2004 sendo ministrada pela equipe da LSI/EPUSP com auxílio da equipe de Informática Educativa da SME.

Esta oficina de formação foi realizada de acordo com o modelo para ser levado as escolas, onde os participantes escolhem um tema e idealizam um projeto. Esta formação contou também com três mini-oficinas, sendo elas, Oficina de Eletrônica, Oficina de Vídeo e Oficina de Animação, utilizando materiais e *software* disponíveis nas escolas.

Estas oficinas foram realizadas com o intuito de disponibilizar novas linguagens para serem utilizadas na realização dos projetos, sendo que estas são somente poucas das diversas linguagens que podem ser utilizadas, sempre procurando priorizar o conhecimento e a habilidade de cada participante. A Figura II - 1 mostra os trabalhos realizados durante a formação dos POIE's.

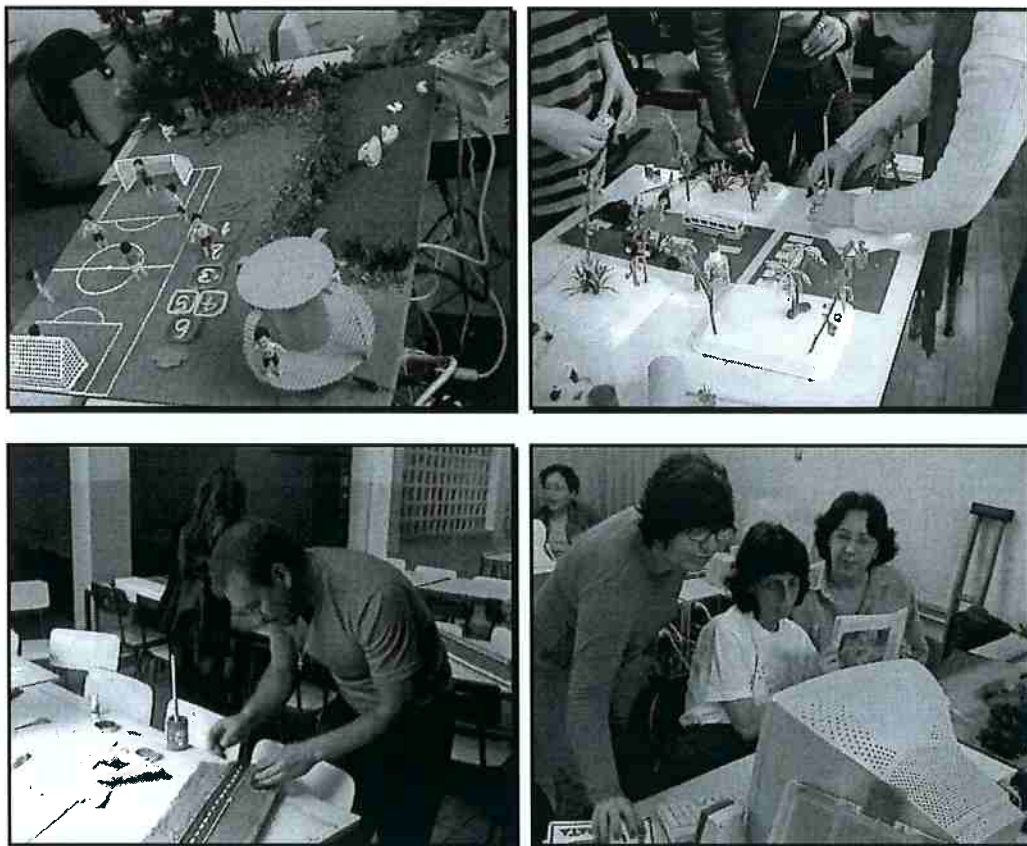


Figura II - 1: Formação dos POIE's

Ao término da formação dos POIE's iniciou-se então o trabalho com alunos e outros professores interessados nas escolas. Durante esta etapa a equipe do LSI/EPUSP responsabilizou-se pelo acompanhamento dos projetos através de visitas as escolas para acompanhamento e resolução de eventuais dúvidas que surgirem.

As escolas contam também com um Portal na Internet (nate.lsi.usp.br/cidade) desenvolvido pela equipe do LSI. Neste Portal os professores e alunos podem submeter suas dúvidas através da ambiente Fórum, sendo estas respondidas pela equipe. A Figura II - 2 apresenta o portal “A cidade que a gente quer”.

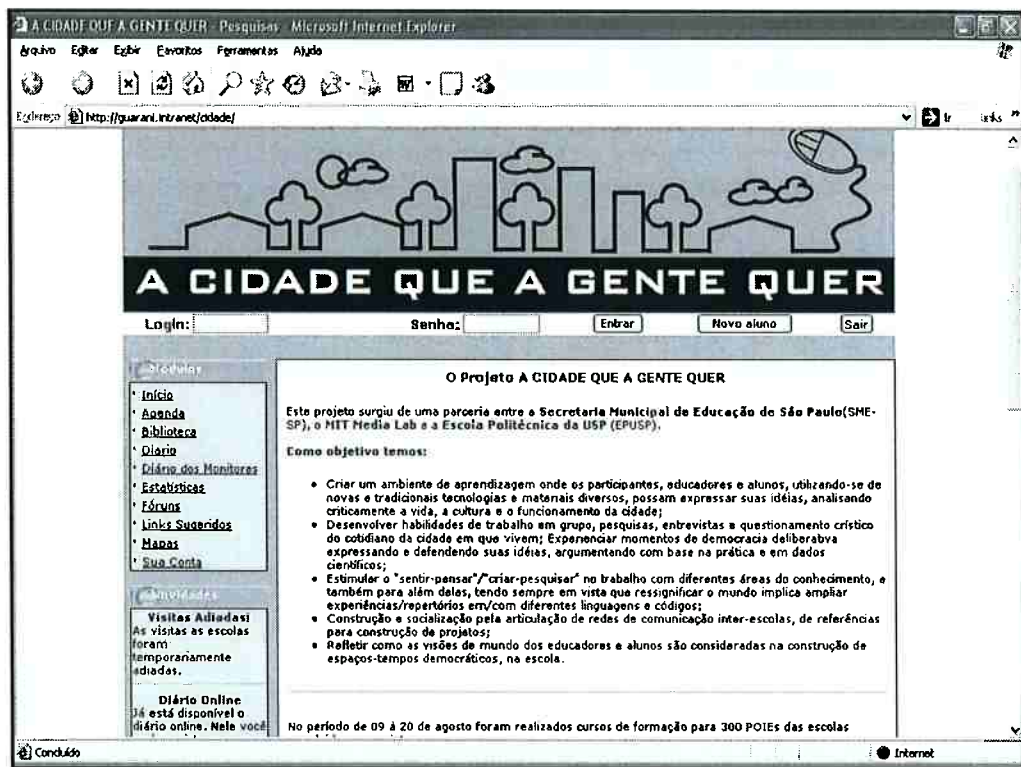


Figura II - 2: Portal “A cidade que a gente quer”

Possuem também uma ambiente Biblioteca que dá acesso a materiais de apoio sobre diversos temas e alguns links para pesquisa. Neste portal há também a possibilidade de publicação dos projetos e uma ambiente para a confecção do Diário de Bordo dos participantes. O Diário de Bordo é onde os estudantes registram as etapas que realizam para desenvolver o projeto.

O Portal tem o intuito de auxiliar a continuidade do projeto dentro das escolas, para que este continue a ser realizado com novos alunos e outros professores.

No dia 23 de outubro de 2004 foi realizada a Mostra de Projetos “A cidade que a gente quer”, onde os alunos das 150 escolas participantes do projeto puderam expor seus trabalhos para toda a comunidade. Esta mostra aconteceu em quatro CEU’s, Centro Educacional Unificado, da cidade de São Paulo.

Durante a mostra foram apresentados trabalhos utilizando as mais diversas linguagens, desde maquetes até peças teatrais e os mais variados temas dentro da realidade de cada aprendiz. A Figura II - 3 mostra os trabalhos apresentados durante a mostra.

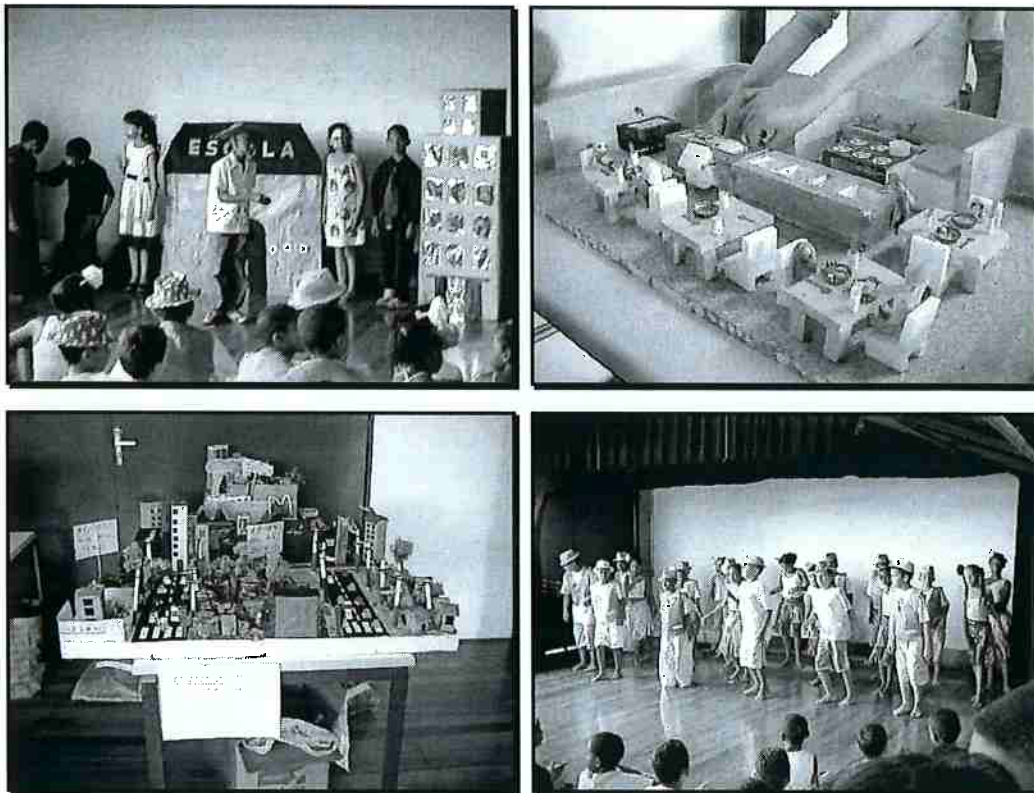


Figura II - 3: Trabalhos apresentados durante a Mostra

A mostra é a oportunidade para o reconhecimento do trabalhos dos jovens, não só por professores e pesquisadores envolvidos, mas por outros jovens e pela comunidade, tornando-se assim um momento importante para troca de conhecimentos.

O projeto tem se mostrado um importante passo no processo de aprendizagem dos jovens, incentivando a pesquisa e a busca por novos conhecimentos, além do enriquecimento de sua formação como cidadão.

Projeto “FEBRACE”

A FEBRACE – Feira Brasileira de Ciências e Engenharia – é uma feira anual de abrangência nacional criada para incentivar o desenvolvimento de atividades geradoras de oportunidades científicas e tecnológicas buscando estimular a produção de pesquisas apoiada por uma metodologia científica ou de engenharia nas escolas entre os alunos através do desenvolvimento de projetos criativos e inovadores.

Tem como público-alvo alunos da 8ª série do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Técnico de escolas públicas e particulares recebendo projetos em diversas categorias estabelecidas a partir das Ciências e Engenharia e suas aplicações.

Foi idealizada e é realizada pela equipe do LSI/EPUSP, e suas duas primeiras edições aconteceram na Universidade de São Paulo, buscando aproximar assim escolas e universidades, criando oportunidade de interação entre estudantes do ensino fundamental e médio e universitários.

Segundo Marcovitch (2003) “o benefício de maior alcance que se vê ..., é o de criar um ambiente favorável ao surgimento de vocações para a pesquisa entre os nossos jovens, desde a infância e a adolescência. Isso é um passo importante para que o Brasil recupere, no futuro, as notórias perdas na área de ciência e tecnologia acumuladas por várias décadas, em razão da falta de recursos, falta de estímulo, falta de iniciativas consistentes”.

Os trabalhos enviados pelos jovens passam pela avaliação de uma equipe, especializada em cada uma das áreas, responsável pelo processo de seleção. Essa equipe indica então melhorias que possam ser realizadas quanto ao projeto e a sua documentação, selecionando assim os finalistas que irão expor seu trabalho durante o período de realização da feira.

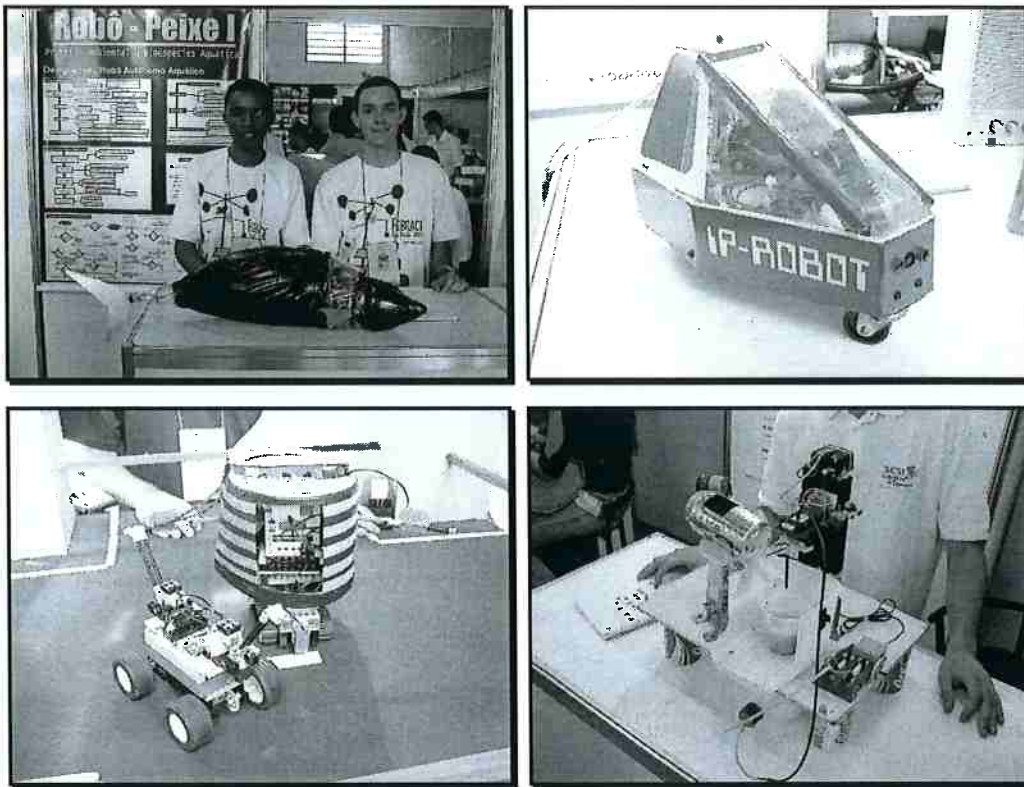


Figura II - 4: Projetos apresentados durante a FEBRACE 2003

A FEBRACE 2003, Figura II - 4, recebeu como finalistas 93 projetos de 12 estados brasileiros e a sua segunda edição, a FEBRACE 2004, Figura II - 5, contou com 180 projetos de 20 estados brasileiros. A FEBRACE seleciona representantes Brasileiros para participarem da feira internacional Intel ISEF (Internation Science and Engineering Fair).

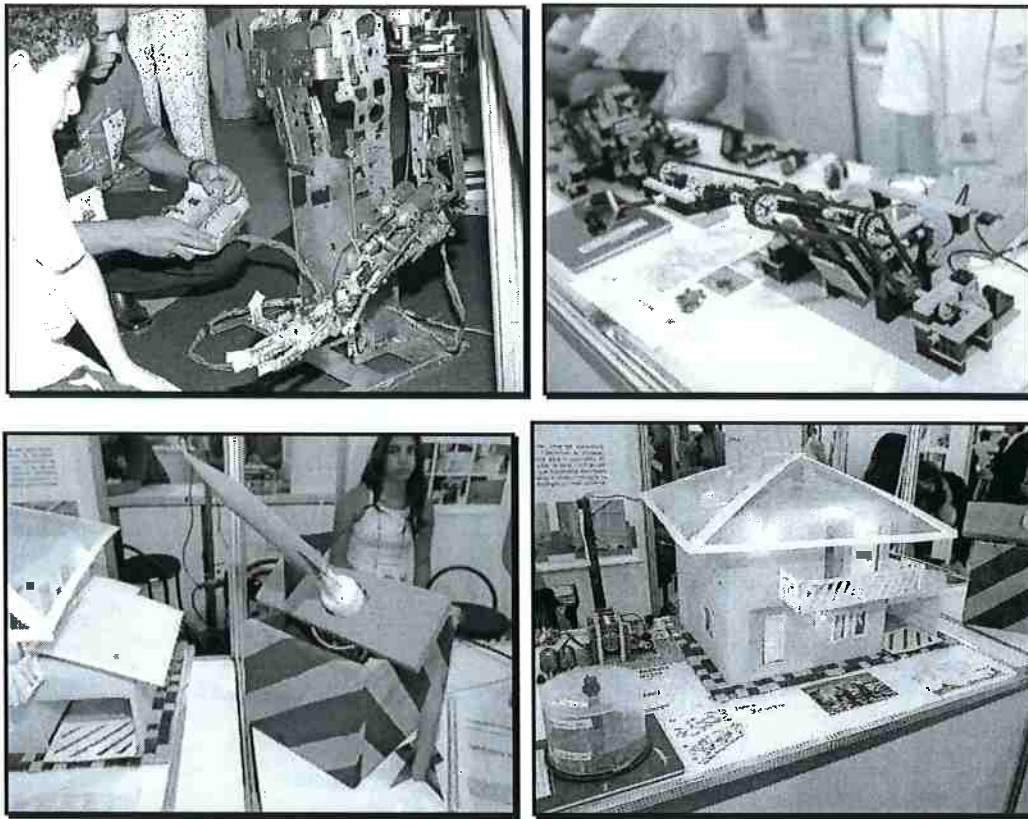


Figura II - 5: Projetos apresentados durante a FEBRACE 2004

Os projetos participantes possuem em sua maioria uma elevada qualidade surpreendendo os jurados, especialistas e visitantes. Os jovens hoje participantes da FEBRACE, com formação adequada e incentivo se tornarão os cientistas de amanhã produzindo informação e tecnologia de ponta, contribuindo com o desenvolvimento do Brasil e do mundo.

As iniciativas de Feiras de Ciências como a FEBRACE trazem a oportunidade de valorização e multiplicação dos resultados da aprendizagem por projetos, criando contato entre os estudantes e com a sociedade.

Anexo III - Parecer quanto aos aspectos pedagógicos

Parecerista: Valdenice Minatel Melo de Cerqueira (mestranda em Educação na PUC-SP, Coordenadora do Departamento de Tecnologia Educacional do Colégio Dante Alighieri de São Paulo)

“Quando Andréia convidou-me para analisar sua criação, confesso que esperava entrar em contato um *software* “lugar comum”, afinal quando fazemos uma busca simples na *internet* ou então visitando pessoalmente uma *softwarehouse* concluímos que quase tudo já foi pensado em termos de oferta de *software* para crianças. O quase reside ainda na carência de *software* de autoria para crianças não alfabetizadas em contraponto a uma demanda crescente de pais e educadores por *softwares* mais inteligentes para esta faixa etária.

O trabalho de Andréia traz uma proposta alternativa e criativa para o nicho especificado, bastante sedento por soluções não pasteurizadas e abertas à criação destes pequenos que, cada vez mais, pensam grande.

O *software* analisado, na minha visão, permite a valorização de uma habilidade que desde a mais tenra idade os videogames insistem em usurpar: a criação espontânea a qual pode “operar milagres” ao transformar nossas crianças em autoras. Como educadora afirmo que é preciso evidenciar a importância da autoria para todas as idades ampliando assim, as diferentes interações subjacentes às produções realizadas.

Com um layout simples sem ser simplista, o *software* permite a interação triangulada e equilibrada: criança-*software*-adulto (professor), abrindo espaço para o que podemos chamar de mediação pedagógica baseada no relato das crianças sobre as

próprias criações. Nesta mediação o adulto atento e experiente poderá “garimpar” situações potenciais de aprendizagem efetiva, indo ao encontro da ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal) de Vygotsky.

Por último, gostaria de ressaltar alguns aspectos inerentes à análise do *software*: as ambientes poderiam apresentar os respectivos nomes apenas quando o mouse repousasse sobre as mesmas; assim como possibilitar que os personagens possam ter nomes. Esta idéia reforça a possibilidade de trabalho na ZDP, na medida em que o público para o qual este *software* se destina, ainda não se alfabetizou completamente. Para eles a alfabetização é um “vir a ser” iminente. Além disto, é fato que a existência de hipótese de escrita (Emilia Ferreiro) pode ser potencializada pela exposição dos pequenos à situação de escrita e leitura. Nesta linha de pensamento vale ressaltar que em uma versão posterior seria interessante disponibilizar uma ambiente de anotação, elaboração de pequenos textos ampliando assim as possibilidades de trabalho com o *software*.

O foco 3D, enquanto criação das crianças, é genial e merece continuar sendo explorado em outras versões dado o seu potencial pedagógico e seu teor inusitado para a faixa etária em questão. Altura, comprimento e profundidade são experiências sinestésicas nas quais nós, adultos, ainda titubeamos. Assim, o apelo (3D) precisa, então, estar no nome do *software*.”

Anexo IV - Parecer quanto aos aspectos de Comunicação

Parecerista: Mirna Feitoza Pereira (jornalista e doutoranda em Comunicação e Semiótica da PUC-SP. Atualmente é coordenadora do CS:Games, Grupo de Pesquisa Semiótica sobre a Linguagem dos Games da PUC-SP.)

“APRECIÇÃO GERAL

O objetivo deste parecer é fazer algumas considerações acerca das potencialidades do protótipo do Ambiente de Autoria para Educação Infantil apoiado em Meios Eletrônicos Interativos, *software* desenvolvido por Andréia Regina Pereira como parte da dissertação de mestrado que apresentará à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) para obtenção do título de mestre em Engenharia, sob orientação da Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes. As apreciações foram feitas a partir do acompanhamento do teste do protótipo com crianças, ocorrido em 3 de fevereiro de 2005, na Escola Politécnica, e de conversa com candidata sobre o projeto. Trata-se de um *software* educativo cujo objetivo é funcionar como um ambiente de autoria no qual a criança na educação infantil consiga construir histórias. Neste sentido, o sistema busca viabilizar o uso inventivo das mídias eletrônicas interativas e de suas linguagens na escola, apresentando-se como uma ambiente capaz de contribuir para trabalhar as formas de expressão da criança desde o início de sua vida escolar.

AVALIAÇÃO DA INTERFACE

Para facilitar a navegação das crianças da educação infantil, a candidata optou por desenvolver uma interface que privilegia a linguagem indicial, procurando usar

imagens com capacidade de indicar os procedimentos necessários para a composição da história, tentando, desse modo, minimizar o uso do código verbal, uma vez que o usuário em potencial do *software* ainda não foi alfabetizado nas convenções simbólicas da linguagem verbal. Tal estratégia, embora pareça mesmo ser a mais eficiente para o desenvolvimento de interfaces, tanto as voltadas para essa faixa etária quanto para os usuários em geral das linguagens das mídias computacionais, não é simples de ser executada, em razão da dificuldade de encontrar imagens que expressem, com eficiência, os recursos do sistema, especialmente se o usuário não tem grande familiaridade com o uso de *softwares*. Neste ponto, é necessário enfatizar um aspecto importantíssimo acerca do processo da comunicação, e que supomos deve guiar a construção desse tipo de interface: no processo da comunicação, a significação das mensagens não depende apenas das informações que disponibilizamos para o receptor; ela depende, em grande medida, senão em sua maior parte, ou mesmo inteiramente, do contexto semântico do receptor, isto é, da experiência prévia que este tem com os signos com os quais entra em contato.

Nota-se que esta preocupação, de maneira consciente ou não, esteve presente no desenvolvimento da interface do protótipo testado, principalmente por minimizar o uso do código verbal, tendo em vista que a criança da educação infantil ainda não foi alfabetizada nesse código. Contudo, é necessário atentar que, muito provavelmente, esta criança já esteja familiarizada com as linguagens das mídias, como games, desenhos animados, histórias em quadrinhos, jornais e revistas infantis, programas infantis de TV, barras de ambientes de filmes em DVD, portais da Internet e até mesmo programas de computador populares como Paint Brush. E mesmo que uma, ou a maioria, ou ainda todas as crianças usuárias do *software* não estejam familiarizadas com essas linguagens (alguém que nunca tenha assistido a um filme em DVD, ou que nunca tenham usado a Internet, ou ainda que nunca tenham brincado de videogames), continuaria sendo valioso, no desenvolvimento da interface de um *software* educativo, investigar de que códigos se valem essas formas comunicacionais para convidar a criança a imergir nos processos de leitura que propõem. Isto porque, em princípio, essas linguagens já alcançaram uma certa estabilidade no modo como organizam suas mensagens para comunicar com seus públicos, ou, ao menos, já têm uma história, ainda que não tenham, como finalidade

última, propósitos educativos. Esta, a meu ver, parece ser uma estratégia eficiente para descobrir os signos visuais, sonoros e até verbais (como as expressões onomatopéicas dos quadrinhos e videogames) com os quais a criança lida e tem prévia familiaridade. Imagino que este pode ser um caminho fértil para tornar os jogos e outros *softwares* educativos mais atraentes às crianças e, por conseguinte, mais eficazes em suas propostas.

A partir dessas colocações, suponho que já podemos tecer algumas considerações acerca da interface criada para o protótipo apresentado. Das três barras de ambientes da tela principal do *software* (intitulada “Espaço para composição do cenário”), aquela que consideramos mais bem resolvida é a superior, por utilizar imagens que, de tão empregadas na criação de interfaces, tais como “disquete” para “salvar documento”; “impressora” para “imprimir documento” e “pasta” para “arquivar documento”, tornam-se quase símbolos, isto é, signos que representam seus objetos por convenção, comunicando aquilo que significam para o conjunto de uma coletividade (por exemplo, o crucifixo simboliza o cristianismo para os cristãos). Por estarem quase convencionadas entre os usuários de *softwares*, as referidas imagens têm mais possibilidades de alcançar as crianças e os professores, que, conforme a proposta a ser defendida pela candidata, também devem participar da composição da história junto com a criança.

Em nossa avaliação, a barra vertical, voltada aos recursos de edição, apresenta alguns problemas: as imagens “elefante” para “aumentar tamanho” do objeto. e “formiga” para “diminuir tamanho do objeto” não parecem ser muito adequadas para seus propósitos. Imagino que seja difícil associar, mesmo para um adulto, a ação de aumentar e diminuir tamanhos de objetos por meio das imagens de um elefante e de uma formiga, respectivamente. Além disso, as figuras utilizadas são quase do mesmo tamanho, contradizendo a idéia de “pequeno” e “grande” que, imagino, devam indicar. É verdade que as operações que os animais em questão deveriam indicar são difíceis de serem representadas, uma vez que exigem da criança dessa idade noções de volume, medidas e das ações de aumentar e diminuir. Talvez repetir um objeto mais conhecido entre elas (uma bola, por exemplo), com tamanho pequeno e grande, fosse uma saída mais adequada. Porém, também não estamos certos se esta seria a

figura mais apropriada. Levantamos este aspecto apenas para ele ser pensado, em caso de uma futura atualização da interface.

Ainda sobre a barra de ambientes lateral, também não sabemos se a figura “lixeira” comunica a ação que se pretende. Talvez a forma de uma “borracha de apagar lápis” fosse mais eficiente, levando em consideração o contexto semântico da criança da educação infantil. A não ser que a figura “lixeira” seja trabalhada para representar a ação “jogar objeto no lixo”, e não “apagar objeto”, como foi proposto durante a aplicação do teste.

Quanto à barra de ambientes inferior, consideramos que ela mereça atenção especial em uma futura revisão do programa. Esta barra parece ter sido a aquela que mais deu trabalho no processo de elaboração da interface. Sinal disso é a utilização do código verbal na identificação das figuras que compõem o menu, recurso evitado nas duas anteriores. Contudo, o uso do código verbal não nos parece representar um entrave para a navegação, pois, embora a criança da educação infantil ainda não saiba ler, ela provavelmente já deve ter entrado em contato, de algum modo, com as palavras, de forma que estas não são totalmente estranhas a ela. Além do mais, se o uso desse código fosse um empecilho importante, falantes da língua portuguesa da educação infantil não conseguiriam brincar de videogames nem de trading cards games em inglês e em outras línguas estrangeiras (há crianças no Brasil que brincam com cards em japonês), como é comum acontecer.

Ao que parece, o que falta a esta barra é uma objetividade maior na escolha das classes de objetos que compõem o menu, bem como das figuras que as representam. A classe “personagens” (onde estariam os personagens em potencial de cada história), por exemplo, é representada pela figura de um robô, e a classe “animais”, pela de uma tartaruga. Ocorre que é muito comum, especialmente nas ficções infantis, animais atuarem como personagens. Para crianças que têm alguma familiaridade com teatro, a figura “prédio”, que é definida verbalmente como “cenários”, também pode causar confusão, pois, no teatro, “cenário” é o ambiente no qual a ação é encenada, numa acepção semelhante àquela empregada nos games, onde .cenário. ou .ambiente. significam o .lugar. em que se passa o jogo. O mesmo problema acontece com a figura “sofá”, objeto muito comum ao cotidiano das

crianças, que aparece como “outros”. Por ser mobiliário, imagino que “sofá” também pode ser entendido como parte de um cenário. Neste contexto, a imagem de um “dado” indicando “brinquedos” parece ser a mais complicada, pois qualquer coisa pode funcionar como brinquedo para uma criança, especialmente para aquelas que estão na educação infantil.

Embora apresente esses problemas, não podemos deixar de considerar que a barra de ambientes inferior parece ter sido aquela que apresentou maior grau de dificuldade na construção da interface, pois, em última análise, é ela que apresenta as ações que diferenciam este *software* dos demais. Se as duas anteriores estão mais bem resolvidas, em muito se deve ao caráter quase simbólico já adquirido pelas figuras nela empregadas, se considerarmos o contexto dos usuários de *software*. Por isso mesmo, o potencial de comunicação delas se torna mais eficiente, mesmo entre as crianças da educação infantil, que, não se pode esquecer, contam com a ajuda de seus professores para trabalhar com o *software*, afinal, imagina-se que o programa será conhecido por ela na escola.

Finalizando este tópico, ao mesmo tempo ultrapassando o design da interface, consideramos muito positiva a inclusão do recurso de gravação de voz para fazer as vozes das personagens e/ou a narração da história propriamente dita. Além de explorar mais um recurso desta multimídia que é o computador, favorece a elaboração da oralidade da criança, oferecendo-lhe, ao mesmo tempo, a oportunidade de manipular um dos códigos mais antigos utilizados pelo homem na construção de histórias, a voz. Apenas temos dúvida se a figura “microfone” é a mais apropriada para esta função, uma vez que pode representar, especialmente para as crianças que assistem a programas infantis na TV, a ação de “cantar”.

Apesar dos problemas levantados, consideramos que a interface apresentada alcançou os objetivos do protótipo apresentado: testar as potencialidades de um ambiente de autoria para educação infantil apoiado em meios eletrônicos interativos. A seguir, faremos algumas considerações acerca da experiência desenvolvida com as crianças no teste deste protótipo.

EXAME DO TESTE DO PROTÓTIPO

Realizado no dia 3 de fevereiro de 2005, nas dependências da Escola Politécnica da USP, o teste do protótipo do Ambiente de Autoria para Educação Infantil apoiado em Meios Eletrônicos Interativos, desenvolvido por Andréia Regina Pereira, envolveu a participação de sete crianças (três de cinco anos, duas de seis, uma de sete e uma de nove), sendo seis meninos e uma menina. O menino de nove anos não participou integralmente do teste; ele acompanhava a irmã menor e se juntou ao grupo mais no momento inicial e final da atividade.

Antes de começar o teste, Andréia conversou com as crianças para tentar descobrir a familiaridade delas com as narrativas, perguntando-lhes, por exemplo, se elas gostavam de ouvir histórias, se seus pais costumavam lhes contar histórias ou se elas próprias sabiam contar uma. A grande maioria respondeu afirmativamente às questões. Apenas uma disse que não sabia contar histórias; uma outra falou que seu pai não costumava lhe contar histórias e uma terceira, a mais velha delas, respondeu que é difícil contar histórias, “porque tem de escrever” (esta resposta já indica o quanto o desafio de contar uma história, especialmente para as crianças já alfabetizadas no código verbal, relaciona-se com o domínio da escrita). Após essa conversa inicial, as crianças foram convidadas a inventar uma história no computador, utilizando o *software*. Vale dizer que uma das crianças era portadora de deficiência auditiva e verbal. Sua condição, contudo, não a impediu de realizar o teste com sucesso (voltaremos a este assunto mais à frente).

Durante o teste, o primeiro ponto que merece ser destacado é a desenvoltura das crianças com a mídia em questão, os computadores de mesa. Chamou atenção, em especial, o modo como as crianças menores, as de cinco e seis anos, utilizavam o mouse, sem que fosse necessário explicar-lhes como “clique” nos botões do dispositivo ou como “arrastá-lo”. Destaco este aspecto pois ele revela o conhecimento prévio que grande parte das crianças da educação infantil já tem das mídias eletrônicas interativas e, por conseguinte, dos códigos de suas linguagens, de modo que elas já entram na escola alfabetizadas nessas mídias e linguagens, embora ainda não sejam iniciadas no código verbal.

Ainda que tenham demonstrado familiaridade com a mídia, as crianças precisaram de auxílio para navegar na interface. Porém, não considero que isto seja um problema,

uma vez que utilizar um *software* pela primeira vez é sempre um processo de descoberta, por mais simplificada que seja a sua interface. Temos dúvida, contudo, se todas as crianças participantes compreenderam o desafio proposto ou se tinham condições de realizá-lo, sem uma atividade prévia que as preparasse para isso. Fazemos uma análise do resultado dos trabalhos.

Dos seis trabalhos desenvolvidos, apenas dois conseguiram expressar uma ação narrativa: “A Tartaruga Gigante” e “Chapeuzinho Vermelho”. Os demais, “Segredo dos Golfinhos”, “Bem-Te-Vi”, “Maria Clara” e “Não Sei”, apresentam apenas uma seleção aleatória de objetos que estavam disponíveis no banco de imagens, embora os títulos sejam bem criativos e revelem algum potencial narrativo. Vale dizer que os títulos foram dados pelas crianças. Quando foram convidadas a dar um nome para seus trabalhos, apenas os autores de “A Tartaruga Gigante” e “Chapeuzinho Vermelho” responderam imediatamente a questão, o que nos deixou a impressão de que eles tinham mesmo mais preparo para realizar aquela tarefa, pois pareciam ter maior domínio do campo semântico da palavra “história”; os demais foram reticentes e acabaram citando como título o nome de um dos objetos selecionados do banco de imagens para seus trabalhos.

Este resultado, contudo, não invalida a proposta do *software*. Ao contrário, as duas crianças que realizaram a tarefa satisfatoriamente apenas confirmam as potencialidades do programa. Antes de refletir sobre onde poderia estar o problema, vejamos uma análise dos trabalhos dos dois meninos.

“A Tartaruga Gigante” nos pareceu a história mais bem realizada, apresentando até um argumento para a ação: uma tartaruga gigante invade um dado ambiente; dois personagens muito menores do que ela estão na cena para combatê-la. Ao ver este trabalho, chamou-me atenção, no canto superior esquerdo, que cinco aviões seguiam em direção a um prédio, e que dois personagens estavam sobre o prédio. Perguntei ao autor o que aqueles aviões faziam na história; ele prontamente me corrigiu, dizendo que ali havia apenas um avião e que este estava em queda; os dois personagens sobre o prédio estavam ali para tentar ajudar as pessoas que estavam dentro do avião. Sua resposta me impressionou mais que o argumento: o menino havia feito o avião em queda, exibindo-o quadro a quadro.

Para isso, valeu-se do procedimento usado nos desenhos animados e no cinema para dar a ilusão de movimento, demonstrando o conhecimento que tinha dessas linguagens. Se isto é formalizado ou consciente, pouco importa. O que vale é o conhecimento de linguagem que ele demonstrou ter ao ser desafiado a construir uma história. Destacamos ainda que a criança que produziu “A Tartaruga Gigante” foi a mesma que, no momento da conversa inicial, disse que não sabia contar histórias. No entanto, com o seu trabalho, mostrou que sabia, sim, contar uma, senão com palavras, certamente por meio de códigos visuais.

O segundo trabalho, “Chapeuzinho Vermelho”, é uma representação da clássica história da literatura infantil de mesmo nome. Lá estão o lobo, a casa da vovó, a Chapeuzinho Vermelho e uma árvore, afinal, a história se passa na floresta. Ainda que menos sofisticado, do ponto de vista do procedimento de construção da linguagem, este trabalho revela que seu autor sabe o que é uma história, pois foi isto que ele apresentou ao ser convidado a criar uma.

Quando sabemos que esta história foi apresentada pela criança surda muda que participou do teste, isto revela um aspecto positivo para a proposta do *software*: a deficiência no aparato sensorial dessa criança não a impediu de interagir com o sistema, tampouco que ela realizasse a tarefa com eficiência, agindo como produtora de linguagem e demonstrando seu conhecimento de linguagem. Além disso, torna-se evidente que as narrativas, tradicionalmente associadas ao discurso oral e verbal, podem ser construídas por meio de outros códigos. Após apresentar seu trabalho, o autor ainda contou sua história, por meio da Língua Brasileira de Sinais, para a câmera que registrava a experiência.

Desta feita, em nossa avaliação, o teste realizado com as crianças alcançou seu objetivo, que era testar as potencialidades do protótipo do Ambiente de Autoria para Educação Infantil apoiado em Meios Eletrônicos Interativos. Além das observações feitas na seção anterior, voltadas à construção da interface, sugerimos que a aplicação do *software* em sala de aula seja precedida de atividades que preparem as crianças para enfrentar o desafio de construir uma história, tendo em vista que esse é um processo que exige que a criança saiba, antes de tudo, o que é uma história e

como ela é feita. Desse modo, recomendamos que a utilização do *software* na sala de aula funcione como o ápice dessas atividades.

Reitero minha hipótese de que crianças dessa idade provavelmente já tenham esse conhecimento, isto é, já saibam o que é uma história e do que ela é feita, dada a quantidade de formas narrativas com as quais lidam ao se relacionarem com as linguagens das mídias, conforme dissemos várias vezes. No entanto, supomos que é necessário trabalhar com elas atividades que sistematizem esse conhecimento, para que elas possam se valer dessas referências na hora de usar o *software*. Imagino que essa atividade preparatória pode e deve usar formas narrativas com as quais as crianças da faixa etária da educação infantil têm contato no seu cotidiano, como desenhos animados, histórias em quadrinhos e outras.

Suponho que uma boa estratégia seja elaborar atividades de decomposição de histórias, de modo que a criança possa descobrir do que uma história é feita: de personagens, cenários, diálogos, objetos, trilha sonora. Essas atividades poderiam ser realizadas até mesmo fora do ambiente do computador, por meio de desenhos, pinturas, colagem, recortes etc.. Suponho que a partir de uma experiência anterior ao uso do programa, que certamente deve ser montada em conjunto com o corpo pedagógico da escola, a criança tanto aproveitará melhor o *software*, quanto este será mais eficiente em sua proposta de funcionar como um sistema de autoria para construção de histórias na educação infantil.

Considero imprescindível, senão implementar, pelo menos pensar nas sugestões dadas pelas próprias crianças, após a realização do teste:

- 1) colocar nomes nos “bonecos” (como elas se referiram aos “personagens”; se for possível, aconselho até elaborar fichas para eles; os games utilizam muito este código);
- 2) recurso para movimentar os bonecos;
- 3) “falas de verdade” (eles provavelmente se referiam à construção de um banco de falas para as personagens, assim como tem o banco de imagens);
- 4) bonecos de verdade, como “Bush” e “Saddam”.

Referências Bibliográficas

ABS-TECH. Absolut Technologies. Disponível em «<http://www.abs-tech.com/>». Acesso em 20 de novembro de 2004.

ALICE. Alice v2.0, Learn to Program Interactive 3D Graphics. Disponível em «<http://www.alice.org/>». Acesso em 20 de novembro de 2004.

ALMEIDA, F. J.; FONSECA JÚNIOR, F. M. Coleção Informática para a mudança na Educação. Aprendendo com projetos. São Paulo: MEC. 1999.

ALMEIDA, M. E. de. Prática e formação de professores na integração de mídias. Disponível em «www.tvbrasil.com.br/salto/boletins2003/ppm/text5.htm». Acesso em 15 de junho de 2004.

ALVES, A. C. Sistema de autoria multi-plataforma para a teia mundial com interface compatível com o terminal de acesso digital. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Sistemas Eletrônicos – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CAMPIONE, M.; Walrath, K. About the Java Technology. Disponível em «<http://java.sun.com/docs/books/tutorial/getStarted/intro/definition.html>» Acesso em 15 de junho de 2004.

CARLSSON, U.; FECLITZE, C. V. (orgs.). A criança e a mídia: imagem, educação, participação. São Paulo; Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2002.

- CARVALHO, A.; SALLES, F.; GUIMARÃES, M. (orgs). Desenvolvimento e Aprendizagem. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2002.
- CORTÊS, M. L.; TELAM C. S. Modelos de qualidade de software. Campinas/SP: Editora da UNICAMP, Instituto de Computação, 2001.
- DIÁRIOS. Diários Projetos de Trabalho. – Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação a Distância, 1998.
- DRUIN, A. The Role of Children in the Design of New Technology. Behaviour and Information Technology, 21(1) 1-25, 2002.
- DRUIN, A. Cooperative inquiry: Developing new technologies for children with children. Proceedings of CHI'99, ACM Press, 1999b.
- DRUIN, A. The design of children's technology. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1999a.
- EDWARDS, C.; GANDINI, L.; FORMAN, G. As Cem Linguagens da Criança: A abordagem de Reggio Emilia na Educação da Primeira Infância.(trad. Dayse Batista). Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999.
- FICHEMAN, I. K. Aprendizagem colaborativa a distância apoiadas por meios eletrônicos interativos: um estudo de caso em educação musical. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Sistemas Eletrônicos – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. São Paulo; Editora Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.
- GÓES, V. P. de S. FADAS - um sistema de autoria para criação e manipulação de mundos virtuais em ambientes imersivos. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Sistemas Eletrônicos – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

HAGÁQUÊ. HagáQuê – O que é o HagáQuê. Disponível em «<http://pan.nied.unicamp.br/~hagaque/>». Acesso em 20 de janeiro de 2005.

IMAGINE. Imagine um software completo. Disponível em «<http://www.imagine.etc.br/imagine/index.htm>». Acesso em 20 de janeiro de 2005.

INTERATIVOS. Meios Eletrônicos Interativos. Disponível em «www.lsi.usp.br/interativos». Acesso em 20 de novembro de 2004.

MANSSOUR, I. H. Introdução à VRML 2.0. Disponível em «<http://www.inf.pucrs.br/~manssour/VRML/index.html>». Acesso em 20 de janeiro de 2005.

MARCOVITCH, J. Ciência e arte – imaginário e descoberta. Cauê Matos (Org.). CIÊNCIA E ARTE: imaginário e descoberta. São Paulo: Terceira Margem, 2003.

NICE. The Narrative Immersive Constructionist/Collaborative Environments project. Disponível em «<http://www.evl.uic.edu/tile/NICE/NICE/intro.html/>». Acesso em 20 de novembro de 2004.

PAPERT, S. Introduction: What is Logo? And Who Needs It? In: Logo Philosophy and Implementation. LCSI – Logo Computer Systems Inc. 1999.

PIAGET, J. O nascimento da inteligência na criança. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

MEC/SEF. Referencial curricular nacional para a educação infantil / Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. — Brasília: MEC/SEF, 1998.3v.: il. Volume 1: Introdução; volume 2: Formação pessoal e social; volume 3: Conhecimento de mundo.

ROMAM, E. D.; STEYER, V. E.. A Criança de 0 a 6 anos e a Educação Infantil: um retrato multifacetado. Canoas, RS: Editora ULBRA, 2001.

SAEB. SAEB: Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica. Relatório Nacional 2003. Brasília, 2004. Disponível em «<http://www.inep.gov.br/>». Acesso em 05 de junho de 2004.

SOARES, L. P.; ZUFFO, M. K. JINX: An X3D Browser for VR Immersive Simulation Based on Clusters of Commodity Computers. Proceedings of Web3D 2004.

SOFTMARKET. Softmarket: Software Educativos. Disponível em «<http://www.softmarket.com.br/>». Acesso em 20 de novembro de 2004.

VYGOTSKY, L.V. O Papel do Brinquedo no Desenvolvimento. In: A Formação Social da Mente”. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

ZUFFO, J. A. et al. CAVERNA Digital - Sistema de Multiprojeção Estereoscópico Baseado em Aglomerados de PCs para Aplicações Imersivas em Realidade Virtual. Proceedings of SVR2001.

ZUFFO, M. K. A Convergência da Realidade Virtual e Internet Avançada em Novos Paradigmas da TV Digital Interativa. 2001. Tese de Livre Docência – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. UML, Guia do Usuário. Tradução de Fábio Freitas da Silva. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

DEITEL, H. M., DEITEL, P.J. Java, como programar. Tradução de Edson Furnakiewicz. Porto Alegre: Bookman, 2001.

WEB3D. Web3D Consortium. Disponível em «<http://www.web3d.org/>». Acesso em 20 de abril de 2005.

Apêndice A - *Plugins VRML*

Navegadores do tipo Internet Explorer ou Netscape não são capazes de visualizar um arquivo VRML diretamente. Para tanto torna-se necessário a instalação de um *plugins* para interpretar os arquivos.

Um *plugin* (ou *plug-in*) é um programa de computador que pode, ou deve, interagir com outros programa para prover uma certa, usualmente muito específica, função. Exemplos típicos são *plugins* para exibir formatos gráficos específicos (por exemplo, SVG se o navegador não suportar este formato nativamente), para tocar arquivos multimídia, para criptografar/descriptografar e-mail (por exemplo, PGP), ou para filtrar imagens em programa gráficos. O programa principal (um navegador da web ou um leitor de e-mail, por exemplo) prove uma forma de *plugins* para registrar eles mesmo com o programa e um protocolo pelo qual dados são trocados com o *plugin* (Wikipedia, 2005¹)

Podemos encontrar diversos *plugins* VRML para os mais diversos navegadores. As próximas seções apresentam alguns *plugins* que podem ser utilizados para o trabalho com o ambiente LEGAL.

¹ Wikipedia. Enciclopédia Wikipedia. Disponível em «<http://en.wikipedia.org>». Acesso em 20 de abril de 2005.

Cosmo Player

O Cosmo Player é um *plugin* VRML que permite o controle e exploração de mundos virtuais e foi originalmente fabricado pela Silicon Graphics. Pode ser usado nos navegadores Internet Explorer ou Netscape e é de uso livre (PLATINUM, 1998²)

O Cosmo Player possui dois conjuntos de controles, o painel de movimento e o painel de exame. Para alternar entre o painel de movimentos e o painel de exame basta clicar na alavanca do lado esquerdo dos controles centrais.(Figura A- 1)








Figura A- 1: Alavanca para alternância entre painéis de controles

O painel de movimentos possui cinco controles com diferentes funções como mostra a Tabela A- 1.




Tabela A- 1: Controles do painel de movimento

² PLATINUM technology. Getting Started with Cosmo Player 2.1.1. Disponível após a instalação do Cosmo Player, 1998.

| <i>Controles</i> | <i>Funções</i> |
|---|---|
|  | Movimentos pelo mundo virtual através da ação de arrastar o mouse. |
|  | Mover para cima e para baixo, ou para deslizar para esquerda ou para direita. |
|  | Olhar ao redor sem se movimentar. |
|  | Permite a sensação de voar pelo mundo virtual. |
|  | Permite a sensação de andar pelo mundo virtual. |




Já no painel de exame encontramos três controles que permitem três novas funções, como mostra a

Tabela A- 2: Controles do painel de exame

| <i>Controles</i> | <i>Funções</i> |
|---|---|
|  | Para girar objetos que se encontre à frente. |
|  | Para movimentar objetos para esquerda, para direita, para cima ou para baixo. |
|  | Para movimentar objetos à frente para perto ou para longe. |

Podemos encontrar ainda algumas outras funções úteis no painel de controle do Cosmo Player.

Tabela A- 3: Outras funções

| <i>Controles</i> | <i>Funções</i> |
|---|---|
|  | Para se aproximar de um determinado objeto do mundo virtual apenas clicando sobre o objeto com o botão ativado. |
|  | Mover para o último lugar visitado. |
|  | Nivela o observados com o mundo virtual. |

Existem também alguns controles que podem ser executados através do teclado. Alguns destes controles são apresentados na Tabela A- 4.

Tabela A- 4: Controles via teclado

| <i>Teclas</i> | <i>Funções</i> |
|-----------------------------|--------------------|
| Ctrl | Zoom |
| Alt | Deslizar ou mover |
| Shift | Turbo |
| Delete ou Backspace | Desfaz o movimento |
| Insert ou Shift + Backspace | Refaz movimento |

Cortona VRML Client

O Cortona VRML Client é *plugin* VRML livre desenvolvido pela Parallel Graphics. Pode ser usado em Internet Explorer ou Netscape (Parallel, 2005³).

Depois de instalado, o Cortona inicializará automaticamente quando um arquivo VRML for solicitado.

A janela de navegação do Cortona pode ser dividida em duas partes principais, como mostra a Figura A- 2:

Barra de ambientes:

- A barra de ambientes vertical, que contém botões usados para especificar o tipo de navegação no mundo virtual;
- A barra de ambientes horizontal, que contém botões com ações predefinidas para mudar sua posição no mundo virtual.

Janela de visualização: Onde o mundo virtual é exibido.

³ PARALLEL. Parallel Graphics. Disponível em «<http://www.parallelgraphics.com/>». Acesso em 20 de abril de 2005.



Figura A- 2: Janela do Cortona VRML

Existe também um menu *pop-up* que pode ser acessado através do clique com o botão direito do mouse sobre a barra de ambientes ou sobre a janela de visualização.

Na barra de ambientes vertical encontramos os botões responsáveis pelos modos de navegação pela mundo virtual. A navegação poderá ser realizada pelo mouse ou pelo teclado. (Figura A-3)

Os botões WALK, FLY e STUDY são os três principais modos de navegação e podem ser combinados com os botões de opção de navegação PLAN, PAN, TURN e ROLL.

Essas combinações podem ser:

- WALK + PLAN – movimentos horizontais para frente e para trás.
- WALK + PAN – movimentos verticais para esquerda e para direita.
- WALK + TURN – para modificar o ângulo em relação ao cenário.
- FLY + PLAN – rotações em relação aos eixos vertical e longitudinal.
- FLY + PAN – movimentos no plano vertical em todas as direções.
- FLY + TURN – modificar o ângulo em relação ao cenário
- FLY + ROLL – inclinar para esquerda e direita.
- STUDY + PLAN – examinar um objeto de vários ângulos no plano horizontal.
- STUDY + TURN – examinar um objeto de vários ângulos.
- STUDY + ROLL – inclinar em relação ao eixo central.



Figura A-3: Barra de ambientes vertical

O botão GOTO é usado para aproximar-se de um objeto bastando apenas selecionar o botão e clicar sobre o objeto.

Na barra de ambientes horizontal encontramos os ALING, VIEW, RESTORE e FIT. (Figura A- 4)



Figura A- 4: Barra de ambientes horizontal

O botão ALING é usado para alinhar os eixos horizontal e longitudinal, para se tornarem paralelos.

Os botões VIEW é utilizado para a escolha de *viewpoints* pré-definidos pelo programador VRML. O RESTORE é utilizado para retornar ao *viewpoint* inicial.

O botão FIT ajusta todo o cenário dentro da janela de visualização.






Os comandos de navegação através do teclado são apresentados na Tabela A- 5.

Tabela A- 5: Comandos para navegação através do teclado

| Teclas | Movimentos |
|--|-----------------------|
| Seta para cima | Movimento para frente |
| Seta para baixo | Movimento para trás |
| Seta para direita | Roda para a direita |
| Seta para esquerda | Roda para a esquerda |
| 7 no teclado numérico ou 3 no teclado alfanumérico | Inclina para baixo |
| 9 no teclado numérico ou 4 no teclado alfanumérico | Inclina para cima |
| 1 no teclado numérico ou 1 no teclado alfanumérico | Inclina para direita |
| 3 no teclado numérico ou 2 no teclado alfanumérico | Inclina para esquerda |

Os objetos existentes no cenário podem ser dotados de sensores que promovam efeitos como animações e sons. Através do posicionamento do mouse sobre objetos dotados de sensores, o ponteiro mudará sua forma indicando o tipo de sensor como mostra a Tabela A- 6.

Tabela A- 6: Sensores do Cortona VRML

| | |
|---|---|
|  | Touch Sensor detecta um clique ou a passagem do ponteiro do mouse. |
|  | Anchor executa através de um clique do mouse um link para outro cenário ou objeto. |
|  | Cylinder Sensor transforma o movimento do ponteiro em rotação do objeto. |
|  | Sphere Sensor transforma o movimento do ponteiro em rotação esférica do objeto |
|  | Plane Sensor transforma o movimento do ponteiro em movimento de translação 2D. |

FreeWRL

O FreeWRL é um *plugin* VRML que pode ser usado em diversos navegadores como Netscape e Mozilla, inclusive no sistema operacional Linux.(FreeWRL, 2005⁴)

Suporta, seguindo a especificação do VRML97, muitos diferentes modos de navegação. Em cada modo, o significado dos movimentos do mouse e teclado são diferentes. (Figura A- 5)

⁴ FREEWRL. FreeWRL Disponível em «<http://freewrl.sourceforge.net/>». Acesso em 20 de abril de 2005.

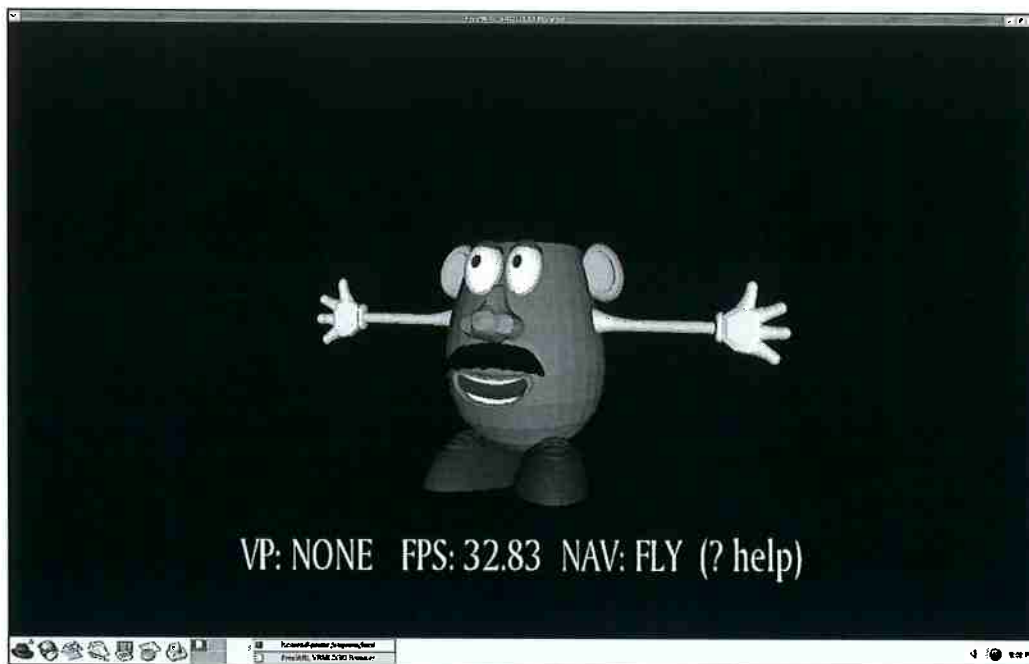


Figura A- 5: Janela de visualização do FreeWRL

No modo de navegação de passeio (*Walk*) para mover para frente ou para trás ou virar basta arrastar o mouse com o botão esquerdo pressionado.

Para translação nos eixos x-y pressione o botão direito do mouse e arraste.

O modo *Fly* permite a translação/rotação em todos os planos.

Os comandos específicos para este modo de navegação são:

- **8 / k** rotação para cima ou para baixo;
- **u / o** rotação para esquerda ou para direita;
- **7 / 9** rotação no eixo Z;
- **a / z** translação para frente ou para trás;
- **j / l** translação para esquerda e para direita;
- **p / ;** translação para cima e para baixo.

O modo de navegação exame (*Examine*) é análogo a segurar um objeto na sua mão e rotacionar para ver seus vários lados.

Para rotacionar a cena basta arrastar o mouse com o botão esquerdo pressionado.

Arrastando o mouse com o botão direito pressionado a cena é transladada para frente e para trás.

Além de comandos específicos para cada tipo de navegação, existem algumas teclas comuns para todos os tipos, que são:

- **?** exibe a janela de ajuda em uma nova janela;
- **.** troca a barra de status (liga/desliga);
- **d** muda para o método de navegação *Fly* pelo teclado;
- **f** muda para o método de navegação de *Fly* por um sensor externo;
- **e** muda para o método de navegação de examinar (Examine);
- **w** muda para o método de navegação de passeio (Walk);
- **v** vai para o próximo ponto de vista;
- **b** vai para o ponto de vista anterior;
- **/** exibe a posição e orientação do ponto de vista atual;
- **s** salva uma figura;
- **h** liga/desliga a luz padrão;
- **c** liga/desliga a detecção de colisão;
- **q** sai do navegador.

Apêndice B - Arquivos de sons em VRML

Um arquivo de som é um formato de arquivo utilizado para guardar dados de áudio. Existem diversos formatos de arquivos utilizados para armazenar arquivos de áudio.

A Linguagem VRML permite o uso de dois diferentes tipos de arquivos de som, arquivos com formato WAVE (*WAVEform audio format*) e arquivos com formato MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*).

Formato WAVE (WAVEform audio format)

O WAVE é o formato padrão do Windows e oferece uma excelente qualidade de som. Sua principal desvantagem é o tamanho do arquivo: uma música de 5 minutos gravada em formato WAVE ocupa mais de 50 Mb de espaço em disco. Ainda assim é o formato mais utilizado por produtores profissionais, devido à sua fidelidade de som.

Praticamente qualquer *software* de edição de áudio para Windows suporta este padrão de áudio digital. (Wikipedia, 2005⁵)

Formato MIDI (Musical Instrument Digital Interface)

MIDI é uma forma de armazenar, em pequenos arquivos de computador, músicas que podem ser executadas pela placa de som de seu computador.

⁵ Wikipedia. Enciclopédia Wikipedia. Disponível em «<http://en.wikipedia.org>». Acesso em 20 de abril de 2005.

A placa de som é um sintetizador de instrumentos musicais, isto é, ela pode imitar vários som que normalmente é produzido por uma guitarra, piano, saxofone ou bateria.

Os arquivos MIDI, apenas guardam as notações musicais, ou seja, a partitura da música, informações que a placa de som precisa para tocá-la. Sendo assim, os arquivos MIDI são extremamente pequenos (em geral são de 200 a 1000 vezes menores que os digitais) e fáceis de se copiar via internet e independem da qualidade do dispositivo do *playback*, por consequência não ocupa muito memória RAM, espaço em disco e recursos da CPU. Os dados de um arquivo MIDI são editáveis, portanto se pode modificar o seu tamanho sem modificar a música ou a sua qualidade, isto é, só modificando o tempo.

A única desvantagem de arquivos MIDI, é que eles não possuem a voz do cantor, normalmente substituída por um instrumento. (Wikipedia, 2005⁶)

⁶ Wikipedia. Enciclopédia Wikipedia. Disponível em «<http://en.wikipedia.org>». Acesso em 20 de abril de 2005.

Apêndice C - Estereoscopia

Estereoscopia é o recurso que nos permite enxergar imagens sintetizadas por computador com efeitos de profundidade. Este efeito se deve ao fato da disparidade binocular, que faz com que cada olho enxergue imagens ligeiramente diferentes. Baseado nos pontos de diferenças entre as imagens, o cérebro humano é capaz de perceber a sensação de profundidade. (Soares, 2005⁷)

Na visualização estereoscópica, são apresentadas duas imagens, lado a lado, geradas de forma que cada imagem seja posicionada considerando-se a distância entre os olhos do observador e, ainda, ligeiramente deslocadas na horizontal.

As principais técnicas de estereoscopia utilizadas em sistemas computacionais são:

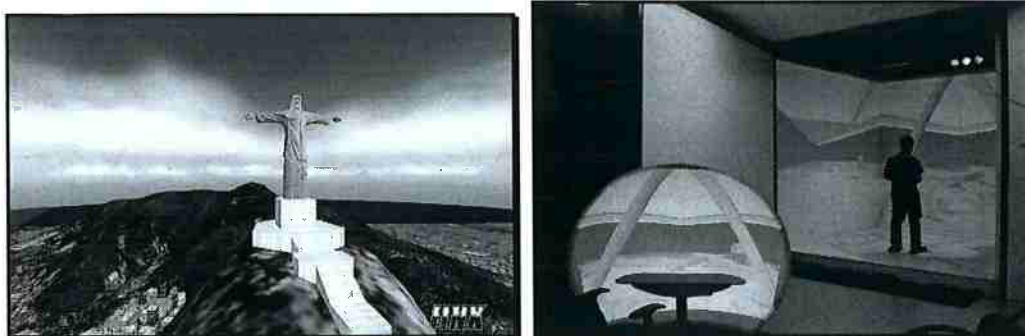
- Sistema passivo, as imagens para cada olho são projetadas ao mesmo tempo e posteriormente se utiliza algum recurso físico passivo para separar as imagens geradas para cada olho, sem a necessidade de nenhum mecanismo para sincronização. Um exemplo bastante comum deste sistema é o uso de dois projetores, onde na frente de cada lente são colocados filtros polarizadores de luz que são rotacionados de maneira que a polarização da luz dos projetores tenham orientações diferentes, produzindo assim duas imagens diferentes para cada um dos olhos. O observador deve então utilizar um tipo especial de óculos que possuem lentes polarizadores, com orientações coincidentes com os filtros dos projetores, sendo que desta forma

⁷ SOARES, L. P. Aglomerados de Computadores Convencionais para aplicações da Realidade Virtual Imersiva: um estudo de caso caverna digital. Qualificação (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos. São Paulo, 2004 (texto não disponível).

Apêndice D - Navegador Jinx

JINX é um navegador totalmente distribuído para ambientes de realidade virtual com suporte especial para aglomerados de computadores convencionais e sistemas de visualização imersivos. (SOARES, 2005⁸)

O navegador JINX pode funcionar de duas formas: fazendo leituras de arquivos X3D para navegação imersiva e como um motor principal de uma aplicação gráfica já existente tornado possível o uso desta aplicação em sistemas distribuídos, porém a leitura de arquivos X3D é mais utilizada.



⁸ SOARES, L. P. Aglomerados de Computadores Convencionais para aplicações da Realidade Virtual Imersiva: um estudo de caso caverna digital. Qualificação (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos. São Paulo, 2004 (texto não disponível).

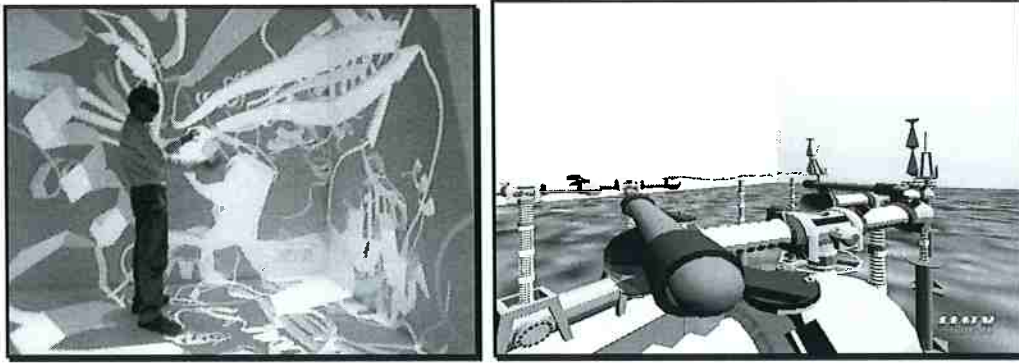


Figura D- 1: Cenas produzidas com o navegador Jinx

Suporta diversos sistemas de visualização, desde simples telas, conjunto de telas paralelas e até a CAVERNA Digital, com ou sem estereoscopia.

Seu sistema de som suporta três diferentes formas de sonorização:

- Som ambiente, neste caso o som não possui direção e pode ser ouvido de qualquer ponto no mundo virtual;
- Definindo pontos emissores no ambiente, onde estes pontos agem como fontes que sugerem que o som vem daquele ponto;
- Sons baseados em eventos, onde sons característicos são emitidos devido a algum tipo de interação.

Para entrada de dados podem ser utilizados diversos dispositivos, desde os mais simples, como teclado e mouse, até rastreadores eletromagnéticos, luvas de realidade virtual, *joysticks* alternativos e rastreadores de rotação.