

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E
GESTÃO DO CONHECIMENTO**

Juliano Soares dos Santos

**APRENDIZAGEM LÚDICA COMO SUPORTE À EDUCAÇÃO DE
CRIANÇAS SURDAS POR MEIO DE AMBIENTES INTERATIVOS**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento
Orientador: Prof. Dr. Francisco Antonio Pereira Fialho
Co-orientador: Prof. Dr. Cristiano José Castro de Almeida Cunha

Florianópolis/SC
2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Santos, Juliano Soares dos

Aprendizagem lúdica como suporte à educação de crianças surdas por meio de ambientes interativos [tese] / Juliano Soares dos Santos ; orientador, Francisco Antonio Pereira Fialho ; co-orientador, Cristiano José Castro de Almeida Cunha. - Florianópolis, SC, 2012.

230 p. ; 21cm

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Inclui referências

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Disseminação do conhecimento. 3. Aprendizagem lúdica. 4. Língua brasileira de sinais. I. Fialho, Francisco Antonio Pereira. II. Cunha, Cristiano José Castro de Almeida. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Juliano Soares dos Santos

APRENDIZAGEM LÚDICA COMO SUPORTE À EDUCAÇÃO DE CRIANÇAS
SURDAS POR MEIO DE AMBIENTES INTERATIVOS

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Florianópolis, 29 de março de 2012.

Prof. Paulo Maurício Selig, Dr.
Coordenador do Curso

Prof., Dr. Francisco Antonio Pereira Fialho,
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Cristiano José Castro de Almeida Cunha,
Co-Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

Prof.^a, Dr.^a, Christianne C. de Souza Reinisch Coelho
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Dálcio Roberto dos Reis,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof., Dr. Fernando José Spanhol,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a, Dr.^a Helena de Fátima Nunes Silva,
Universidade Federal do Paraná

Prof., Dr. Jean-Marc Robert,
École Polytechnique de Montréal

Prof.^a, Dr.^a Josiane Wanderlinde Vieira,
Universidade Federal de Santa Catarina

Letícia, minha pequena princesa,
dedico este trabalho a ti.

AGRADECIMENTOS

As dificuldades na construção de uma tese só podem ser compreendidas por aqueles que já enfrentaram esse desafio e realizaram seu próprio doutorado. É algo que nos marca pelo resto de nossas vidas. No meu caso, só fui até o fim graças ao apoio de pessoas especiais, que ao longo dessa jornada me incentivaram ou puxaram minha orelha para que eu sempre seguisse em frente.

Sou grato a todos no EGC por criarem o locus ideal para o desenvolvimento de minha pesquisa. Sinto muito orgulho de fazer parte deste programa fantástico. Em especial, agradeço aos colegas da APP de TV Digital e do grupo de orientandos do professor Fialho. Lógico que vale ressaltar o privilégio que tive de trabalhar com esse cara fenomenal chamado Francisco Antonio Pereira Fialho. Fialho, missão cumprida!

Agradeço à CAPES e ao governo do Canadá por permitir que eu realizasse parte do meu trabalho em Montreal. Agradeço ao suporte e orientação dos professores Jean-Marc Robert e Daniel Daigle, os quais estabeleceram um novo padrão para minha pesquisa.

Agradeço ao pessoal da Fundação Catarinense de Educação Especial na colaboração com o Libras Brincando.

Agradeço a todo meu time na Númera, que deram vida às minhas ideias. Agradeço sobretudo ao Daniel, parceiro no crime e igualmente maluco em tocar empresa, família e doutorado de uma só vez.

Obrigado mãe pelas palavras de paz e conforto.

Obrigado pai pelas palavras de lucidez. A cada dia que passa te admiro mais e te tenho mais como herói.

Por fim, agradeço à Vanessa, minha esposa e musa inspiradora, por cuidar sozinha de nossa pequena Letícia para que eu pudesse me dedicar à escrita desta tese. Linda, te amo sempre.

De coração, obrigado a todos vocês!

RESUMO

A criança que nasce com deficiência auditiva severa em geral não obtém domínio de uma língua em casa, não tem pré-educação apropriada, não tem acesso à educação formal e, quando consegue, chega à escola sem os fundamentos para a correta comunicação e expressão, o que resulta em barreiras para a aquisição do conhecimento. O objetivo desta tese é desenvolver um modelo de suporte à educação, baseado em ambientes interativos lúdicos, que facilite o aprendizado da Libras como primeira língua para crianças surdas. Para atender esse objetivo foi adotada a pirâmide dos procedimentos metodológicos proposta por Schreiber *et al.* A particularidade deste trabalho foi utilizar o processo de desenvolvimento de um software, o protótipo experimental, como ferramenta para se obter a solução ao problema da pesquisa. As seis fases de concepção do protótipo são detalhadas: embasamento científico (fundamentação teórica), modelagem pedagógica, análise de requisitos, arquitetura de software, modelagem do sistema e identidade visual. Além delas, a aplicação junto ao público-alvo é descrita e analisada. O protótipo foi testado com uma classe especial formada exclusivamente por crianças surdas, com duas classes regulares do primeiro ano, e com uma classe de pré-escola. O modelo proposto resultante descreve um sistema computacional baseado em jogos digitais, fazendo uso de ações exploratórias, instrução de vocabulário e histórias animadas, contando tanto com recursos instrucionistas quanto exploratórios. O modelo relaciona computador pessoal, TV digital interativa e telefones celulares inteligentes de forma a contemplar o cenário definido.

Palavras-chave: Mídia e conhecimento. Aprendizagem lúdica. Aquisição da linguagem. Libras. Jogos digitais.

ABSTRACT

A child born with severe hearing deficiency, normally, does not dominate a language at home, has no proper pre-education, no access to formal education and, when succeeds, arrives at schools without foundations for proper communication and expression, resulting in barriers to knowledge acquisition. The goal of this thesis is to develop a model for education support, based on ludic interactive environments, to ease the learning of “Libras” as the first language to deaf children. To meet this goal the pyramid of methodological procedures proposed by Schreiber et al. was adopted. The particularity of this work was to use a software development process, the experimental prototype, as a tool to find the solution for the research problem. The six design stages of the prototype are detailed: scientific foundations (theoretical basis); pedagogical modeling; requirements analysis; software architecture; system modeling and visual identity. Besides them, the application on the target audience is described and analyzed. The prototype was tested in a special class made exclusively of deaf children, with two regular classes of first year and one pre-school class. The resulting proposed model describes a computational system based on digital games, making use of exploratory actions, vocabulary instruction and animated stories, with both instructive and exploratory resources. The model relates the personal computer, digital interactive TV and smartphones in order to contemplate the defined scenario.

Keywords: Knowledge media. Playful learning. Language acquisition. Libras. Digital games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Proporção de domicílios no Brasil (área urbana) com equipamentos de TIC.....	28
Figura 2 – Percentual de posse de computador e internet.....	28
Figura 3 – Processo de criação deste trabalho.....	37
Figura 4 – Pirâmide dos procedimentos metodológicos.....	60
Figura 5 – Estrutura metodológica.....	66
Figura 6 – Sequenciamento das fases da SDM utilizada no protótipo....	70
Figura 7 – Representação em linha do tempo das reuniões entre equipes Númera e FCEE.....	71
Figura 8 – Bingobeto (linha Deaf Toys).....	75
Figura 9 – Memória de Linguagem de Sinais de Libras.....	76
Figura 10 – Dominó Gigante – Língua de Sinais.....	76
Figura 11 – Dominó de animais em língua de sinais.....	77
Figura 12 – Alice para Crianças.....	77
Figura 13 – Kit EDU.....	78
Figura 14 – Exemplo de desdobramento de vocábulos.....	88
Figura 15 – Fluxo do loop principal do ambiente de execução.....	92
Figura 16 – Esboço inicial do jogo “Porco Faminto” (atividade do tema Frutas).....	97
Figura 17 – Hierarquia do ambiente de controle.....	101
Figura 18 – Arquitetura geral do Libras Brincando.....	106
Figura 19 – Arquitetura do código ActionScript do ambiente de execução	112
Figura 20 – Arquitetura MVC do cliente “ambiente de controle”	116
Figura 21 – Mac, personagem de A Mansão Foster para Amigos Imaginários.....	121
Figura 22 – Personagens de As Aventuras de Eliot.....	121
Figura 23 – Traços marcantes da personagem de Might B!.....	122
Figura 24 – Uso de cores em Padrinhos Mágicos.....	122
Figura 25 – Phineas e Ferb.....	123
Figura 26 – Traço Rabiscado - Charlie e Lola.....	123
Figura 27 – Jogos com gráficos realistas.....	124
Figura 28 – Jogos com traços de desenhos manuais.....	125
Figura 29 – Jogos com desenhos em perspectiva.....	126
Figura 30 – Jogos com gráficos vetorizados detalhados.....	127
Figura 31 – Jogos com gráficos vetorizados simplistas.....	127
Figura 32 – Jogos com aparência de colagem.....	128
Figura 33 – Jogos com cenários residenciais.....	129
Figura 34 – Jogos com cenários residenciais.....	130
Figura 35 – Jogos com cenários de rua.....	131

Figura 36 – Jogos com cenários naturais (parque).....	132
Figura 37 – Jogos com cenários naturais (praia e mar).....	132
Figura 38 – Jogos com cenários abstratos.....	133
Figura 39 – Personagens com traços digitais.....	134
Figura 40 – Personagens com traços manuais.....	135
Figura 41 – Personagens não humanos.....	135
Figura 42 – Elementos gráficos interativos de interface com o usuário	136
Figura 43 – Elementos gráficos não interativos de interface com o usuário.....	137
Figura 44 – Telas de instruções de jogos.....	138
Figura 45 – Níveis da identidade visual do Libras Brincando.....	142
Figura 46 – Propostas para o tipo de traço do avatar.....	144
Figura 47 – Apresentação dos avatares na EEB Jornalista Jairo Callado	146
Figura 48 – Avatar aprovado, com as variações de cores, cabelos, roupas, e sexo.....	147
Figura 49 – Exemplo de personagens (animais) do Libras Brincando	148
Figura 50 – Cenários do Libras Brincando.....	149
Figura 51 – Exemplos de elementos de interface do usuário.....	151
Figura 52 – Vídeo capturado transformado em desenho.....	152
Figura 53 – Acesso do ambiente de controle, identificação da sala.....	154
Figura 54 – Acesso ao ambiente de controle, inserção de sequência incorreta.....	155
Figura 55 – Acesso ao ambiente de controle, seleção do usuário.....	156
Figura 56 – Monta Avatar, seleção de sexo.....	158
Figura 57 – Monta Avatar, seleção de cabelo, roupa e cores.....	158
Figura 58 – Mapa para seleção de atividade.....	159
Figura 59 – Página de bônus.....	160
Figura 60 – Jogos relativos às atividades frutas, animais, cores, família, alimentos e utilidades domésticas.....	161
Figura 61 – Jogos relativos às atividades brinquedos, vestuário, higiene e limpeza e móveis e eletrônicos.....	162
Figura 62 – Reforço da relação figura-sinal.....	164
Figura 63 – Tela de acesso do ambiente de controle.....	165
Figura 64 – Ambiente de controle.....	166
Figura 65 – Ambiente de controle, visualização de um aluno.....	167
Figura 66 – Ambiente de controle, abertura de uma sala.....	169
Figura 67 – Área de navegação da compilação 0811 do protótipo experimental.....	173
Figura 68 – Aplicação do protótipo na EEB N.S ^a . da Conceição, classe bilíngue.....	177

Figura 69 – Crianças da classe do primeiro ano regular da EEB N.S ^a . da Conceição executando os sinais de frutas.....	188
Figura 70 – Crianças da pré-escola do CEI São José II utilizando o protótipo.....	190
Figura 71 – Classe primeiro ano regular do CEI São José II recebendo orientações antes da aplicação do protótipo.....	192
Figura 72 – Arquitetura cliente-servidor do modelo proposto.....	202
Figura 73 – Espiral de aquisição de vocabulário.....	206
Figura 74 – Espirais de aquisição de vocabulário conectados pelo cenário de aprendizagem.....	206

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pessoas com deficiência auditiva severa pelo Censo demográfico 2000.....	25
Quadro 2 – Dados consolidados do setor da telefonia móvel.....	29
Quadro 3 – Fases do desenvolvimento da linguagem (léxico e sintaticamente).....	41
Quadro 4 – Temas e vocábulos do Libras Brincando.....	89
Quadro 5 – Jogos elaborados para cada tema do Libras Brincando.....	93
Quadro 6 – Campos da tabela de log.....	118
Quadro 7 – Canais mais vistos na TV paga em 2011, audiência média projetada por minuto, todos os públicos, das 6h às 5h59.....	120
Quadro 8 – Compilação dos resultados da classe de primeiro ano do ensino fundamental da EEB Jornalista Jairo Callado.....	145
Quadro 9 – Compilação dos resultados da classe de segundo ano do ensino fundamental da EEB Jornalista Jairo Callado.....	145
Quadro 10 – Lógica de relacionamento dos jogos.....	163
Quadro 11 – Lógica de pontuação do jogos.....	164
Quadro 12 – Resumo das classes acompanhadas na aplicação do protótipo experimental.....	175
Quadro 13 – Configurações do avatar da classe bilíngue, EEB N.S ^a . da Conceição.....	179
Quadro 14 – Dados da atividade relativa ao tema fruta da classe bilíngue, EEB N.S ^a . da Conceição.....	179
Quadro 15 – Dados da atividade relativa ao tema animais classe bilíngue, EEB N.S ^a . da Conceição.....	181
Quadro 16 – Dados da atividade relativa ao tema cores da classe bilíngue, EEB N.S ^a . da Conceição.....	182
Quadro 17 – Dados da atividade relativa ao tema família da classe bilíngue, EEB N.S ^a . da Conceição.....	182
Quadro 18 – Dados da atividade relativa ao tema alimentos da classe bilíngue, EEB N.S ^a . da Conceição.....	183
Quadro 19 – Resumo da utilização pelos alunos da classe bilíngue, EEB N.S ^a . da Conceição.....	183
Quadro 20 – Configurações do avatar da classe primeiro ano regular, EEB N.S ^a . da Conceição.....	185
Quadro 21 – Dados da atividade relativa ao tema fruta da classe primeiro ano regular, EEB N.S ^a . da Conceição.....	187
Quadro 22 – Configurações do avatar da classe pré-escola, CEI São José II	190
Quadro 23 – Dados da atividade relativa ao tema fruta da classe pré-escola, CEI São José II.....	191

Quadro 24 – Configurações do avatar da classe primeiro ano regular, C.E.I. São José II	193
Quadro 25 – Dados da atividade relativa ao tema fruta da classe primeiro ano regular, CEI São José II.....	195

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MEC – Ministério da Educação
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio
Teixeira
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação
CPU – *Central Processing Unit*
CGI.br – Comitê Gestor da Internet no Brasil
ProInfo – Programa Nacional de Informática na Educação
PBLE – Programa Banda Larga nas Escolas
ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações
SBTVD-T – Sistema Brasileiro de Televisão Digital - Transmissões
terrestres
ENADE – Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
CD – *Compact Disc*
PPEGC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do
Conhecimento
TVDI – Televisão Digital Interativa
ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal
L1 – Língua materna
L2 – Segunda língua
SDM – *Software Development Methodology*
SDLC – Systems Development Life Cycle
EGC – Engenharia e Gestão do Conhecimento
CELTA – Centro Empresarial para Laboração de Tecnologias Avançadas
CERTI – Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras
PAPPE – Programa de Apoio à Pesquisa a Micro e Pequenas Empresas
MCT – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
SETEC – Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
RHAE – Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas
Estratégicas
FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de
Santa Catarina
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
FCEE – Fundação Catarinense de Educação Especial
CAS – Centro de Capacitação de Profissionais da Educação e de
Atendimento às Pessoas com Surdez
SAEDE – Serviço de Atendimento Educacional Especializado
SEALI – Serviço de Estudo e Aprendizagem da Libras

DVD – *Digital Versatile Disc*
CD-ROM – *Compact Disc Read-Only Memory*
HTTP – *Hypertext Transfer Protocol*
API – *Application Programming Interface*
REST – *Representational State Transfer*
TCP – *Transmission Control Protocol*
HTML – *HyperText Markup Language*
SDK – *Software Development Kit*
SWF – *Small Web Format*
XML – *Extensible Markup Language*
JSON – *JavaScript Object Notation*
EEB – *Escola de Educação Básica*
CEI – *Centro de Educação Infantil*
CRT – *Cathode Ray Tube*
RAM – *Random-Access Memory*
LCD – *Liquid Crystal Display*
CIASC – *Centro de Informática e Automação de Santa Catarina*
CETEP – *Centro de Tecnologias Assistivas*
AJAX – *Asynchronous JavaScript and XML*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	25
1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	25
1.1.1 Questionamento Inicial.....	26
1.1.2 Contextualização Social.....	30
1.1.3 Contextualização Tecnológica.....	32
1.1.4 Formulação do Problema de Pesquisa.....	33
1.2 OBJETIVOS DA TESE.....	33
1.2.1 Objetivo Geral.....	33
1.2.2 Objetivos Específicos.....	33
1.3 JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA.....	34
1.3.1 Ineditismo.....	35
1.3.2 Aderência ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.....	36
1.4 ESTRUTURA DA TESE.....	36
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	39
2.1 REVISÃO TEÓRICA DE LITERATURA.....	39
2.1.1 Aquisição da Linguagem por Crianças Surdas.....	39
2.1.1.1 Abordagens Teóricas de Aquisição da Linguagem.....	40
2.1.1.1.1 <i>Zona de Desenvolvimento Proximal.....</i>	<i>43</i>
2.1.1.1.2 Abordagens de Ensino para Crianças Surdas.....	44
2.1.1.2.1 <i>Oralismo.....</i>	<i>45</i>
2.1.1.2.2 <i>Comunicação Total.....</i>	<i>46</i>
2.1.1.2.3 <i>Bilinguismo.....</i>	<i>47</i>
2.1.1.3 Libras – A Língua de Sinais Brasileira.....	48
2.1.1.3.1 <i>Formação de Sinais.....</i>	<i>50</i>
2.1.1.3.2 <i>Aquisição da Língua de Sinais Brasileira.....</i>	<i>51</i>
2.1.2 Jogos Digitais.....	52
2.1.2.1 Relação da Criança com Jogos Digitais.....	52
2.1.2.2 Jogos Digitais na Educação.....	54
2.1.2.3 Jogos Digitais para Ensino e Aprendizagem de Línguas.....	55
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	59
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	59
3.1.1 A Visão de Mundo.....	61
3.1.2 As Teorias.....	62
3.1.3 Os Métodos.....	63
3.1.4 A Ferramenta.....	65
3.1.5 As Aplicações.....	65
3.1.6 Estrutura Metodológica da Pesquisa.....	66
4 PROTÓTIPO EXPERIMENTAL.....	67

4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO EXPERIMENTAL DA PESQUISA.....	67
4.2	METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL.....	69
4.2.1	Modelagem Pedagógica.....	71
4.2.1.1	Abordagem Inicial.....	72
4.2.1.2	Coleta de Dados.....	78
4.2.1.2.1	<i>Informações Globais.....</i>	<i>79</i>
4.2.1.2.2	<i>Método de Ensino.....</i>	<i>83</i>
4.2.1.2.3	<i>Infraestrutura de Informática Disponível.....</i>	<i>84</i>
4.2.1.3	Delineamento da Aplicação.....	85
4.2.1.3.1	<i>Temas e Vocabulário.....</i>	<i>87</i>
4.2.1.4	Definições.....	90
4.2.2	Análise de Requisitos.....	90
4.2.2.1	Ambiente de Execução.....	90
4.2.2.1.1	<i>Atividades.....</i>	<i>93</i>
4.2.2.1.2	<i>Documento de Game Design.....</i>	<i>96</i>
4.2.2.2	Ambiente de Controle.....	99
4.2.2.2.1	<i>Hierarquia e Perfis.....</i>	<i>100</i>
4.2.2.2.2	<i>Funcionalidades por Perfil.....</i>	<i>102</i>
4.2.3	Arquitetura de Software.....	104
4.2.3.1	Considerações para Definição da Arquitetura de Software.....	104
4.2.3.2	Arquitetura Geral.....	106
4.2.3.3	Arquitetura do Cliente “Ambiente de Execução”.....	107
4.2.3.3.1	<i>Fragmento em Flash.....</i>	<i>107</i>
4.2.3.3.2	<i>Fragmento em JavaScript.....</i>	<i>112</i>
4.2.3.4	Arquitetura do Cliente “Ambiente de Controle”.....	115
4.2.3.5	Arquitetura do Servidor.....	116
4.2.4	Modelagem do Sistema.....	117
4.2.5	Identidade Visual.....	119
4.2.5.1	Estudo de Aspectos Visuais de Mídias Infantis.....	119
4.2.5.1.1	<i>Desenhos Animados.....</i>	<i>120</i>
4.2.5.1.2	<i>Jogos Digitais.....</i>	<i>123</i>
4.2.5.2	Características Estéticas Identificadas.....	139
4.2.5.2.1	<i>Gráficos.....</i>	<i>139</i>
4.2.5.2.2	<i>Cenários.....</i>	<i>139</i>
4.2.5.2.3	<i>Personagem.....</i>	<i>140</i>
4.2.5.2.4	<i>Navegação.....</i>	<i>140</i>
4.2.5.2.5	<i>Atratividade.....</i>	<i>141</i>
4.2.5.3	Definições.....	141
4.2.5.3.1	<i>Avatar.....</i>	<i>142</i>
4.2.5.3.2	<i>Cenários.....</i>	<i>148</i>

4.2.5.3.3	<i>Elementos de Interface do Usuário.....</i>	<i>150</i>
4.2.5.3.4	<i>Animações dos Gestos.....</i>	<i>151</i>
4.3	ANÁLISE FUNCIONAL DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL.....	153
4.3.1	Ambiente de Execução.....	153
4.3.1.1	Autenticação da Sala e Identificação do Usuário.....	153
4.3.1.2	Área de Navegação.....	157
4.3.1.3	Atividades.....	160
4.3.2	Ambiente de Controle.....	165
4.3.3	Discussão.....	169
5	APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL.....	173
5.1	APRESENTAÇÃO DA MOSTRA SELECIONADA.....	174
5.2	DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	176
5.2.1	Classe Bilíngue – EEB Nossa Senhora da Conceição...176	
5.2.2	Classe Primeiro Ano Regular – EEB Nossa Senhora da Conceição.....	183
5.2.3	Classe Pré-Escola – CEI São José II.....	188
5.2.4	Classe Primeiro Ano Regular – CEI São José II.....	191
5.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	196
5.3.1	Usabilidade.....	196
5.3.2	Atratividade.....	197
5.3.3	Diversão e Engajamento.....	197
5.3.4	Formas de Uso e Aquisição do Conhecimento Proposto	198
5.3.5	Considerações Gerais.....	199
6	MODELO PROPOSTO.....	201
6.1	PRESSUPOSTOS ADOTADOS.....	201
6.2	ASPECTOS TÉCNICOS.....	202
6.3	DESCRIÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	203
6.3.1	Conceito Geral.....	204
6.3.2	Instrução de Vocabulário.....	205
6.3.2.1	Vocabulário.....	207
6.3.2.2	Contextualização.....	207
6.3.2.3	Atividade.....	207
6.3.2.4	Cenário de Aprendizagem.....	207
6.3.3	Interfaces de Interação.....	207
6.3.3.1	Ambiente de execução.....	208
6.3.3.2	Dicas e truques.....	208
6.3.3.3	Contos em Libras.....	208
6.3.3.4	Ambiente de controle.....	209
6.3.3.5	Dashboard.....	209
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	211
7.1	CONCLUSÕES.....	211

7.2 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	213
REFERÊNCIAS.....	215

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o problema de pesquisa, contextualizado do ponto de vista social e científico. Em seguida, são descritos a questão geral, o objetivo geral e os objetivos específicos. Por fim, descreve-se a justificativa e a estrutura utilizada no trabalho.

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Pelo censo do IBGE de 2001¹, existiam no Brasil 5,7 milhões de pessoas com deficiência auditiva². Como todos os indivíduos estão sujeitos à perda da audição ao longo da vida, seja por acidente, doença ou efeito da idade (MARSCHARK; LANG; ALBERTINI, 2002), esse cômputo não é formado exclusivamente por surdos entendidos como sujeitos que apreendem o mundo por meio de experiências visuais, conforme o decreto 5626 de 22 de dezembro de 2005, art. 2, que regulamenta a Lei nº 10.436, e a Lei nº 10.098 de 24 de abril de 2002. Contudo, 519.460 eram de jovens com até 17 anos de idade, o que dá um parâmetro da deficiência congênita ou presente nos primeiros anos de vida.

Quadro 1 – Pessoas com deficiência auditiva severa pelo Censo demográfico 2000

Total com surdez	0 - 17 anos	18 - 24 anos
5.750.805	519.460	276.884

Fonte: Adaptado de IBGE (2001)

Por outro lado, o censo escolar do INEP de 2003 trouxe o total de 56.024 alunos surdos matriculados no ensino básico (que compreende a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio), tendo 2.041 concluído o ensino médio e apenas 344 matriculados no ensino superior.

Por esses números, quase 89% dos surdos abaixo dos 17 anos estariam fora do sistema escolar. Haveria no Brasil praticamente uma Santa Catarina inteira de deficientes auditivos, e toda uma Florianópolis em idade escolar fora dela, pois a população do estado em 2009 era de 6.118.743 e de sua capital, 408.161 habitantes (IBGE, 2009). Porém, é evidente que os números dos dois censos não podem ser comparados de forma direta, uma vez que os levantamentos foram realizados sobre

1 A divulgação dos resultados do Censo Demográfico 2010 estão programadas apenas para o ano de 2012, após o término da presente pesquisa.

2 Conforme questionário do censo, “incapaz, com alguma ou grande dificuldade permanente de ouvir”.

pressupostos e metodologias distintas. De todo modo, é possível considerar a ordem de grandeza desses números.

Em termo comparativo, é importante apresentar que, na mesma época do censo escolar, a PNAD 2004 apontou que 26,2% da população em geral com idades entre 0 e 17 anos não frequentavam instituições de ensino.

Os números deixam evidente a exclusão dos surdos da educação formal. Porém, os problemas não se limitam ao acesso à educação, estendendo-se também a qualidade disponibilizada àqueles que conseguem entrar no sistema. Silva (2002) coloca que alunos surdos, em sua maioria, não conseguem ultrapassar o quarto ano do ensino fundamental devido às dificuldades em relação à língua de instrução e ao próprio conteúdo escolar. Os que continuam dentro da escola conseguem fechar esse ciclo apenas por volta dos 15 ou 16 anos de idade – pelo fato de cada ano letivo só ser completado a cada dois ou mais anos – e, ainda assim, sem conseguirem ler e escrever funcionalmente.

Completa esse cenário o fato de 95% das crianças surdas serem filhas de pais ouvintes e que, portanto, não dominam uma língua de sinais (MITCHELL; KARCHMER, 2004; QUADROS, 2004). Uma criança surda filha de pais ouvintes não pode aprender de forma espontânea a língua portuguesa falada pelo seus pais e tampouco têm a facilidade para aprender a língua de sinais (MEC, 2006).

Em suma, a criança que nasce surda em geral não obtém domínio de uma língua em casa, não tem pré-educação apropriada, não tem acesso à educação formal e, quando consegue, chega à escola sem os fundamentos para correta comunicação e expressão, o que resulta em uma aprendizagem inadequada. Fica estabelecida a impossibilidade de aquisição do conhecimento, tanto do ponto de vista prático – acesso a dados, entendidos como informação, transformado em conhecimento – quanto conceitual, considerado a relevância da linguagem na cognição humana.

1.1.1 Questionamento Inicial

O cenário adverso exposto contrasta com o avanço das tecnologias da informação e comunicação (TIC) desde o aparecimento, em 1971, do microprocessador, miniaturizando os computadores e expandindo seu potencial (SANTOS, 2004).

Em 1965, Gordon E. Moore, físico-químico cofundador da Intel

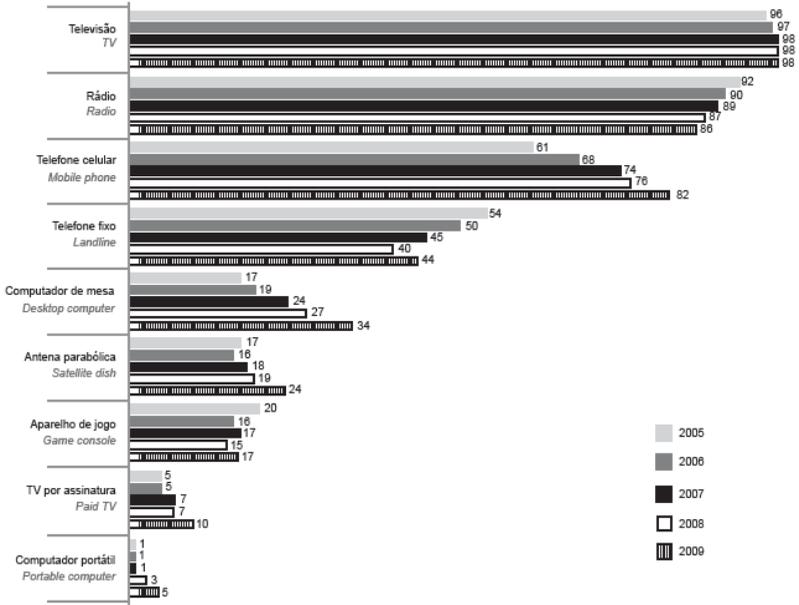
Corporation e Fairchild Semiconductor, previu que o número de transistores por polegada quadrada, no circuito integrado, dobraria a cada ano desde sua invenção. Essa tendência ficou conhecida como “lei de Moore”. Dez anos mais tarde, ele corrigiu sua previsão, observando que a densidade dobraria a cada 24 meses. A lei é importante não apenas para a indústria de semicondutores, sendo um exemplo-chave de trajetórias da tecnologia (MOLLICK, 2006).

Esse padrão pode ser observado em outros produtos ligados à informática, como nos discos rígidos (WALTER, 2005). A escalada exponencial das tecnologias digitais não diz respeito somente ao potencial bruto, mas também à queda do custo e à difusão desses dispositivos. Segundo pesquisa realizada pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação sobre o uso das TIC no país, há tendência de aumento da posse desses equipamentos nos domicílios brasileiros (BARBOSA, 2010), como pode ser observado na figura 1.

Em relação à presença de computadores e internet nos domicílios, a pesquisa revelou que houve um crescimento expressivo de 29% na posse do computador em área urbana entre 2008 e 2009. O acesso à internet também aumentou significativamente: cerca de 35%.

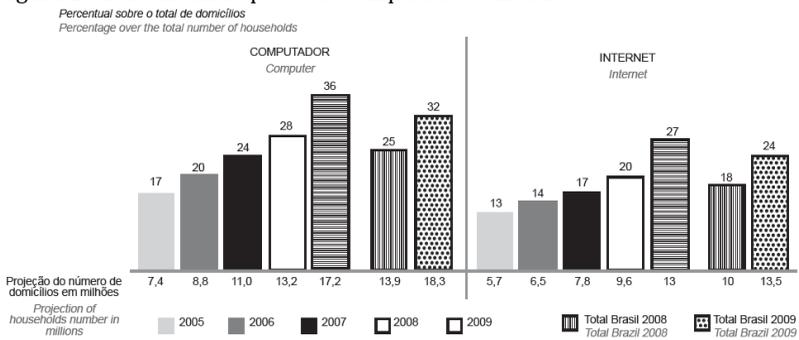
As conexões domésticas representam apenas parte do acesso à rede mundial de computadores. A mesma pesquisa indica que os centros públicos de acesso pago, conhecidos popularmente como *lan houses*, correspondem a 45% dos locais de acesso ao computador e à internet. Os centros públicos de acesso gratuito, também chamados telecentros, ficaram, assim como as escolas, com 4% das menções.

Figura 1 – Proporção de domicílios no Brasil (área urbana) com equipamentos de TIC



Fonte: Barbosa (2010)

Figura 2 – Percentual de posse de computador e internet



Fonte: Barbosa (2010)

O Governo Federal, com a realização do Programa Nacional de

Informática na Educação (ProInfo), implantado desde 1997, tem apoiado a aquisição de computadores pelas escolas, permitindo sua inclusão. Tal ação pode justificar a diferença de uso a favor das crianças que, mesmo não tendo acesso ao computador em casa, podem ter contato com essa tecnologia no ambiente escolar; contato que poderia ser estendido aos adultos, ampliando ou incentivando a criação de novos programas de formação continuada oferecidos à comunidade aos finais de semana (FREIRE, 2006).

Atualmente, pelo Programa Banda Larga nas Escolas (PBLE), mais de 2,4 milhões de alunos de escolas públicas têm acesso a computadores com internet.

Além disso, outras TIC vêm complementando ou substituindo os computadores no formato tradicional de mesa ou portátil. Hoje no país há mais telefones celulares do que habitantes, conforme dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). Junto com a expansão do número de terminais móveis para voz, cresce a proporção de telefones inteligentes com banda larga, os quais têm avançada habilidade computacional e de conectividade.

Quadro 2 – Dados consolidados do setor da telefonia móvel

Indicador	Unidade	2008	2009	2010
Acesso Móvel Pessoal (SMP)	milhões	150,6	173,9	202,9
Densidade	acesso/100 habitantes	78,1	90,5	104,7
Celulares 3G	milhões	1,0	4,3	14,6

Fonte: ANATEL (2012)

O equipamento de TIC praticamente universal nas residências brasileiras – a televisão – também passa por transformações, incorporando funcionalidades anteriormente exclusivas dos computadores pessoais. O Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD-T) incorpora diversas melhorias técnicas, como maior qualidade de imagem e som, otimização da cobertura de recepção do sinal, mobilidade e portabilidade. Mas, principalmente, traz a perspectiva de oferecer aos telespectadores recursos interativos nunca vistos anteriormente, por meio do *middleware* Ginga, camada de software intermediária que permite o desenvolvimento de aplicações para a TV digital de forma independente da plataforma de hardware dos fabricantes de terminais de acesso (SANTOS; TODESCO; ZANCANARO, 2009).

Essa conjuntura leva ao ponto de partida desta pesquisa, que é: como tecnologias da informação e comunicação podem se tornar instrumentos que potencializem a aquisição de conhecimento para crianças surdas.

1.1.2 Contextualização Social

Pelo decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, deficiência auditiva é definida como a perda bilateral, parcial ou total, de 41 decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz. Rinaldi (1997) coloca que, do ponto de vista educacional e com base na classificação do Bureau International d'Audiophonologie (BIAP) e na Portaria Interministerial nº 186 de 10 de março de 1978, considera-se parcialmente surdo o indivíduo com surdez leve ou moderada, e surdo aquele com surdez severa ou profunda:

1. Surdez leve – aluno que apresenta perda auditiva de até 40 dB, de forma que ele não percebe igualmente todos os fonemas da palavra, e a voz fraca ou distante não é ouvida;
2. Surdez moderada – aluno que apresenta perda auditiva entre 40 e 70 dB, encontrando-se no limite da percepção da palavra, sendo necessário uma voz de certa intensidade para que seja percebida;
3. Surdez severa – aluno que apresenta perda auditiva entre 70 e 90 decibéis, o que vai permitir que ele identifique alguns ruídos familiares e poderá perceber apenas a voz forte, podendo chegar até quatro ou cinco anos sem aprender a falar;
4. Surdez profunda – aluno que apresenta perda auditiva superior a 90 dB, que o priva das informações auditivas necessárias para perceber e identificar a voz humana, impedindo-o de adquirir naturalmente a linguagem oral.

Clinicamente, de acordo com Cecatto et al. (2003), pode ser classificada ainda em sensorineural, condutiva ou mista; uni ou bilateral; simétrica ou assimétrica; sindrômica ou não sindrômica; pré-lingual, perilingual ou pós-lingual; genética ou não genética; congênita, peri ou pós-natal. Dentre as principais causas definidas, cita-se:

1. Hereditária / congênita
2. Pré-natal – rubéola, toxoplasmose, sífilis, citomegalovirose, herpes, drogas abortivas, drogas ototóxicas, sarampo;
3. Perinatal – hipóxia, prematuridade, hiperbilirrubinemia,

- trauma de parto, drogas ototóxicas, ruído;
4. Pós-natal – otites de repetição, sarampo, meningite, caxumba, encefalite, drogas ototóxicas, traumatismo craniencefálico, trauma acústico, sepsis.

Por outro lado, Zanata (2005) enfatiza que a questão terminológica referente à surdez vai além dos aspectos médicos e clínicos, passando pela questão referente à comunidade. A definição de surdez pelos Surdos passa muito mais por sua identidade grupal do que por uma característica física que supostamente os torna inferiores aos indivíduos ouvintes. Destaca-se a distinção de “surdo”, com “s” minúsculo, e “Surdo”, com “S” Maiúsculo. Segundo Klein (1998), “o termo surdo refere-se ao fator físico da surdez, enquanto o termo Surdo refere-se ao grupo cultural e à comunidade linguística.” Nas palavras de Quadros (2004):

Surdo é o sujeito que apreende o mundo por meio de experiências visuais e tem direito e possibilidade de apropriar-se da língua brasileira de sinais e da língua portuguesa, de modo a propiciar seu pleno desenvolvimento e garantir o trânsito em diferentes contextos sociais e culturais.

Essa cultura surda é multifacetada, mas apresenta característica que é específica: ela traduz-se de forma visual.

Assim, a língua de sinais é um importante traço de identidade da cultura surda, de modo que ela transcende a questão meramente linguística e debates sobre abordagens comunicativas. Especificamente dentro do contexto brasileiro, a Libras passa a ser um direito do Surdo no paradigma da educação inclusiva.

O conceito de inclusão traz consigo a noção de que a diversidade é parte da condição humana, e uma vez que o indivíduo com deficiência é integrante da sociedade, deve ter as mesmas oportunidades para se desenvolver. A sociedade deve, pois, ajustar-se à sua condição, por meio do convívio, do respeito e da cooperação mútua (NOVAES; BALIEIRO, 2004).

Nesse sentido, segundo o paradigma da educação inclusiva, as escolas precisam ser reestruturadas para acolherem as pessoas, com ou sem deficiências ou com outras características atípicas. É o sistema educacional que deve adaptar-se às necessidades de seus alunos, e não o contrário. (TENOR, 2008).

1.1.3 Contextualização Tecnológica

Durante as últimas décadas, computadores tiveram significativo impacto na forma como as pessoas aprendem e se comportam (MARTINOVIC; ZHANG, 2012). Da mesma maneira, as tecnologias da informação e comunicação (TIC) também vão se inserindo no ambiente escolar. Segundo o documento *The Ontario Curriculum, Grades 9 and 10: Technological Education* (2009), as TIC provêm uma gama de ferramentas que podem ampliar e enriquecer significativamente as estratégias de ensino dos professores e apoiar o aprendizado dos estudantes. As TIC incluem recursos multimídia, banco de dados, websites da internet, câmeras digitais e programas de processamento de texto.

Como exemplo de TIC já difundidas, pode-se citar os sistemas de gestão escolar e os ambientes virtuais de aprendizagem. Sistemas de gestão escolar ou acadêmica disponibilizam funcionalidades de controle quanto a dados cadastrais de discentes, docentes, cursos, perfis curriculares (disciplinas, requisitos, equivalências, associações), oferta de turmas a cada período letivo, pré-matrícula e matrícula de discentes, lançamento de notas on-line pelos docentes, histórico escolar, dados do ENADE e registro de diplomas, entre outras funcionalidades que auxiliam o controle administrativo das instituições de ensino (CARVALHO et al., 2011). Os ambientes virtuais de aprendizagem são utilizados para armazenar, distribuir e gerenciar conteúdos de aprendizado, de forma interativa e gradativa, sendo o principal suporte do processo de *e-learning*.

Entretanto, esses sistemas computacionais dão suporte ao funcionamento da escola, ou mesmo das aulas, mas não alteram o processo de ensino-aprendizagem. Apesar de maiores investimentos em tecnologia, as estatísticas de uso do computador em sala de aula são desanimadoras, para dizer o mínimo (GROFF; MOUZA, 2008). Estudos indicam que, em média, os professores usam computadores várias vezes por semana para preparação, mas apenas uma ou duas vezes por ano para fins de instrução (RUSSELL et al., 2003).

Uma das perspectivas de revolução no ensino por meio das TIC é o uso de jogos digitais para educação. Acredita-se no desenvolvimento de jogos digitais para a educação vislumbrando aproveitar o poder motivacional dos jogos e pela crença de que “aprender fazendo” em jogos com simulações oferece uma poderosa ferramenta de aprendizagem (KIRRIEMUIR; MCFARLANE, 2004).

No levantamento realizado por Dondlinger (2007), conclui-se que jogos digitais de fato afetam a aprendizagem.

Assim, é possível que jogos digitais possam ser utilizados como ferramenta para obter o engajamento da criança junto a atividades de ensino-aprendizagem. A convergência tecnológica possibilita que sua materialização possa se dar em diferentes formatos, seja na televisão, no dispositivo móvel (telefone celular, tablet), ou no computador pessoal propriamente dito. Opções para a maneira como essa ferramenta vai chegar até o usuário também são variadas, podendo ser realizada, por exemplo, por mídia física (CD, flash drive), por internet, ou pelo canal de interação da TV digital.

1.1.4 Formulação do Problema de Pesquisa

Diante do contexto apresentado, a pergunta de pesquisa pode ser reescrita de forma mais precisa:

Como jogos digitais podem facilitar o aprendizado da Libras como primeira língua para crianças surdas?

1.2 OBJETIVOS DA TESE

Os objetivos que orientam este trabalho são apresentados a seguir.

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um modelo de suporte à educação, baseado em ambientes interativos lúdicos, que facilite o aprendizado da Libras como primeira língua para crianças surdas.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para que se atinja o objetivo geral estabelecido, este trabalho tem que abranger os seguintes objetivos específicos:

- Estabelecer um cenário de aprendizagem para a criança, sendo que as atividades estarão dentro desse contexto, trabalhando a totalidade e não somente palavras isoladas;
- Determinar um conjunto de atividades (jogos digitais) que proporcione aos alunos comunicação básica em Libras;
- Estabelecer a relação entre computador pessoal, TV digital e telefones celulares inteligentes de forma a contemplar o

cenário definido;

- Selecionar parâmetros para o acompanhamento da aprendizagem da criança surda.

1.3 JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA

A criança ouvinte chega à escola com bagagem lexical e estruturas linguísticas quase prontas, enquanto a surda não. O surdo que utiliza sinais como primeira língua pode aproveitá-los como instrumento comunicativo para o desenvolvimento educacional, pois é com essa língua que ele tem mais naturalidade para adquirir habilidade de leitura e escrita (FERNANDES, 2005). A Língua Brasileira de Sinais (Libras) é uma língua visual-espacial com organização em todos os níveis gramaticais, seja fonológico, morfossintático, semântico ou pragmático. A comunicação dá-se através do movimento das mãos, do corpo, e de expressões faciais. O alfabeto manual – datilologia – é utilizado apenas para expressar nomes de pessoas, lugares e outras palavras que não possuem sinal.

Por desconsiderar a questão bilíngue (português e Libras), as propostas educacionais desenvolvidas ao longo dos anos apresentaram uma série de limitações, nas quais a maior parte dos sujeitos surdos não demonstrou domínio suficiente da leitura e da escrita nem compreensão adequada da informação passada em sala de aula pelo professor (MIRANDA et al., 2005).

Fica estabelecida a impossibilidade de aquisição do conhecimento, tanto do ponto de vista prático – acesso a dados, entendidos como informação, transformado em conhecimento – quanto conceitual, considerado a relevância da linguagem na cognição humana. A estruturação da linguagem influencia a percepção da realidade e o nível de abstração e generalização do pensamento (SCHAFF, 1974).

Nesse sentido, esta pesquisa propõe-se a desenvolver um modelo de suporte à educação, baseado em ambientes interativos lúdicos, que facilite o aprendizado da Libras como primeira língua para crianças surdas. O efeito colateral desejado é que o mesmo modelo, quando aplicado para apoio ao ensino da Libras como segunda língua, tanto em crianças ouvintes quanto surdas, motive os alunos a explorarem a língua de sinais, funcionando como um instrumento de inclusão.

1.3.1 Ineditismo

Os dois construtos principais desta pesquisa são aquisição da linguagem, em especial por crianças surdas, e jogos digitais. Uma importante referência do grau de originalidade deste trabalho é elencar os estudos presentes em uma base de artigos que cruzam esses dois domínios. Na área multidisciplinar, destaca-se por sua abrangência a base Scopus (BURNHAM, 2006). A SciVerse Scopus é uma base de dados bibliográfica que contém resumos e citações de artigos de revistas acadêmicas, abrangendo cerca de 18.500 títulos de mais de 5.000 editoras, compreendendo 44,4 milhões de registros (SCIVERSE, 2011).

Para a presente pesquisa, utilizou-se a seguinte configuração:

1. Seleção de artigos que contenham no título, no resumo ou nas palavras-chave do artigo as palavras-chave de busca;
2. Artigos publicados entre os anos de 2002 e 2012;
3. Busca por tipo de documento “*article*”;
4. Busca nas áreas dos assuntos Life Sciences, Health Sciences, Physical Sciences, e Social Sciences & Humanities.

A primeira busca na base de dados, diretamente com os tópicos “*language acquisition*” e “*digital games*” como palavras-chave, encontrou três artigos, todos ligados à aquisição da segunda língua. Ainda que estudos relativos à aquisição da segunda língua possam dar *insights* para esta pesquisa, os pressupostos são distintos, havendo uma relação apenas tangencial.

Em uma segunda tentativa mais ampliada, substituiu-se “*digital games*” por apenas “*games*”. Isso poderia retornar (e retornou) estudos ligados a qualquer tipo de jogo, não apenas os computacionais. Por outro lado, englobaria qualquer variação da terminologia, como “*computer games*”, “*video games*” ou “*videogames*”. Foram encontrados 63 artigos, a maioria relativos à aquisição da segunda língua ou não relacionados ao processo de ensino-aprendizagem. Dois deles eram de alguma forma alinhado a esta pesquisa.

A terceira e última tentativa modificou o ponto de vista, mantendo a palavra-chave “*games*” e substituindo “*language acquisition*” por “*sign language*”. Foram encontrados 52 artigos, com seis deles relacionados à pesquisa. Um dos artigos era o mesmo já encontrado na busca anterior.

Dessa forma, em 44 milhões de artigos registrados na base Scopus, apenas sete exploram os temas estudados em ótica semelhante

a este trabalho. Mais do que isso, nenhum abordando sob o olhar geral do conhecimento e da mídia do conhecimento em específico. Fica evidente como a pesquisa trata o tema de forma inédita.

1.3.2 Aderência ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento

A pesquisa apresentada neste trabalho está inserida na área de concentração Mídia e Conhecimento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPEGC), a qual trata do desenho, desenvolvimento e avaliação de mídia voltada a catalisar a habilidade de grupos de pensar, comunicar, apreender e criar conhecimento. No caso, o grupo em questão são crianças com deficiência auditiva severa, não necessariamente pertencentes à comunidade surda.

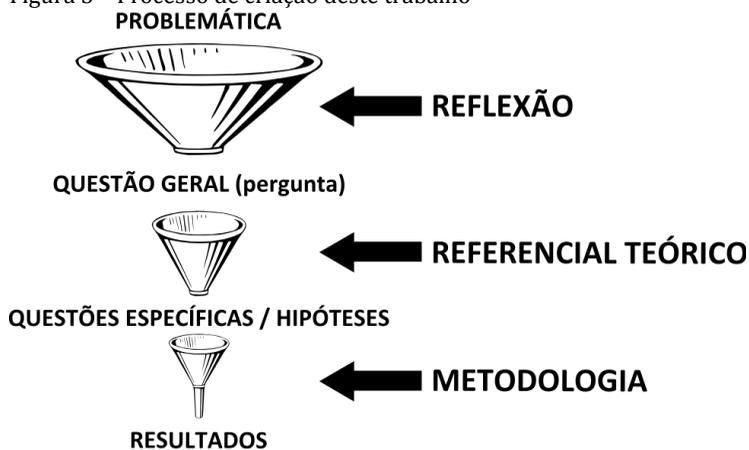
Observado o objetivo geral estabelecido (seção 1.2), é diretamente aderente à linha de pesquisa Mídia e Conhecimento na Educação, mas também adere às linhas Mídia e Disseminação do Conhecimento e TV Digital, conforme todos os argumentos apresentados ao longo deste capítulo.

Ressalta-se ainda o caráter multi e interdisciplinar da pesquisa, envolvendo computação, engenharia de software, engenharia do conhecimento, linguística, pedagogia, psicologia, design gráfico e ergonomia, para nomear apenas as disciplinas consagradas. Como será apresentado nos próximos três capítulos, em certos momentos essas áreas são tratadas multidisciplinarmente, de forma estanque e coordenada. Em outros, interdisciplinarmente, trabalhando na interseção e emergência dos conhecimentos resultantes.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

A estrutura deste trabalho segue, em linhas gerais, o processo pelo qual ele foi elaborado.

Figura 3 – Processo de criação deste trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor

Partiu-se de uma problemática, um conjunto de questões e incertezas as quais foram refinadas pela busca e leitura de artigos científicos nos vários campos pertinentes. Isso possibilitou que se definisse a pergunta de pesquisa. Logo após, foi feito um levantamento bibliográfico mais direcionado e profundo no intuito de conhecer melhor a questão, vislumbrar lacunas inexploradas e ter subsídios necessários para conceber a solução inicial do problema. A partir dessa concepção inicial, foi desenvolvido um protótipo experimental para aprimorar e ao mesmo tempo expandir a solução definida. Então, esse protótipo foi analisado por meio de sua aplicação junto a uma amostra do grupo em estudo. Com isso, foi possível estabelecer hipóteses e propor um modelo capaz de responder a pergunta inicial.

Dessa forma, o texto está dividido em sete partes: introdução, fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, protótipo experimental, aplicação do protótipo experimental, modelo proposto e considerações finais.

A primeira parte é o presente capítulo, que traz o problema de pesquisa na forma de um questionamento inicial, que é, ao mesmo tempo, aprofundado e delimitado pela contextualização social e científica, sendo então expostos a questão geral, o objetivo geral e os objetivos específicos e a justificativa do trabalho, sobretudo sua relevância e ineditismo, bem como aderência ao Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade

Federal de Santa Catarina.

A segunda parte é constituída da revisão da literatura dos temas norteadores deste trabalho – aquisição da linguagem por crianças surdas e jogos digitais – e uma pesquisa empírica de ferramentas e projetos pertinentes para estabelecer o cenário atual.

Na terceira parte são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa.

A quarta parte detalha o desenvolvimento do protótipo experimental desta pesquisa, discutindo a contextualização experimental, a metodologia de desenvolvimento e a análise funcional do resultado.

Na quinta parte, apresenta-se a aplicação do protótipo experimental junto a alunos do ensino fundamental, detalhando a amostra selecionada e como foi realizada a aplicação e, por fim, faz-se a análise dos resultados obtidos.

A sexta parte finalmente apresenta de modo consolidado a proposta do modelo tecnológico para suporte à aprendizagem de Libras por crianças surdas ao longo de três subcapítulos que a explorarão em termos conceitual, de aplicação e técnico.

Na sétima parte são feitas as considerações finais, elencadas as limitações da pesquisa e sugestões para futuros trabalhos, tendo como objetivo a continuidade deste estudo.

Ao final do documento, encontram-se as referências, os apêndices e os anexos.

No próximo capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica, iniciada pela revisão da literatura a respeito da aquisição da linguagem por crianças surdas e jogos digitais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem por finalidade apresentar as referências teóricas sobre as quais o trabalho de tese foi desenvolvido. Para tanto, foi realizado um levantamento do conhecimento previamente produzido, destacando-se conceitos, discussões e conclusões relativos à presente pesquisa. O estado da arte é complementado pela apresentação de ferramentas atualmente disponíveis que podem de alguma forma influenciar o modelo proposto.

2.1 REVISÃO TEÓRICA DE LITERATURA

A pesquisa inclui dois construtos principais: aquisição da linguagem, em especial por crianças surdas, e jogos digitais. Dessa forma, partiu-se da bibliografia relativa à linguagem, teorias para sua aquisição, as especificidades do processo nas pessoas surdas, como elas aprendem uma língua e como lhes é ensinada. Jogo digital é definido no contexto deste trabalho, para então serem apresentados estudos que mostram como as crianças se relacionam com ele, como pode servir de ferramenta educacional e sua utilização para aprendizado de línguas e linguagem.

2.1.1 Aquisição da Linguagem por Crianças Surdas

Ao contrário do inglês (*language*), o português utiliza vocábulos distintos para o conceito geral (linguagem) e um sistema linguístico específico (língua). O dicionário Houaiss (2009) apresenta a aceção de linguagem como:

qualquer meio sistemático de comunicar ideias ou sentimentos através de signos convencionais, sonoros, gráficos, gestuais etc.

Do ponto vista acadêmico, sobretudo no campo da linguística, essa definição é contestável. Lyons (1987) destaca que:

Por mais ampla que seja nossa concepção dos termos “ideia”, “emoção” e “desejo”, parece claro que há muito que se pode comunicar pela linguagem e não é coberto por nenhum deles; particularmente “ideia”, que é inerentemente impreciso.

Na verdade, definições estarão sempre incompletas, uma vez que

é possível considerar-se diferentes aspectos da linguagem para sua conceituação. Pode-se, por exemplo, encará-la como uma faculdade mental ou mesmo orgânica, como um sistema simbólico formal, como ferramenta para comunicação ou, até sob uma visão filosófica, como aquilo que distingue humanos dos demais animais.

Quadros e Schmiedt (2006) complementam estabelecendo que definições exclusivamente linguísticas não levam em conta a riqueza das interações sociais que transformam e determinam a expressão linguística; e, por isso, língua e linguagem podem ser compreendidas no nível biológico, enquanto parte da faculdade da linguagem humana, e também no nível social, ao interferirem na expressão humana final.

Aqui cabe destacar o que em princípio é óbvio, mas não necessariamente evidente. Sendo uma língua qualquer um sistema linguístico específico, quando se domina uma determinada língua, possui-se uma linguagem.

2.1.1.1 Abordagens Teóricas de Aquisição da Linguagem

Aquisição da linguagem é o processo pelo qual a criança adquire sua língua materna (TRASK, 2007).

Goldin-Meadow (2005) coloca que os estudos iniciais do processo de aprendizado da linguagem eram baseados na observação e anotação de todas as novas sentenças produzidas por uma criança, como Strern e Stern (1907) e Leopold (1970). Mais tarde, com a utilização de gravações de áudio e vídeo, esses estudos diários evoluíram para o acompanhamento de mais de uma criança e por um período de vários anos, sendo uma referência o estudo de Brown (1973). Ainda hoje, a transcrição e análise da fala da criança é bastante trabalhosa, porém o avanço das tecnologias da informação e comunicação possibilitou que um único pesquisador pudesse ter acesso a dados de uma ampla gama de linguagens e, assim, testar a robustez da sua coleta mesmo com uma amostra pequena, por meio de bases como o Child Language Data Exchange System (MACWHINNEY, 1995).

Esses estudos possibilitam caracterizar o desenvolvimento da linguagem de diferentes maneiras, como pelo desdobramento do conhecimento lexical e sintático (HONIG, 2007):

Quadro 3 – Fases do desenvolvimento da linguagem (léxico e sintaticamente)

Fase	Idade Média	Descrição
Balbuício	6 a 8 meses	Repetição de padrões do tipo consoante e vogal
Uma palavra	9 a 18 meses	Palavra solta
Duas palavras	18 a 24 meses	Sentenças com relações semânticas simples
Telegráfico	24 a 30 meses	Sentenças com estruturas lexicais em vez de morfemas gramaticais
Multipalavras	Acima de 30 meses	Emergência de estruturas gramaticais

Fonte: Adaptado de Honig (2007)

Dessa forma, embora demorado, é possível descrever com exatidão o que crianças fazem quando adquirem uma linguagem. Porém, isso não responde como elas adquirem a linguagem.

Até o fim da década de 1950, psicólogos como Skinner (1957) consideravam linguagem apenas outro comportamento, sendo governada pelas leis gerais do aprendizado e não pela suas próprias regras e restrições. Segundo essa corrente, mecanismos de imitação e repetição são suficientes para produzir os hábitos gramaticais que compõem uma língua.

Como crítico a essa visão pode-se citar Chomsky (1959), que argumenta que o uso da língua pelo adulto não pode ser adequadamente descrito em termos de sequências de comportamentos ou respostas. Um sistema de regras é base do conhecimento e utilização da linguagem em cada indivíduo, e são essas regras que as crianças adquirem ao aprenderem uma língua.

Segundo Chomsky (1999), crianças estão aprendendo um sistema linguístico regido por princípios sutis e abstratos, sem instrução explícita e informações suficientes para apoiar na indução deles. Logo, o processo deve ser suportado por um conhecimento sintático inato. Esses princípios fundamentais para a construção de frases são, supostamente, encontrados em todas as línguas e, assim, devem ser parte da herança genética dos seres humanos, presentes desde o nascimento.

Para Pinker (1989), entretanto, esse conhecimento inato não é suficiente para explicar como as crianças adquirem uma língua. Elas precisam identificar os sujeitos e verbos antes que possam determinar como os dois são rigorosamente ordenados, e assim utilizarem

qualquer conhecimento genético que tenham sobre a estruturação da linguagem. Diante disso, além desse conhecimento sintático inato, as crianças também precisam ter processos que lhes permitam aprender especificidades da língua. Um exemplo são as regras de ligação das categorias semânticas e sintáticas, nas quais as crianças já nascem sabendo que agentes podem ser sujeitos, que objetos afetados pela ação tendem a ser objetos diretos, e assim por diante. As regras de ligação lhes permitem inferir que o termo utilizado para se referir ao agente é o sujeito da frase.

Por outro lado, pode-se imaginar que os princípios fundamentais do conhecimento linguístico são específicos da linguagem, mas, ao mesmo tempo, implementados através de mecanismos gerais de aprendizagem. A visão sociointeracionista afirma que existe, de fato, informação suficiente no ambiente para que as crianças induzam um sistema gramatical, especialmente quando em contextos com suporte social. Essa linha engloba a abordagem cognitiva de Jean Piaget, o modelo de processamento da informação de Brian MacWhinney e Elizabeth Bates e a teoria sociocultural de Lev Vygotsky (2001). Nessa corrente, Bruner (1983) concorda que deve haver uma capacidade linguística inata, um programa interno que permite à criança construir a gramática, mas que só será possível se os educadores criarem um mundo no qual o sentido do que é falado é claro e importante para ela.

Os avanços nas áreas da neurociência e da computação deram vazão a uma nova escola de pensamento sobre a aquisição da linguagem, denominada conexionismo (FINGER, 2008). De certo modo, conexionismo é mais uma técnica para explorar o aprendizado da linguagem do que uma abordagem teórica propriamente dita; contudo, inclui bagagem teórica, de modo que essa técnica só é válida caso se aceite seus pressupostos (GOLDIN-MEADOW, 2005). Segundo os conexionistas, comportamento é produzido por uma rede de unidades interligadas, sendo o desenvolvimento da linguagem um processo de contínuo ajuste dos pontos fortes das conexões na rede até que produzam uma saída semelhante à entrada (PLUNKETT, 1995). A aquisição da linguagem é concebida como um processo estocástico, de natureza implícita (ROHDE; PLAUT, 2003).

Observa-se que as principais correntes teóricas aceitam como fato que a criança já vem preparada para o processo da aquisição da linguagem, sendo as desavenças em relação a o quê é essa preparação:

- Um conceito geral do que é uma linguagem;
- Um conjunto de processos que levam à aquisição da linguagem;

- Um conjunto de processos que levam à aquisição de habilidades, inclusive linguagem.

Outro ponto de convergência das abordagens, independentemente de estarem mais alinhadas com uma visão empiricista (onde os fatores ambientais são mais relevantes) ou nativista (onde os fatores inatos são dominantes) é a necessidade de exposição à língua.

Nesse sentido, crianças surdas quando são expostas a uma língua, sem impedimentos ou barreiras, adquirem-na com facilidade (PIRES, 2009). Ou seja, estão tão preparadas quanto as ouvintes. O que as leva a não adquirir a língua oral é justamente o impedimento auditivo que possuem, e não algum distúrbio cognitivo. Mas, de fato, o que ocorre com frequência é a não exposição à linguagem. Das crianças que nascem surdas, cerca de 95% têm pais ouvintes (MITCHELL; KARCHMER, 2004; QUADROS, 2004). Sem a exposição precoce a uma língua de sinais e sem condições de ouvir a língua auditiva de seus pais, passam por um angustiante processo de confusão mental, segundo muitos relatos de surdos adultos (PIRES, 2009).

Vale resgatar o trabalho do neuropsicólogo Eric Lenneberg, que em seu livro *Biological Foundations of Language*, de 1967, coloca que a capacidade de aprender uma língua é realmente inata e, assim como outros mecanismos inatos, é relacionada à idade. Lenneberg propôs que, caso a criança não aprenda uma língua antes do início da puberdade, a criança nunca vai dominar a linguagem. Isto é conhecido como a hipótese período crítico. Na sua forma mais genérica, um período crítico pode ser caracterizado como um intervalo de tempo durante o qual existe uma sensibilidade aumentada a certos estímulos experimentais, cuja presença é necessária para desencadear um evento de desenvolvimento (BIRDSONG, 2005).

A relação feita pelo psicólogo soviético Vygotsky (1988) entre pensamento e linguagem também é interessante, visto que, segundo ele, a linguagem seria um poderoso instrumento de organização do pensamento, e os dois devem ser estudados sob um mesmo prisma.

2.1.1.1.1 Zona de Desenvolvimento Proximal

Vygotsky era psicólogo, mas seus estudos sobre o comportamento humano consciente o levaram a investigar o papel desempenhado pela linguagem. Para Vygotsky, a interação social tem papel fundamental no processo de aprendizagem, de modo que ele

ênfatiza a “linguagem compartilhada” no desenvolvimento do pensamento e da linguagem (KIYMAZARSLAN, 2002). O termo “linguagem compartilhada” refere-se à interação social e pode ser melhor elucidado através da noção de “zona de desenvolvimento proximal”.

De acordo com Vygotsky (2001), dois níveis de desenvolvimento determinam o processo de aprendizagem: o egocentrismo e interação. Quando a criança encontra-se sozinha, geralmente opta por permanecer em silêncio ou falar pouco (discurso menos egocêntrico). Contudo, ela prefere falar quando brinca com outras crianças (discurso mais egocêntrico). A diferença entre esses dois tipos de desenvolvimento foi chamada de “zona de desenvolvimento proximal”. Esta zona refere-se à distância entre o nível de desenvolvimento real, tal como determinado por resolução independente de problemas, e do nível de desenvolvimento potencial, como determinado pela resolução de problemas sob a orientação de um adulto ou em cooperação com amigos mais capazes. A criança desenvolve conceitos conversando com os adultos e só depois resolve os problemas enfrentados por conta própria. Ou seja, a exposição à interação social permite à criança construir seus recursos internos.

Dessa forma, Vygotsky sustenta que a linguagem é chave para todo o desenvolvimento e palavras desempenham papel central não só no desenvolvimento de pensamento, mas na cognição como um todo. Nesse contexto, a aquisição da linguagem pela criança pode ser vista como resultado da interação social.

Assim, no caso das crianças surdas filhas de pais ouvintes, quando não compartilham da língua de sinais, a ausência de uma língua comum impede interação entre eles, fazendo com que funções como memória, linguagem e conhecimento de mundo tenha seu desenvolvimento prejudicado (PIRES, 2009).

2.1.1.2 Abordagens de Ensino para Crianças Surdas

Provavelmente, o debate de maior duração na história da educação dos surdos seja a questão da língua falada versus língua de sinais (MARSCHARK; LANG; ALBERTINI, 2002).

Em documento publicado pelo MEC (RINALDI, 1997) há indicação de que a opção da abordagem educacional do aluno deficiente auditivo deve ser feita pelos pais. Contudo, no Brasil parece que essa opção é fictícia, uma vez que os pais não têm acesso a informações

sobre as abordagens existentes e na prática não há opção de escolha, de modo que a abordagem é determinada pelo serviço disponível no município, se este existir (ZANATA, 2005).

Dessa forma, a abordagem de ensino empregada junto às crianças surdas é relacionada às políticas governamentais empregadas no determinado período. Considerando apenas os últimos cem anos, segundo Capovilla (2001), a abordagem predominante era o Método Oralista até a década de 1970, quando começou a ascensão da filosofia educacional da Comunicação Total, a qual foi substituída nos anos 1990 pela filosofia do Bilinguismo.

2.1.1.2.1 Oralismo

Oralismo, ou método oral, é o processo pelo qual se pretende capacitar o surdo na compreensão e na produção de linguagem oral e que parte do princípio de que o indivíduo surdo, mesmo não possuindo o nível de audição para receber os sons da fala, pode se constituir em interlocutor por meio da linguagem oral (SOARES, 1996).

Conforme Goldfeld (2002), o Oralismo visa à integração da criança com surdez na comunidade ouvinte, dando-lhe condições de desenvolver a língua oral; no caso do Brasil, o português. Na visão original deste método, a linguagem restringe-se à língua oral, sendo assim esta a única forma de comunicação dos surdos. Para a criança surda comunicar-se é necessário que ela saiba oralizar.

Para Capovilla (2001):

O método oralista objetivava levar o Surdo a falar e a desenvolver competência lingüística oral, o que lhe permitiria desenvolver-se emocional, social e cognitivamente do modo mais normal possível, integrando-se como um membro produtivo ao mundo dos ouvintes.

Para alcançar os seus objetivos, a filosofia oralista utiliza diversas metodologias de oralização: verbotonal, audiofonatório, aural, acupédico, entre outros. Essas metodologias baseiam-se em pressupostos teóricos diferentes e possuem, em certos aspectos, práticas diferentes. O que as tornam comum é o fato de defenderem a língua oral como a única forma desejável de comunicação da pessoa surda, rejeitando qualquer forma de gestualização, bem como a língua de sinais (GOLDFELD, 2002).

Segundo Baker (2004), no método oral, os surdos são ensinados a usar expressões faciais, linguagem corporal, audição residual, leitura labial e fala para se comunicar. O método de comunicação oral demanda extensivo treinamento e prática para dominá-lo, pois o indivíduo surdo deve compensar a falta de informações auditivas e aprender a depender da leitura labial, fala e audição residual. A autora acrescenta que a comunicação oral tornou-se mais acessível aos surdos devido ao recente desenvolvimento da tecnologia assistiva, como aparelhos auditivos, sistemas FM, implantes cocleares, campainhas mais altas em telefones e outras modificações.

Entretanto, como sumarizado por Capovilla (2001), embora todos esses desenvolvimentos que procuram reparar a deficiência auditiva possam ter levado a indiscutíveis casos de sucesso individual, ainda assim parecem estar bastante aquém do objetivo maior, que é permitir ao Surdo, em geral, a aquisição e o desenvolvimento normais da linguagem.

2.1.1.2.2 Comunicação Total

Segundo Hawkins e Brawner (1997), Comunicação Total é o título de uma filosofia de comunicação, não um método. Pode envolver um ou vários modos de comunicação (manual, oral, auditivo e escrita), dependendo das necessidades específicas da criança. A expectativa inicial da Comunicação Total era de os professores utilizarem o método de comunicação mais apropriado para uma determinada criança em uma determinada fase de desenvolvimento. Portanto, haveria situações quando a comunicação falada pode ser apropriada, outras situações em que a gestualização seria adequada, outras exigiriam comunicação escrita e ainda outras em que a comunicação simultânea poderia funcionar melhor.

Assim, inclui modelos auditivos, manuais e orais para assegurar a comunicação eficaz das pessoas com surdez e tem como principal preocupação os processos comunicativos entre surdos e surdos e entre surdos e ouvintes. Esta filosofia preocupa-se também com a aprendizagem da língua oral pela criança surda, mas acredita que os aspectos cognitivos, emocionais e sociais não devem ser deixados de lado só por causa da aprendizagem da língua oral. Defende assim a utilização de qualquer recurso espaçovisual como facilitador da comunicação (OLIVEIRA; ARAUJO, 2010).

Nas discussões sobre a inclusão escolar, a concepção da

comunicação total traz características que já se enquadram na ótica de respeito às diferenças e de acreditar nas possibilidades do sujeito com necessidades educacionais especiais. A Comunicação Total acredita que o aprendizado da língua oral não assegura o pleno desenvolvimento da criança surda. Ela defende o bimodalismo, ou seja, pode atenuar o bloqueio de comunicação existente entre a criança com surdez e os ouvintes, visando a que as crianças não sofram as consequências do isolamento. Tal abordagem compreende que a criança seja exposta ao alfabeto digital, a língua de sinais, a amplificação sonora, ao português sinalizado (POKER, 2007).

2.1.1.2.3 Bilinguismo

A educação bilíngue visa capacitar a pessoa com surdez para a utilização de duas línguas no cotidiano escolar e na vida social, quais sejam: a língua de sinais e a língua da comunidade ouvinte (DAMÁZIO, 2007).

Segundo Lodi (2005):

Em termos gerais, a educação bilíngüe para surdos considera que, inicialmente, os surdos devam desenvolver a língua de sinais como primeira língua (L1) no contato com surdos adultos usuários da língua e participantes ativos do processo educacional de seus pares. A partir da L1, os surdos são expostos ao ensino da linguagem escrita e, para tal, tomou-se como base os estudos sobre ensino-aprendizagem de segunda língua (L2) e os trabalhos sobre ensino de línguas para estrangeiros. Considera-se, porém, nas práticas bilíngües para surdos, as particularidades e a materialidade da língua de sinais, além dos aspectos culturais a ela associados.

A abordagem bilíngue afirma oferecer à criança surda acesso às mesmas possibilidades psicolinguísticas que tem a criança ouvinte, pois somente dessa forma ela poderá desenvolver suas capacidades linguístico-comunicativas, sua identidade cultural e aprender (PIRES, 2009).

Conforme Baker (2006), por meio da abordagem bilíngue, a língua de sinais é reconhecida como a língua natural do surdo e

colocada em destaque, pois a ênfase não está na deficiência da pessoa surda, mas em suas habilidades. Segundo esse autor, a língua de sinais é a maior marca de um membro da comunidade surda como as línguas são o maior elo de ligação de um povo. A língua de sinais é a possibilidade de estabelecer o senso de identidade encontrando sentidos e significados, e um meio de vida próprio para a comunidade surda.

Existem duas vertentes dentro da filosofia bilíngue: uma defende que a criança com surdez deve adquirir a língua de sinais e a modalidade oral da língua o mais precocemente possível; separadamente, posteriormente a criança deverá ser alfabetizada na língua oficial de seu país. Outra vertente acredita que se deve oferecer em um primeiro momento apenas a língua de sinais e, em um segundo momento, só a modalidade escrita da língua. A língua oral neste caso fica descartada (POKER, 2007).

A preocupação do bilinguismo é respeitar a autonomia das línguas de sinais organizando-se um plano educacional que respeite a experiência psicossocial e linguística da criança com surdez (OLIVEIRA; ARAUJO, 2010).

Para Quadros (2003), as implicações do reconhecimento do direito linguístico dos surdos de terem acesso à sua língua são pelo menos as seguintes:

1. A aquisição da linguagem;
2. A língua enquanto meio e fim da interação social, cultural, política e científica;
3. A língua como parte da constituição do sujeito, a significação de si e o reconhecimento da própria imagem diante das relações sociais, no sentido de Vygotsky;
4. A língua enquanto instrumento formal de ensino da língua nativa;
5. A língua portuguesa como uma segunda língua (alfabetização e letramento).

2.1.1.3 Libras – A Língua de Sinais Brasileira

As línguas de sinais são línguas naturais que utilizam a modalidade visuoespacial, em contraste com as línguas orais-auditivas. Enquanto as línguas orais são percebidas sobretudo por meio da audição e produzidas pela articulação do aparelho fonoarticulatório, as línguas de sinais são percebidas através da visão e produzidas a partir

da articulação do corpo (mãos, braços, face) em um determinado espaço (PIRES, 2009).

Karnopp e Quadros (2001) destacam o status linguístico das línguas de sinais, assegurando que as mesmas são línguas naturais, pois apresentam as seguintes propriedades universais:

1. As línguas de sinais existem em comunidades de pessoas surdas. A Libras é a língua de sinais que se constituiu naturalmente na comunidade surda brasileira. Tal língua apresenta todos os níveis de análise de quaisquer outras línguas, ou seja, o nível sintático (da estrutura), o nível semântico (do significado), o nível morfológico (da formação de palavras), o nível fonológico (das unidades que constituem uma língua) e o nível pragmático (envolvendo o contexto conversacional).
2. As línguas de sinais são distintas, isto é, existem diferentes línguas de sinais para cada comunidade de surdos. Existe, por exemplo, a língua de sinais americana que é usada por surdos dos Estados Unidos, há a língua de sinais brasileira – Libras – que é usada pelos surdos dos grandes centros urbanos do Brasil, entre outras.
3. A língua de sinais não pode ser considerada como uma língua “primitiva” – ela é uma língua altamente complexa e capaz de exprimir uma idéia do universo. O vocabulário das línguas de sinais pode ser alargado de forma a incluir novas palavras para novos conceitos.
4. As línguas de sinais evoluem através dos tempos.
5. A relação entre o significante e o significado nas línguas de sinais é, na maior parte dos casos, arbitrária.
6. As línguas de sinais utilizam um sistema finito de elementos que se combinam, formando elementos com significação ou palavras que, por sua vez, constituem um sistema infinito de frases possíveis.
7. A gramática das línguas de sinais apresenta regras semelhantes para a formação de palavras e frases.
8. Todas as línguas de sinais incluem unidades mínimas como configuração de mão, ponto de articulação e movimento, que podem ser definidos por um conjunto finito de propriedades visuais ou táteis.
9. As línguas de sinais apresentam categorias gramaticais semelhantes às línguas orais, por exemplo, nome e verbo.

10. As línguas de sinais têm recursos para se- referir a um tempo passado, a capacidade de negar, a capacidade de formular perguntas e emitir ordens.
11. Falantes de todas as línguas de sinais são capazes de produzir e compreender um conjunto infinito de frases. Universais sintáticos são compartilhados entre línguas de sinais e línguas orais.
12. Toda criança surda, independentemente de sua origem racial, geográfica, social ou econômica, é capaz de adquirir a língua de sinais, desde que esteja em contato com usuários dessa língua.
13. Existe organização gramatical nas línguas de sinais, isto é, elas têm estrutura própria e independente das línguas orais.

Vários mecanismos são expressos simultaneamente nas línguas de sinais, marcas não manuais como expressões fisionômicas e movimentos do pescoço em sincronia com o movimento manual, enquanto em línguas orais é utilizada a modulação do contorno melódico da cadeia linguística em sincronia com os segmentos fônicos (SALLES et al., 2004).

2.1.1.3.1 Formação de Sinais

Segundo a publicação “Implementação e acompanhamento do desenvolvimento da educação bilíngue no Estado de Santa Catarina”, da Secretaria de Estado da Educação e da Fundação Catarinense de Educação Especial (SANTOS, 2011), os sinais são formados considerando os seguintes parâmetros:

- Configuração de mãos – refere-se às formas das mãos (alfabeto digital) ou formas feitas pela mão dominante ou pelas duas mãos.
- Localização – é o lugar no corpo ou no espaço onde é articulado o sinal.
- Movimento – envolve movimento interno das mãos, pois os dedos mexem-se na realização de um sinal, modificando levemente a configuração das mãos. Envolve também movimento de pulso e movimentos direcionais no espaço, até conjunto de movimento do mesmo sinal.
- Orientação das palmas das mãos – é a direção que a palma da mão aponta na produção do sinal.
- Traços não manuais – expressão facial, movimento corporal e olhar.

2.1.1.3.2 Aquisição da Língua de Sinais Brasileira

De acordo com Rafaeli e Silveira (2009), a aquisição da língua de sinais se processa igualmente à aquisição da língua oral-auditiva, obedecendo à maturação da criança, que vai internalizando a língua a partir do meio histórico sociocultural em que vive, de acordo com as seguintes fases:

- Primeira fase: a criança surda produz sequencias de gestos que fonologicamente se assemelham aos sinais, como o balbucio da criança ouvinte.
- Segunda fase: a criança surda começa a relacionar o objeto com o sinal, produzindo assim suas primeiras palavras, produzindo sinais com erros nos parâmetros da configuração das mãos ou ponto de articulação, como a criança ouvinte que ainda não pronuncia corretamente as palavras nesta fase.
- Terceira fase: a sintaxe da língua de sinais pela criança surda começa a partir de dois anos e meio de idade, mas as palavras são usadas sem concordância; então, a ordem das palavras constituirá sua primeira sintaxe.

A partir dessa terceira fase, a criança surda começa a adquirir a morfologia de uma língua de sinais, a aquisição de subsistemas morfológicos mais complexos, que se dá até aproximadamente os cinco anos de idade.

De modo semelhante, Karnopp e Quadros (2001) dividem o processo de aquisição das línguas de sinais em quatro estágios, análogo ao processo de aquisição das línguas faladas:

- Estágio pré-linguístico: do nascimento até por volta de 14 meses, os bebês desenvolvem balbucios. Há o balbucio silábico manual, que fazem parte do sistema fonético, e o balbucio gesticulação, que não apresenta organização.
- Estágio de um sinal: tanto crianças ouvintes quanto crianças surdas usam os gestos para indicar pessoas e objetos até aproximadamente dois anos de idade. Quando a criança surda começa o estágio de um sinal, o conceito de apontação que, inicialmente, era pré-linguístico passa a ser elemento do sistema linguístico da língua de sinais.
- Estágio das primeiras combinações: ocorre a partir de dois anos de idade, as crianças surdas conseguem criar

combinações de sujeito-verbo, verbo-objeto, posteriormente sujeito-verbo-objeto.

- Estágio de múltiplas combinações: é o estágio em que ocorre a chamada explosão de vocabulário. Crianças de até três anos passam por essa fase. Mas o domínio completo dos recursos morfológicos da língua de sinais é adquirido aos cinco anos de idade.

2.1.2 Jogos Digitais

Inicialmente, foi preciso estabelecer a terminologia utilizada nesta tese. Adotou-se definição semelhante a utilizada por Kirriemuir e McFarlane (2004), sendo jogo digital, no contexto desta pesquisa, aquele que:

- Fornece informação visual para o jogador, ou seja, utiliza alguma forma de tela eletrônica para saída de dados, ainda que não necessariamente de modo exclusivo;
- Recebe algum *input* do jogador;
- Processa esse *input* de acordo com um conjunto de regras programadas;
- Altera a informação apresentada para o jogador.

Além disso, definiu-se jogos digitais como programas computacionais que operam nas seguintes plataformas:

- Computadores pessoais, sejam eles de mesa ou portáteis;
- Dispositivos móveis, como telefones celulares, tablets e máquinas dedicadas a jogos como o Nintendo DS ou Sony PSP;
- Hardwares conhecidos como consoles de videogame, que são operados pela televisão (Sony Playstation, Microsoft Xbox);
- Outros aparelhos operados pela televisão, como set-top-boxes com capacidade interativa multimídia (Ginga/TVDi).

2.1.2.1 Relação da Criança com Jogos Digitais

A curiosidade humana em fugir para um universo diferente, verdadeiro ou fantástico, atraiu as pessoas inicialmente aos relatos orais, depois aos livros e por último ao cinema. Os jogos fazem parte de todas as culturas humanas conhecidas, expressando costumes e tradições dos povos. Os jogos digitais são apenas novas expressões desses antigos métodos de entretenimento e interação social (BRAUN; SOARES, 2006).

Atualmente, as tecnologias digitais fazem parte da vida diária das crianças no mundo ocidental (LIVINGSTONE, 2002). Mais do que isso, jogos digitais já são considerados parte da cultura contemporânea (GEE, 2003; PRENSKY, 2001).

O mercado global dos jogos digitais movimenta cerca de 66 bilhões de dólares americanos (DFC INTELLIGENCE, 2011). A média de idade do jogador americano é 37 anos (ESA, 2011), entretanto, os mais jovens jogam mais frequentemente (ISDA, 2001). A posse de console de videogame é mais provável entre os mais jovens do que mais velhos, sendo que no Reino Unido, 88% das pessoas com idade entre 8 e 15 anos possuem o aparelho em casa (ULICSAK; WRIGHT; CRANMER, 2009).

Instintivamente, imagina-se que a atração dos jogos digitais e a motivação para jogá-los deve estar ligada a aspectos estruturais, como gráficos, música e animações. Contudo, Ryan, Rigby, e Przybylski (2006) concluíram que a motivação para jogar é sobretudo psicológica, com o prazer decorrente de características como autonomia e competência da jogabilidade. Quando o jogo é projetado para responder ao jogador, ele aumenta sua capacidade de atração nos primeiros minutos e, assim, aumenta a motivação do jogador para continuar e aprender o jogo (BUCHANAN, 2006). Crianças escolhem jogar jogos sobre temas que já lhes interessam, jogos desafiadores, bem com jogos que lhes dão liberdade para fazer escolhas (HAMLEN, 2011).

Pesquisa da Entertainment Software Association, antiga IDSA (2001), expôs como razões para as pessoas jogarem jogos digitais o desafio, o alívio do estresse, a quantidade de entretenimento oferecida pelo valor gasto e a experiência interativa social compartilhada com amigos e familiares.

A atração da criança pelos jogos digitais pode ser em parte explicada, segundo Olthouse (2009), pela recreação, reforço, interação social, fantasia e exercício cognitivo que eles oferecem.

Conforme pesquisa realizada por Eglesz et al. (2005), as crianças mais jovens preferem jogos que dão respostas positivas imediatas. Elas não gostam de engendrar estratégias, mas sim, de recompensas instantâneas, seja pelos acúmulo de pontos ou pela coleta de objetos no jogo. Esse tipo de vitória é semelhante para a criança a tirar um 10 na prova da escola, pois ambas são manifestações concretas de suas conquistas.

Considerando Vygotsky (2007), através do jogo, da brincadeira, as crianças têm a capacidade de fingir e temporariamente assumir uma

outra identidade. No jogo digital a criança experimenta uma nova identidade e imagina como seria estar no mundo de fantasia criado pelo jogo, para assim tomar decisões que façam sentido naquele mundo (HAMLEN, 2011).

2.1.2.2 Jogos Digitais na Educação

Segundo pesquisas, jogos digitais têm potencial para servir como ferramenta educacional, oferecendo motivação, desafio e princípios de aprendizagem que podem ser utilizados até para aperfeiçoar as abordagens educacionais formais (GEE, 2003; GENTILE; GENTILE, 2008; SANFORD; MADILL, 2007; SQUIRE, 2006). Como experiência de educação formal, o jogo digital pode exigir prática e trabalho para vencer, seja simplesmente aprendendo as combinações adequadas de botões a serem pressionados até a avaliação de problemas e desenvolvimento e testes de soluções (DICKEY, 2006).

Contudo, mesmo existindo vários jogos digitais comercializados com o intuito educacional, estes não são os jogos que as crianças tendem a escolher (FACER, 2003; KERAWALLA; CROOK, 2002; KINZIE; JOSEPH, 2008). Geralmente, são classificados no gênero “*edutainment*”, jogos com aprendizado como propósito principal (ULICSAK; CRANMER, 2010).

Para Denis e Jouvelot (2005) a principal característica que diferencia *edutainment* dos outros jogos digitais é a interatividade, porque, sendo o primeiro baseado em progressões didáticas lineares, não há espaço para exploração ou trajetos alternativos. Nessa visão, jogos do tipo *edutainment* são aqueles instrucionistas, que seguem formato “habilidade e exercício” (*skill and drill*), onde o jogador pratica repetidamente certa habilidade ou testa fatos memorizados. Dessa forma, *edutainment* muitas vezes falha em transmitir conhecimentos que não são triviais ou previamente já assimilados, evocando continuamente os mesmos padrões de ação em vez de lançar a curva de aprendizado para outro nível.

Ainda assim, dependendo do caso, esses jogos instrucionistas podem fornecer ganhos na aprendizagem dos alunos (LEE et al., 2004).

Em contrapartida, para Dondlinger (2007), jogos digitais verdadeiramente educativos exigem estratégias, testes de hipóteses ou resolução de problemas, geralmente com ordem superior de raciocínio em vez de memorização ou simples compreensão. Esses jogos possuem como características um sistema de recompensas e objetivos que

motivam os jogadores, um contexto narrativo que situa a atividade e estabelece regras de engajamento, conteúdos de aprendizagem relevantes para a trama narrativa e as pistas interativas que fornecem *feedback* e resultam em rápida aprendizagem.

Além disso, Squire (2003) vê potencialidades de aprendizado por meio de jogos digitais que empregam simulações computadorizadas, pois permitem: manipular variáveis não alteráveis de outra forma; que o estudante veja o fenômeno em estudo de outra perspectiva; observar o comportamento de sistemas ao longo do tempo; impor questões hipotéticas ao sistema (“e se...”); visualizar um sistema em três dimensões; comparar simulações com suas compreensões do sistema.

Em termos de teoria de aprendizagem, para vários pesquisadores os jogos digitais bem projetados aderem aos princípios construtivistas (DEDE et al., 2004; DICKEY, 2006; GEE, 2003; SCHRIER, 2006). Para Dede et al (2004), tanto princípios de construtivismo quanto aprendizagem situada estão presentes nos jogos digitais.

2.1.2.3 Jogos Digitais para Ensino e Aprendizagem de Línguas

No nível prático, segundo pesquisa realizada por Liu et al. (2002), há evidências da efetividade do uso de tecnologias computacionais para aperfeiçoar o aprendizado de línguas. No nível teórico, para Bruner (1986) a brincadeira desenvolve a descoberta de regras e contribui para a aprendizagem da linguagem. Assim, é natural a tentativa de convergir jogos computacionais com ensino de línguas.

Um exemplo apresentado por Li e Topolewski (2002) é o jogo Zip e Terry, utilizado para ensinar inglês como segunda língua, comercializado na China pela C-Interchange Inc. Conta a história do alienígena Zip, a quem foi dado a tarefa de estudar uma língua recentemente descoberta, o inglês. O jogo faz uso de cenários que remetem a ambientes reais para realização das atividades de aprendizagem da língua. Cada ambiente tem quatro modos, os quais devem ser seguidos na ordem apresentada. Os modos são:

1. Modo de desenvolvimento do vocabulário – o aprendiz é desafiado com uma série de exercícios de vocabulário relacionado ao ambiente selecionado;
2. Modo de exploração do ambiente – o usuário revisa as palavras aprendidas no modo anterior por meio de um desafio que utiliza reconhecimento automático de voz como entrada de

dados;

3. Modo de treinamento da conversação – o aprendiz deve repetir certas sentenças faladas pelos personagens no jogo e dar determinados comandos de voz;
4. Modo de atividade – há dois tipos de atividades, ou o jogador deverá escutar o que deve fazer ou responder perguntas oralmente.

Da mesma forma, Mich, Betta e Giuliani (2004) apresentam o Parling (Parla inglese), sistema multimodal para suporte ao aprendizado do inglês como segunda língua. É voltado para crianças italianas com idade entre oito e 11 anos e faz uso de consagradas literaturas infantis. O sistema implementa um reconhecimento de fala que permite avaliar a pronúncia automaticamente. Com isso, o Parling oferece os seguintes recursos:

- A criança lê a história para entender o contexto do vocabulário;
- O computador lê a história para o usuário;
- Há um dicionário pictórico para determinadas palavras na história;
- Há jogos para ajudar a memorizar o vocabulário.

Por outro lado, Kana no Senshi – guerreiro kana – é um jogo para ajudar estudantes japoneses a lerem rapidamente escritas silábicas kana (STUBBS, 2003). O design foi inspirado no jogo The Typing of the Dead, que por sua vez é uma extensão do jogo de tiro em primeira pessoa The House of the Dead. The Typing of the Dead é um tutor de digitação onde o usuário deve matar zumbis digitando frases em inglês que são apresentadas próximas a eles. Já no Kana no Senshi, cada zumbi é associado a um caráter japonês (hiragana ou katakana), e o jogador deve digitar a correta romanização para matar o monstro.

Para Sørensen e Meyer (2007), o curso baseado em jogos Mingoville é um protótipo significativo para a exploração e desenvolvimento de projetos educacionais que visam à inovação. Mingoville (www.mingoville.dk) é uma plataforma baseada na web para aprendizagem do inglês voltada a alunos do ensino fundamental, entre nove e dez anos de idade. Contém dez missões que levam os alunos através dos temas família, cores e roupas, números e letras, natureza e estações do ano, corpo e alimentos, tempo e viagens, animais, casa e móveis e esportes. As missões não são apenas baseadas no tema, mas contêm uma série de atividades que visam à formação do vocabulário, ortografia e reconhecimento de palavras. “Histórias” é uma

atividade onde as crianças podem ouvir e criar narrativas. “Laboratório Criativo” é um laboratório onde as crianças podem desenhar ou cantar karaokê em inglês. “Jogos” são jogos que envolvem, por exemplo, a construção de sentenças e o reconhecimento de palavras. Em “Vamos falar sobre você”, as crianças são entrevistadas por um dos personagens do jornal virtual de Mingoville e essa entrevista é publicada para que pais e amigos possam lê-la.

Em termos de jogos para apoio na aprendizagem de língua de sinais, as opções são mais escassas. Segundo Henderson et al (2005), softwares interativos para língua de sinais são muito limitados ou geralmente se concentram na habilidade dos estudantes em receber e compreender a língua em vez de gerar a língua independente:

Dois exemplos são Con-SIGN-tração em que a criança joga um jogo da memória, combinado cartas com sinais de ASL às cartas com palavras em inglês, e *Aesop's Fables: Four Fables* em que a criança assiste a várias fábulas de Esopo interpretadas em sinais e então é perguntado uma série de questões de compreensão em inglês após as histórias.

Ou seja, os softwares interativos trabalham língua de sinais, a americana em específico como segunda língua, a partir do inglês.

Como projetos de pesquisa, pode-se destacar CopyCat (ZAFRULLA et al., 2010) e Auslan for Kinder (ELLIS, 2005). CopyCat utiliza reconhecimento de imagem para trabalhar a língua de sinais americana (ASL), sendo que o usuário deve executar comando em sinais para controlar o personagem na tela. Auslan for Kinder inclui uma variedade de atividades, como a instrução de vocabulário, livro de história interativa, canção sinalizada e jogos para ensinar a língua de sinais australiana (Auslan). São projetos promissores, mas incipientes.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa. Sua realização demandou o desenvolvimento de um programa computacional para auxiliar na elaboração do modelo a ser proposto. A estruturação dos procedimentos metodológicos, da mesma forma que no desenvolvimento de um software, é apresentada em camadas conforme proposto por Schreiber et al. (2000) e, assim, a pirâmide metodológica foi adaptada para esta tese.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A proposta metodológica de Schreiber et al. (2000) é formulada para o desenvolvimento de sistemas de conhecimento³ que, analogamente, representam as mesmas características observadas no tema abordado nesta pesquisa.

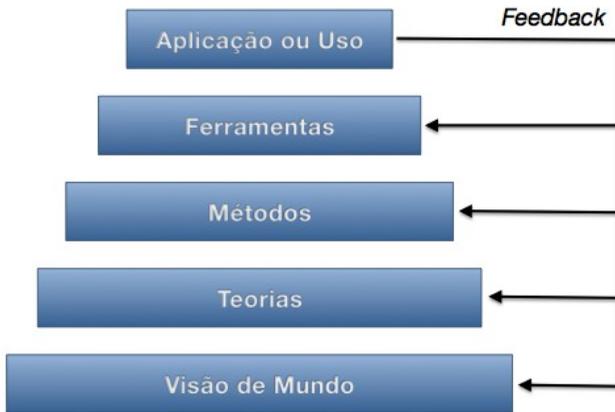
Tais características lidam com a complexidade do tema e o desafio apresentado na proposta, ao se identificar diversas visões de mundo sobre aquisição da linguagem, mais especificamente aquisição da linguagem por crianças surdas, uma variedade de teorias formuladas, a amplitude de métodos desenvolvidos, as ferramentas derivadas e um amplo conjunto de aplicações.

Neste cenário, o esforço em buscar a unificação desses conceitos, teorias e métodos em uma abordagem orientada para a concepção de um modelo de suporte à educação que facilite o aprendizado da Libras por crianças surdas, baseado em conhecimento, resultou na escolha da pirâmide metodológica de Schreiber et. al. (2000) como modelo de orientação da pesquisa.

A necessidade de uma nova abordagem metodológica, assentada na área de engenharia de software pela introdução do conhecimento no desenvolvimento de sistemas, permitiu desenhar a “pirâmide dos procedimentos metodológicos, que é composta de cinco camadas, em que cada camada consecutiva é construída sobre a camada anterior” (SCHREIBER et al., 2000), como pode ser observada na figura 4.

3 Sistema de conhecimento é um software que contém um volume significativo de conhecimento em forma declarativa explícita (SPEEL et al., 2002).

Figura 4 – Pirâmide dos procedimentos metodológicos



Fonte: Schreiber et al. (2000) modificado.

Essas camadas são estruturadas, segundo Schreiber et al. (2000) e Speel (2002), a partir da camada inferior, ou visão de mundo, que caracteriza a abordagem ou “slogans” da engenharia do conhecimento e demais atividades relacionadas à engenharia de software. A camada da teoria dá forma à visão de mundo por meio de conceitos e modelos de abordagens, que são caracterizados pelos métodos na forma de processos, ciclos de vida e técnicas de identificação. Os métodos são, então, implementados na camada de ferramentas, que descrevem os ambientes de implementação para então serem experimentados na camada de uso ou aplicação por meio do protótipo experimental desenvolvido. Nesta última camada desenha-se o fluxo de *feedback* para as camadas anteriores.

Salienta-se na elaboração do método que a camada de base da pirâmide exerce um papel importante, como enfatizado por Speel (2002) ao descrever que “a pedra fundamental da metodologia é sua visão de mundo”.

Essa percepção é complementada por Schreiber et al. (2000), ao descrever que “uma vez que a visão de mundo muda, os fundamentos caem sob uma abordagem, e o momento é oportuno para uma mudança de paradigma”.

Dessa forma, a abordagem metodológica proposta nesta tese busca contribuir na organização dos elementos dispersos na pirâmide e na apresentação de uma nova abordagem sobre aprendizado da Libras

como primeira língua para crianças surdas por meio de jogos digitais, decorrente da complexidade deste tema de pesquisa, conforme salientado no capítulo introdutório.

3.1.1 A Visão de Mundo

Na revisão de literatura desta tese, identificou-se que um conjunto de publicações de natureza tanto teórica quanto empírica toma forma à medida que aquisição da linguagem por crianças surdas e jogos digitais na educação estão, cada vez mais, presentes e inter-relacionadas na realidade atual, como visto na contextualização do tema desta pesquisa.

Nesta realidade, pode-se perceber um paradigma que é definido como uma “visão de mundo que se refere a um conjunto de crenças relacionadas ou suposições básicas, ou uma postura sobre a natureza e a organização do mundo” (KUHN, 2007). Para Morgan (1980) a visão do paradigma no sentido teórico é descrita como “uma visão implícita ou explícita da realidade”.

Todas essas visões são organizadas segundo uma estrutura apresentada por Burrell e Morgan (1979) em níveis descritos como “paradigmas” que representam formas alternativas de estudo da realidade, as “metáforas” que dão base para as pesquisas e as “atividades de solução” de quebra-cabeças que operacionalizam as metáforas e concentram as pesquisas e discussões das ciências sociais.

Morgan (1980) salienta que toda realidade pode ser constituída por mais de uma metáfora para se compreender a natureza do paradigma. Esta forma de compreensão simbólica ou metafórica representa um “processo de comparação, substituição e interação para construção de um novo significado” (MORGAN, 1980).

Tais metáforas podem ser simbolizadas na visão de Morgan (1980) como a metáfora da máquina, que constitui uma estrutura formada por diversos elementos inter-relacionados, a metáfora do organismo que apoia a ideia de sistemas conectados que compartilham o mesmo objetivo e foco e a metáfora da ecologia populacional que enfatiza a ideia dos sistemas adaptáveis. A analogia dessas três metáforas “cria significados de visões da organização e seu funcionamento”, podendo se utilizada de forma funcionalista ao criar diferentes abordagens, tentando “captar e articular aspectos de uma realidade” para um paradigma comum (MORGAN, 1980).

Com base nessas metáforas, Morgan (1980) faz referência ao

nível “atividades de solução” de quebra-cabeças, observando que é “possível neste nível identificar muitos tipos de pesquisa que procuram operacionalizar as implicações detalhadas da metáfora”.

Assim sendo, a pesquisa proposta nesta tese parte destes entendimentos sobre paradigma que, segundo Morgan (1980) pode ser explicado pela visão de mundo funcionalista da realidade. Neste paradigma, “pressupõe-se que a sociedade tem existência concreta e real e um caráter sistêmico orientado a produzir um estado de coisas ordenado e regulado” (MORGAN, 1980).

Neste processo de pesquisa, segundo Morgan (1980), o pesquisador utiliza-se do rigor e do método científico, afastando-se da cena estudada e criando uma abordagem objetiva sem julgamento de valor, mas com o propósito de se obter um conhecimento empírico útil; no caso desta tese, a concepção de um modelo de suporte ao ensino da Libras por meio de jogos digitais. Com esta abordagem, a pesquisa desenvolvida nesta visão de mundo busca formar um corpo de conhecimentos relativos ao projeto de um artefato (modelo) e ao planejamento da sua realização, operação, ajuste, manutenção e monitoração à luz do conhecimento científico (BUNGE, 1985 apud CUPANI, 2006), caracterizando-a como de natureza “tecnológica”.

3.1.2 As Teorias

Os temas aquisição da linguagem por crianças surdas e jogos digitais na educação foram abordados por meio dos fatos apresentados pela contextualização do tema e nas teorias apresentadas na fundamentação teórica desta tese. A relação entre teorias e fatos é vista por Marconi e Lakatos (2010) como intrínseca e constitui um conjunto de princípios, conceitos e regras, dentre outros, que se organizam formando um instrumento científico que contribui para o desenvolvimento da ciência.

A amplitude do trabalho fez que com que não se utilizasse um conjunto de teorias específicas, mas os conceitos emergentes levantados na revisão de literatura. Entretanto, como inspiração geral, permeando toda pesquisa, seguiu-se a teoria sociocultural de Lev Vygotsky (2001).

O conjunto de teorias, modelos, métodos e técnicas é abordado por meio de fatos predominantemente empíricos, descritos na contextualização do tema da pesquisa e da revisão de literatura apresentada no Capítulo 2 desta tese. O papel dos fatos em relação à

teoria é descrito por Marconi e Lakatos (2010) por um conjunto de características assim apresentadas:

- Inicia a teoria à medida que um conjunto de fatos observados e descritos pode gerar enunciados e teorias importantes para a ciência;
- Reformula e rejeita teorias que não abrangem novos fatos, principalmente pela continuidade das atividades de pesquisa;
- Redefine e esclarece teorias, pois se novos fatos focarem e afirmarem em pormenores o que a teoria afirma em termos gerais, isto leva à redefinição da teoria;
- Clarifica os conceitos contidos nas teorias à medida que os fatos descobertos e analisados pela pesquisa buscam esclarecer os conceitos contidos nas teorias.

Além destas características, Marconi e Lakatos (2010) introduzem o conceito de hipótese na definição da teoria, complementando as definições que envolvem a explicação de fenômeno em um amplo grau de abstração da teoria e sua busca na identificação das relações entre os fatos de forma sistemática, tornando-os previsíveis.

Assim sendo, as características explicativas e preditivas da teoria podem ser definidas como “um conjunto de hipóteses indutivas e dedutivas, um sistema em que algumas hipótese válidas (dedutíveis) estão comprovadas e quase nenhuma está não comprovada” (MARCONI; LAKATOS, 2010).

3.1.3 Os Métodos

Segundo Gil (2010), os métodos científicos podem ser entendidos como um “conjunto de procedimentos intelectuais e teóricos adotados para se atingir o conhecimento”. Esta visão é, também, compartilhada por Marconi e Lakatos (2010) ao analisarem diferentes conceitos sobre métodos, apontando características incorporadas que os descrevem como “regras de êxito”, “caminhos seguro e econômico para atingir o objetivo”, “conjunto de procedimentos ordenados e racionais de um conhecimento válido” e um meio de “facilitar a apresentação de problemas científicos e a comprovação de hipóteses”.

Neste sentido, Gil (2010) busca organizar os métodos abordados na literatura para proporcionar as bases metodológicas da investigação. Neste grupo, os métodos científicos são classificados e relacionados

com suas correntes filosóficas, definidos como o dedutivo (racionalismo), indutivo (empirismo), hipotético-dedutivo (neopositivismo), dialético (materialismo dialético) e fenomenológico (fenômeno).

Dentre os métodos citados, para conduzir esta tese optou-se pelo método hipotético-dedutivo, pois segundo Marconi e Lakatos (2010) este método “defende o aparecimento, em primeiro lugar, do problema e da conjectura, que serão testados pela observação e experimentação”. Neste método, Gil (2010) descreve que a tentativa de falseamento dá-se por evidências empíricas e, se a hipótese não é falseada, tem-se então a corroboração não definitiva da hipótese até que um novo fato a invalide. Para Marconi e Lakatos (2010) as tentativas de falseamento consistem em “tornar falsas as consequências deduzidas ou derivadas das hipóteses, mediante o *modus tollens*”. O *modus tollens* ou “negação do consequente” é uma forma de argumento dedutivo denominado de argumentos condicionais válidos, composta pela premissa de uma condicional e outra premissa que nega o consequente desta condicional (MARCONI; LAKATOS, 2010). A regra descrita por Marconi e Lakatos (2010) aponta para a lógica:

Se p, então q. Ora, não q. Então, não p. Essa estrutura pode ser exemplificada utilizando-se o seguinte exemplo:

Se a água ferver, então a temperatura alcança 100°.

Ora, a temperatura não alcançou 100°. Então a água não ferverá (MARCONI; LAKATOS, 2010).

A pesquisa proposta nesta tese parte da carência que se observa na literatura sobre tecnologias de suporte à aquisição de linguagem por crianças surdas, sobretudo baseado em conhecimento, e propõe, com base na observação, uma hipótese orientada nas teorias levantadas.

Em função da natureza aplicada desta pesquisa que procura criar conhecimentos para aplicação prática, as tentativas de falseamento da hipótese acontecem segundo os levantamentos obtidos na abordagem quantitativa e qualitativa do problema. Enquanto a pesquisa quantitativa busca expressar em números as informações passíveis de classificação e análise, a pesquisa qualitativa busca interpretar os fenômenos e atribuir um significado a eles (SILVA; MENEZES, 2001).

De forma distinta, Marconi e Lakatos (2010) salientam que no método quantitativo são “utilizados amostras amplas e com informações numéricas” com tratamento estatístico, e no método qualitativo as “amostras são reduzidas”, distinguindo-se pela “forma de coleta e análise dos dados”.

3.1.4 A Ferramenta

Os conceitos gerais advindos da fundamentação teórica deste trabalho são estruturados e analisados a partir do desenvolvimento de um protótipo experimental. A ferramenta que implementa o método definido na camada anterior sobre esse protótipo é a metodologia de desenvolvimento de software (SDM) da empresa Númera, *startup* do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

É importante observar que a metodologia de desenvolvimento do protótipo experimental não é a mesma que a metodologia da pesquisa. Embora utilize-se da mesma palavra – metodologia –, tratam-se de epistemes distintas, pois no desenvolvimento do protótipo está no contexto da engenharia de software.

Como será detalhado no próximo capítulo, a SDM da Númera tem fases bem definidas e aparente semelhança com o *systems development life cycle* (SDLC). É dividida em dez fases: embasamento científico, modelagem pedagógica, análise de requisitos, arquitetura de software, modelagem do sistema, identidade visual, criação dos componentes gráficos, criação dos componentes multimídia, programação e testes de uso.

3.1.5 As Aplicações

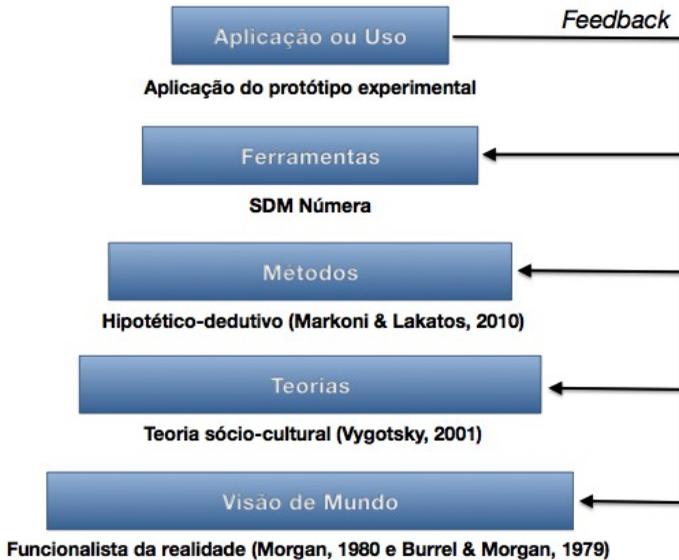
A estrutura da pirâmide metodológica de Schreiber et al. (2000) converge para esta última camada que propõe uma aplicação ou uso, por meio de um caso, de toda a pesquisa desenvolvida e do modelo proposto. No contexto desta tese, trata-se da aplicação do protótipo experimental.

Conforme será descrito no capítulo 5, esse protótipo foi testado junto a quatro turmas do ensino fundamental de duas escolas públicas da grande Florianópolis. Cada turma contava com características próprias, permitindo uma análise mais coerente. Uma das turmas era classe especial, formada exclusivamente por crianças surdas; outra era classe regular do primeiro ano; ea terceira também era do primeiro ano, mas com introdução à Libras no currículo; e a última turma era classe de pré-escola.

3.1.6 Estrutura Metodológica da Pesquisa

Neste sentido, a estrutura metodológica da pesquisa pode ser apresentada, então, conforme ilustrado na figura 5.

Figura 5 – Estrutura metodológica



Fonte: Schreiber et al. (2000, p. 14) modificado.

A estrutura metodológica utilizada na condução desta tese é completada pelo *feedback* que resume as considerações finais em cada camada da pirâmide metodológica e as recomendações futuras para evolução desta pesquisa.

4 PROTÓTIPO EXPERIMENTAL

Neste capítulo é discutido a contextualização experimental desta pesquisa, a metodologia de desenvolvimento do protótipo experimental e a análise funcional do produto resultante. O protótipo é um programa computacional que foi instrumento de pesquisa e, por isso, é denominado no contexto deste trabalho de “protótipo experimental”. Entretanto, visto como produto, é um aplicativo completo, sendo inclusive explorado comercialmente pela empresa Númera – *startup* do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – sob o nome de “Libras Brincando”.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO EXPERIMENTAL DA PESQUISA

Para a realização desta pesquisa, considerou-se importante ter uma base experimental para fundamentar a elaboração do modelo de suporte à educação que facilite o aprendizado da Libras por crianças. Na prática, isso se daria pelo desenvolvimento de um programa computacional que implementasse os conceitos, ainda que parcialmente, desse modelo proposto. A maneira encontrada para que isso fosse exequível foi tornar essa implementação um produto comercial. Tal produto recebeu o nome de “Libras Brincando” e pertence a Númera Soluções e Sistemas Ltda., uma *startup* do EGC, a qual o autor é sócio-fundador.

Incubada no Centro Empresarial para Laboração de Tecnologias Avançadas (CELTA), incubadora da Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (CERTI) em Florianópolis, a Númera atua há mais de cinco anos com a criação e desenvolvimento de softwares. Inicialmente, a empresa era focada em projetos sob demanda, nos quais os clientes apresentavam uma determinada necessidade e a empresa elaborava a solução e realizava seu desenvolvimento. Por conta da formação e experiência profissional dos sócios e pessoas envolvidas, os trabalhos são ligados a tecnologias educacionais, conteúdos interativos e sistemas para web. Com o amadurecimento da organização, buscou-se trabalhar com projetos próprios. Dessa forma, a empresa tem dois segmentos de negócio: serviços para terceiros (desenvolvimento sob demanda) e produtos próprios. Neste último segmento, o Libras Brincando é hoje o principal produto da Númera.

Já no início das pesquisas de doutorado do autor, constatou-se a baixa oferta de produtos educativos destinados às crianças surdas, principalmente no que se refere a softwares. Vislumbrou-se uma boa oportunidade de negócio e inovação. Contudo, a viabilização do modelo

em elaboração requeria uma quantidade de recursos além da capacidade da empresa. Recorreu-se a vários editais de apoio a ideias inovadoras, sendo o projeto da empresa contemplado nos editais PAPPE/Subvenção/SC⁴ 2008 (contrato nº 14104/2009-6, nº SPP 3070/09-3) e MCT/SETEC/CNPq nº 32/2007 RHAЕ pesquisador na empresa⁵.

Para que o resultado do projeto não fosse um produto ligado exclusivamente à abordagem teórica, mas que levasse também em consideração questões práticas do ponto de vista operacional, firmou-se colaboração com a FCEE para assessoria na especificação e validação desse produto.

A Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE) foi criada em 1968 através da lei nº 4.156 e regulamentada pelo decreto nº 7.443. É a instituição governamental responsável pela política da educação especial no Estado de Santa Catarina. Suas estratégias de sustentabilidade estão fundamentadas nos seus objetivos sociais e na responsabilidade que tem, em nível governamental, de definir os rumos da educação especial no Estado.

A colaboração entre a Númera e a FCEE foi oficializada por meio da assinatura de contrato de cooperação técnico-científico, conforme termo de convênio nº 6.961/2010-2, no qual ambas se comprometeram a dispor de suas competências, laboratórios e demais recursos essenciais para produção de um produto que atendesse os objetivos estabelecidos.

Estiveram envolvidos diretamente no projeto profissionais do Centro de Capacitação de Profissionais da Educação e de Atendimento às Pessoas com Surdez (CAS), grupo da FCEE que presta serviços de audiocomunicação, atendimento ao educando surdocego, capacitação, criação e elaboração de materiais adaptados em Libras, estudo e aprendizagem da Libras.

Dessa forma, o Libras Brincando, ainda que concebido e dirigido pelo autor desta pesquisa, tem certas condicionantes distintas:

- Atender aos objetivos comerciais da empresa Númera;

4 O Programa de Apoio à Pesquisa a Micro e Pequenas Empresas - Pappe-Subvenção, concede apoio financeiro na forma de subvenção econômica (recursos não reembolsáveis) a empresas de base tecnológica de pequeno porte.

5 O edital RHAЕ tem por objetivo selecionar propostas que visem apoiar as atividades de pesquisa tecnológica e de inovação por meio da inserção de mestres ou doutores, em empresas, prioritariamente em empresas de pequeno e médio porte, atendendo aos objetivos do Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação e as prioridades da Política de Desenvolvimento Produtivo - PDP.

- Adequar-se aos recursos financeiros e prazo dos editais contemplados;
- Ter como referência prática a FCEE, e, sendo assim, a realidade da educação pública do Estado de Santa Catarina.

4.2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL

Na engenharia de software, metodologia de desenvolvimento – *software development methodology* ou SDM – é um *framework* utilizado para estruturar, planejar e controlar o processo de desenvolvimento de um sistema de informação.

Estudos mostram que a maioria das empresas não utiliza metodologia de desenvolvimento de forma rígida ou literal, adotando apenas aspectos que sejam convergente com suas práticas de trabalho (FITZGERALD, 1998; BYGSTAD; FAGERSTRØM, 2004). Da mesma forma, a Númera adaptou sua própria SDM, sendo que por conta do segmento de negócio de desenvolvimento sob demanda, onde escopo, prazo e custo devem estar explícitos para clientes e parceiros, a SDM precisa ser estruturada e com fases bem definidas. Não por acaso, a SDM da empresa tem aparente semelhança com o SDLC.

Segundo Elliott (2004), a ideia principal do *systems development life cycle* (SDLC) é buscar o desenvolvimento de sistemas de informação de modo bastante deliberado, estruturado e metódico, exigindo que cada fase do ciclo de vida, da concepção da ideia à entrega do sistema final, seja realizada de forma rígida e sequencial.

Tradicionalmente as fases incluídas são: viabilidade, análise, design, design detalhado, codificação e teste de unidade, testes e implantação (CONGER, 2011).

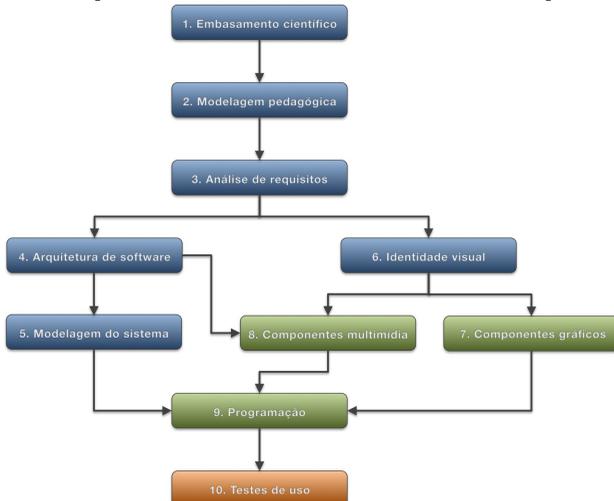
Especificamente no Libras Brincando, seguiu-se as seguintes fases:

1. Embasamento científico
2. Modelagem pedagógica
3. Análise de requisitos
4. Arquitetura de software
5. Modelagem do sistema
6. Identidade visual
7. Componentes gráficos
8. Componentes multimídia
9. Programação

10. Testes de uso

O sequenciamento de fases pode dar a falsa impressão da SDM ter uma abordagem em cascata, no sentido metafórico da incapacidade da água fluir para cima, ou seja, uma vez que passado determinado ponto, não haveria como voltar atrás (WEISERT, 2003). Entretanto, trata-se de um processo iterativo, com a evolução de uma fase podendo demandar a adaptação de outra fase anterior. Como exemplo concreto, a elaboração de certos componentes multimídia fez com que fosse necessário adaptar a arquitetura de software de forma a dar suporte a eles, ou seja, esses componentes não ficaram limitados à arquitetura já existente. Em nenhum momento houve congelamento da especificação do sistema. O sequenciamento também não foi completamente linear, com fases em paralelo e várias iniciando tão logo as informações mínimas necessárias da fase anterior estivessem disponíveis, mesmo esta não estando finalizada. Outro ponto importante é que, conforme será apresentado adiante, o protótipo é dividido em dois grandes subsistemas: o ambiente de execução e o ambiente de controle. O primeiro subdivide-se no executor e nos vários jogos, e o segundo no cliente e no servidor. Cada um deles teve em determinado momento uma iteração própria das fases.

Figura 6 – Sequenciamento das fases da SDM utilizada no protótipo



Fonte: Elaborado pelo autor

visível a progressão no desenvolvimento do projeto: inicialmente em 2007 busca-se melhor entendimento das necessidades; após quase um ano, em 2008 há discussões não estruturadas sobre o que seria o produto; e ao final de 2009 e durante o ano de 2010 os trabalhos são mais intensos, buscando levantar dados e informações, formatar a aplicação e validar a proposta. Salienta-se que, no fim de 2009, a empresa conseguiu os recursos financeiros necessários para desenvolver o projeto.

4.2.1.1 Abordagem Inicial

Em 2007, visando a refinar conceitualmente o modelo proposto neste trabalho (e, por consequência, o produto Libras Brincando), foram realizadas quatro reuniões com integrantes do Centro de Capacitação de Profissionais da Educação e de Atendimento às Pessoas com Surdez. As reuniões ocorreram em 28 de fevereiro, 4 de abril, 25 de junho e 26 de setembro, todas nas dependências do CAS. Nessa época, o modelo proposto era embrionário, ainda no campo das possibilidades, visto que a pesquisa bibliográfica encontrava-se no seu início. Dessa forma, o contato com a realidade do CAS poderia expor alternativas ao trabalho. A ideia inicial seria converter ou adaptar para o meio digital as atividades realizadas em sala de aula do serviço de atendimento educacional especializado e pesquisar determinado encadeamento para essas atividades de modo a estruturar o aprendizado. Era necessário avaliar se isso fazia sentido e, assim, direcionar a pesquisa.

Segundo o Caderno Técnico do CAS (FCEE, 2008), o objetivo do Centro é:

Promover estudos, pesquisas e capacitação na área da Surdez e Surdocegueira, nos aspectos do ensino da LIBRAS, Português como segunda Língua, de metodologias de atendimento e na reabilitação auditiva.

De modo mais específico, as ações que compõem o objetivo do CAS são:

1. Prestar assessoria e docência aos serviços, famílias e profissionais envolvidos com o atendimento ao educando surdo;
2. Participar de grupos de estudos e projetos de investigação

- científica com vistas à produção de conhecimento na área da surdez;
3. Criar material pedagógico adaptado, específico da área da surdez, que sirva como instrumentos mediadores do processo de aquisição do conhecimento do educando surdo;
 4. Analisar e dar parecer do processo de implantação e implementação do SAEDE/DA Turmas Bilíngues, Professor Intérprete e Instrutor de LIBRAS no Estado;
 5. Elaborar projetos de serviços e obras relacionadas às necessidades específicas deste serviço;
 6. Documentar através de relatórios as assessorias realizadas por este serviço;
 7. Prestar orientação, na área educacional, às famílias dos educandos da rede regular de ensino do Estado de Santa Catarina quando houver questões que não puderem ser resolvidas pelo professor de SAEDE e/ou integrador de educação especial;
 8. Promover cursos de Libras, língua portuguesa como L2, tradução e interpretação de Libras-língua portuguesa, visando à formação continuada de professores e de instrutores surdos, bem como demais recursos humanos da comunidade;
 9. Garantir aos estudantes que apresentam quadros de surdez acesso aos recursos específicos necessários a seu atendimento educacional: vídeos didáticos em língua de sinais e legendados, dicionários de português-língua de sinais, textos adaptados, mapas, jogos pedagógicos adaptados e outros;
 10. Atender, com presteza e de forma imediata, as variadas demandas decorrentes da diversidade das programações escolares e comunitárias, inclusive referentes às solicitações dos serviços de professores intérpretes, de instrutores surdos, professores surdos e intérpretes.

Essas ações são concretizadas por meio de uma série de serviços, dos quais o mais relevante para a pesquisa em questão é o Serviço de Estudo e Aprendizagem da Libras (SEALI). Ele consiste no atendimento das crianças surdas participantes do serviço de audiocomunicação e dos seus familiares. O objetivo desse atendimento é o estudo e a aprendizagem da Libras, dando oportunidade para a criança entrar em contato direto com a língua de sinais, possibilitando o desenvolvimento linguístico de maneira natural. O atendimento é oferecido no período matutino e vespertino, uma a duas vezes por semana, em sessão de no

máximo 45 minutos. O atendimento acontece em pequenos grupos ou de forma individual e a família deve acompanhar frequentemente a criança.

Assim, inicialmente buscou-se familiarizar-se com esse serviço. A observação foi a técnica qualitativa escolhida, pois permitiu que o pesquisador fosse apenas espectador do que acontecia, podendo assim analisar o ambiente e os participantes como um todo e em suas particularidades durante os atendimentos.

O atendimento observado ocorreu em uma sala ampla, onde era possível encontrar uma mesa e duas cadeiras para as crianças, uma cadeira no mesmo tamanho para o instrutor, um colchão e almofadas. Havia vários brinquedos, como bonecas, carros, animais, armários de cozinha, geladeira e fogão, pratinhos, xícaras e copos. Também havia um espelho, localizado em frente à mesa das crianças, dois cartazes com o alfabeto manual, uma estante com livros infantis, armários, uma mesa e algumas cadeiras, uma lousa branca e um computador.

Em uma das visitas acompanhou-se o atendimento com duas crianças, um menino de cinco anos de idade e uma menina de três. A professora fantasiou-se de mágica e fez uso de kit comercial de truques, com vareta que se transformava e moeda que desaparecia, entre outros. O menino era mais fluente em Libras e interagia com mais frequência e ânimo. Não se conformava com a moeda que desaparecia da mão da professora e aparecia atrás de sua orelha. A menina pouco se expressava, mas ficou todo o tempo atenta aos movimentos da professora e do colega. A brincadeira conseguiu manter o foco das duas crianças durante toda a aula.

No encontro seguinte, outra professora atendeu três crianças. Nesse atendimento foi preparado um bolo de chocolate, popularmente chamado de “nega maluca”. As crianças participaram de fato do preparo; mexeram na farinha de trigo, no achocolatado, no açúcar, no leite e em todos os demais ingredientes. A conversação tinha um sentido muito físico, tátil. Quando se falava de ovo, o ovo estava na mão, ou sendo quebrado ou sendo batido. O aprendizado dava-se ao natural, na vivência da criança. Ao final, todos os presentes puderam saborear o bolo feito.

Nas reuniões posteriores, no ano de 2008, discutiu-se os materiais utilizados e outros existentes de conhecimento dos professores. Foram apresentados e indicados alguns brinquedos, jogos, livros, DVDs com histórias contadas em Libras e CDs multimídia.

Percebeu-se que há pouca variedade de materiais nessa área. De

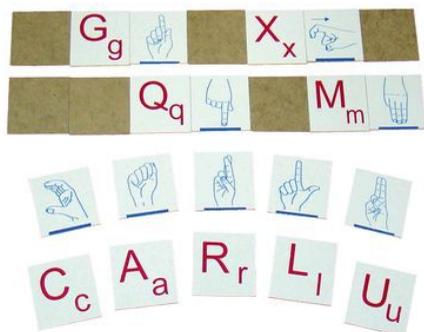
maneira geral, os brinquedos educativos são de fabricação artesanal, com perceptível falta de acabamento ou uso de materiais elaborados. Nesse sentido destaca-se a linha Deaf Toys da Xalingo, por ser caso isolado de jogos destinados para crianças surdas produzida por uma empresa conhecida nacionalmente.

Figura 8 – Bingobeto (linha Deaf Toys)



Fonte: Xalingo Brinquedos

Figura 9 – Memória de Linguagem de Sinais de Libras



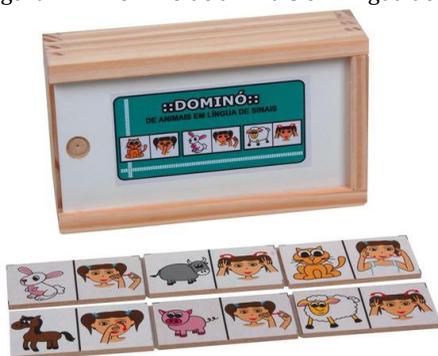
Fonte: Carlu Brinquedos (Recortes Ind.)

Figura 10 – Dominó Gigante – Língua de Sinais



Fonte: CP Brinquedo

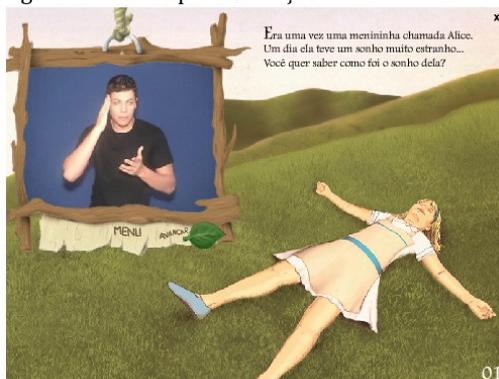
Figura 11 – Dominó de animais em língua de sinais



Fonte: Brink Mobil

Em termos de material digital, fazia-se uso de DVDs de vídeo com histórias interpretadas em Libras, algo análogo ao audiolivro para ouvintes. Aplicações interativas eram escassas, sendo “Alice para Crianças”, da editora Arara Azul, a referência principal. Tratava-se do conto “The nursery Alice”, de Lewis Carroll, traduzido para o português e para Libras, no formato livro e CD-ROM. Na versão digital do livro, o usuário tinha, a cada página, o texto em português, o vídeo em Libras e uma ilustração. A interatividade limitava-se a avançar e retroceder de página.

Figura 12 – Alice para Crianças



Fonte: Editora Arara Azul

Além desses comerciais, o CAS possuía materiais didáticos de

confeção própria, sobretudo vídeos em língua de sinais, adaptação de vídeos de complementação didática, principalmente para inserção de tela sobre tela da interpretação em língua de sinais ou por meio de legendas, tornando esses conteúdos acessíveis aos surdos. Nesse sentido, um material de destaque era o Edu, uma caixa com cartilha de orientação ao professor, libreto sobre surdez e Libras e vários cartões com figura e ilustração de um boneco (o Edu) com sinal correspondente ao desenho. Esse kit foi distribuído às escolas públicas de Santa Catarina, porém todo ano perdia-se parte ou mesmo todo o conjunto, de modo que várias escolas acabavam sem o referido material.

Figura 13 – Kit EDU



Fonte: Fundação Catarinense de Educação Especial

Nessas primeiras discussões entre os integrantes da Númera e da FCEE, a ideia principal dos técnicos do CAS seria criar uma versão digitalizada do Edu.

4.2.1.2 Coleta de Dados

As fontes utilizadas para coleta de dados foram documentos – levantados na fundamentação teórica – e pessoas (instrutores, intérpretes e técnicos do Centro de Capacitação de Profissionais da Educação e de Atendimento às Pessoas com Surdez). Com relação às pessoas, a principal técnica para coleta de dados foi a entrevista.

A entrevista é um processo de interação social com um propósito, no qual um ou mais entrevistadores procuram obter informações de um ou mais entrevistados. A forma adotada durante o

levantamento de dados foi o pesquisador entrevistar vários informantes coletivamente. Os modelos de entrevista variam entre os mais e os menos estruturados. Optou-se pela entrevista estruturada, no formato de questionário previamente elaborado a partir de interrogações provenientes da análise dos documentos coletados na pesquisa bibliográfica. Neste tipo de entrevista os informantes responderam questões objetivas, contudo, tiveram a oportunidade de discorrer sobre suas vivências e perspectivas. Esse procedimento permitiu respostas livres e espontâneas, expandindo e valorizando os dados coletados.

O questionário foi dividido em três grupos de questões:

1. Informações globais (contextualização do tema);
2. Método de ensino;
3. Infraestrutura de informática disponível.

A coleta de dados ocorreu nos dias 8 e 15 de dezembro de 2009, sendo este último utilizado para aprofundamento das questões relativas às informações globais. Oito integrantes do CAS participaram das entrevistas, compondo pessoal da coordenação, instrutores de Libras, professores bilíngues e intérpretes. A seguir são apresentadas as questões e respostas de cada grupo do questionário, com as perguntas de aprofundamento da segunda entrevista destacadas com letras (A, B, C etc.) dentro da questão pertinente.

4.2.1.2.1 Informações Globais

1) Qual o processo de ensino para estas crianças (somente ensino regular, cursos especiais, sala separada etc.)?

“A política define que eles sejam matriculados na rede regular de ensino e, no período oposto, que eles frequentem o serviço de atendimento educacional especializado. Santa Catarina tem uma particularidade na rede estadual; de 1ª a 4ª série, onde temos um número maior de alunos surdos, é formado uma turma só de alunos surdos, a partir de três alunos, em função de que eles chegam na escola sem a língua de sinais. Por entender-se que o intérprete não dá conta, são formadas turmas só de surdos para que se trabalhe a questão do conhecimento por meio da Libras. De 5ª a 8ª série e no segundo grau trabalha-se com turmas mistas e com o intérprete em sala. No período oposto, de duas a três vezes por semana, ele vai para as salas especiais aprender Libras e o Português como segunda língua (parte escrita).”

A) Pode-se dizer que isso é geral ou somente para as crianças que a Fundação trabalha? No restante do país (outros estados), o Brasil tem este mesmo processo?

“Não, este processo não é geral para todo o Brasil porque cada estado tem a sua Legislação Estadual que estabelece estas questões. Entretanto, todos seguem o Decreto 5626 do MEC.”

B) As escolas particulares seguem a mesma orientação?

“Mesmo no estado de Santa Catarina, a Fundação não tem controle no que é feito nas escolas particulares e municipais. Entretanto, algumas instituições seguem a orientação da Fundação e as crianças destas escolas podem frequentar o atendimento dos SEDS no período oposto. Sabe-se que algumas escolas particulares nem mesmo intérprete possuem.”

2) Com que idade média elas vão para escola?

“A idade é a exigida pelo conselho tutelar, seis anos. A gente ainda não cobra a questão da educação infantil (pré-escola) porque ainda não existe a oferta de vagas suficientes para cobrir a demanda. Claro que a gente pede à família, mas quando não tem, não se pode obrigar. Percebemos também que tem diminuído a incidência de crianças surdas em algumas regiões. Por exemplo, em Araranguá, a menor criança surda está na primeira série. Enquanto em Chapecó ainda existe uma grande incidência; somente em uma escola temos 77 surdos. Com a campanha da rubéola e o controle de natalidade, a incidência vem diminuindo.”

3) Qual a progressão escolar (jardim, 1ª série, 2ª série ...)?

“Depende muito da aceitação desta família. A gente pede que assim que a criança tem o diagnóstico, por exemplo a partir do teste de orelhinha feito uma semana após o nascimento. Nós atendemos a partir desta faixa etária, mas em média as crianças acabam chegando aqui a partir dos oito meses de vida e então inicia o aprendizado de Libras. Em relação à progressão escolar, ela segue o ensino regular. Entretanto, nessas salas para surdos pode-se ter o conceito de multisserIALIZAÇÃO, por exemplo, juntar alunos de 1ª com alunos de 4ª série. Mas, apesar de estarem em uma mesma sala, os conteúdos aplicados são os mesmos do ensino regular.”

A) Pode-se dizer que esta progressão é geral ou somente para as crianças que a fundação trabalha?

“O MEC estabelece que a progressão escolar deve ser igual e que as salas de aula com surdos precisam ter intérprete. O Estado não segue à risca esta orientação porque se tem as salas para surdos (1ª a 4ª série) e isto foi criado por observar-se que estas crianças conseguem aproveitar melhor a aula quando estão com outras que são seus iguais.”

B) Existem estatísticas em relação ao desempenho dessas crianças em relação ao grupo, como um todo?

“Não existe esta avaliação, até porque seria considerada segregação das crianças surdas.”

C) O serviço de atendimento educacional especializado também tem uma progressão “oficial”? Se existe, é algo que todos os estados seguem? Público e privado? O MEC chancela esta progressão?

“Existe uma progressão, mas não segue os conteúdos do ensino regular porque foca em assuntos específicos do aprendizado de Libras e transcorre de acordo com o ritmo de cada criança. São abordadas AVD (Atividades de Vida Diária) e AVP (Atividade de Vida Prática).”

4) Com que idade começa o processo de ensino da comunicação?

“Inicia quando a criança chega na fundação.”

A) Este processo de comunicação inicia com Libras independentemente da idade com que a criança chegue? Se não, com que idade começa o processo de ensino de Libras?

“Sim, entretanto a idade com que a criança começa a fazer os sinais costuma ser a mesma em que uma criança ouvinte costuma balbuciar. Ela primeiro entende o conceito e começa a fazer o sinal da forma como entende ou consegue, exatamente como uma criança que está aprendendo o português. Este processo depende muito de como é a comunicação com os pais. Por exemplo, as crianças ouvintes que são filhas de pais surdos tem muita facilidade em aprender Libras porque este é um processo natural para elas; crescem em ambiente bilíngue. Já para crianças surdas filhas de pais ouvintes, se não são estimuladas

e não falam Libras em casa, chegam com seis anos na escola com uma defasagem muito grande na comunicação.”

5) Com que idade começa o processo de ensino do português?

“Primeiro ele aprende Libras que é a sua primeira língua, e somente depois vem o Português. Como o ensino da Língua de Sinais é muito fragmentado porque ele não tem uma frequência diária, ele demora de dois a três anos. Ele já começa a ver as letras, mas o português escrito acaba sendo somente na escola. A oralização do português não é obrigatória, é uma decisão da família e da criança, não da escola. O objetivo da escola não é a fala do aluno, mas o português escrito. Tanto que quando o aluno está lendo ele fica mexendo as mãos e fazendo os sinais porque ele está elaborando o conceito e não utiliza a fala para isto. Percebe-se que muitos surdos adultos que vieram deste processo de oralização tem muitas dificuldades no português ou no aprendizado porque faltou informação para este processo de elaboração conceitual. Mesmo com o aparelho, em um ambiente com mais alunos ele não consegue absorver 100% daquilo que está acontecendo.”

A) Pode-se dizer que isso é geral ou somente para as crianças que a fundação trabalha?

“O MEC estabelece no Decreto 5626 que é com seis anos de idade. Mas vale lembrar que, para o surdo, a língua oficial é Libras.”

6) Quantas crianças surdas existem no Brasil?

“Teríamos que tentar este dado no IBGE.”

7) Quantas crianças surdas existem em SC?

“Também a mesma informação.”

8) Quantas crianças surdas existem nas escolas públicas? (prefeitura/estado/federal)?

“Nós temos os dados coletados do estado. Temos hoje aproximadamente 2.300 alunos matriculados na rede estadual.”

9) Quantas crianças surdas existem nas escolas privadas?

“Não temos informações, são muito poucos, a grande maioria ainda permanece no sistema estadual.”

10) Quantas crianças surdas são filhas de surdos?

“Também não temos informações.”

11) Quantas crianças são filhas de ouvintes?

“Também não temos informações, mas a maioria dos alunos que conhecemos são filhos de pais ouvintes. Entre as maiores causas no estado estão a sequela de meningite, rubéola na gravidez e fatores genéticos.”

12) Quantas crianças aprendem a comunicação em casa?

“Em sua grande maioria, os pais deixam esta responsabilidade para a escola, alegam que não tem tempo para frequentar cursos e acabam criando outras formas de se comunicar, como gestos, sinais apontando. Muitos surdos adultos revelam que se sentiam sendo deixados de lado.”

4.2.1.2.2 Método de Ensino

1) Qual o método utilizado?

“O planejamento das atividades é feito pela própria FCEE, voltado para aprendizagem de Libras, mas não foge daquilo que é realizado nas escolas com crianças ouvintes. O método não é específico! E em relação ao regionalismo, apesar das diferenças, os sinais mais básicos e que pretendemos usar não mudam muito. Tem sempre um sinal que é o mais utilizado, Capovilla. O alfabeto é padrão, mas ele é pouco utilizado. Basicamente para soletrar nomes.”

2) O que é abordado?

“Inicialmente, nesta fase inicial, aborda-se a comunicação básica com a família, alimentos, moradia, vestuário, cores, exploração do ambiente externo, animais, esportes etc.”

3) Quais atividades são realizadas?

“Brincadeiras e atividades lúdicas como teatros, filmes, histórias. Tem-se uma miniatura de casa onde é feita a apresentação dos cômodos e móveis, passeio pela fundação. Procura-se atividades que tenham uma relação com a realidade e facilitem a comunicação.”

4) Quais exercícios são individuais?

“As atividades podem ser tanto individuais quanto coletivas. Quando começa, a criança vai na fonoaudióloga e a mãe vai aprender alguns sinais mais básicos e coisas próprias da casa. Nesta primeira etapa, o trabalho é feito sempre na sala com a família em conjunto, porque a mãe também precisa aprender a comunicar-se com a criança. Não tem como desassociar! Nesta faixa-etária, de zero a seis anos, a família precisa participar pelo menos uma vez por semana e as atividades precisam ser alguma coisa bem simples e que ela vivencie no dia a dia. As atividades individuais, separadas de outras crianças, ocorrem mais em consequência da dificuldade de agendamento de horários, que são de 45 minutos.”

5) Quais os exercícios são coletivos?

“Nos SAEDs nós indicamos que os atendimentos sejam em grupo para melhorar a aceitação da criança, para que tenha contato e para que aprendam umas com as outras. Para que isto seja possível, a diferença de idade não pode ser muito grande.”

4.2.1.2.3 Infraestrutura de Informática Disponível

Segundo os entrevistados, quase todas as crianças, especialmente nas cidades maiores, podem ter acesso a computadores, pois quando a família não tem, os alunos podem utilizar esses equipamentos na escola. O serviço de atendimento especializado ocorre em salas específicas e é todo informatizado.

Posteriormente à entrevista, a equipe do CAS realizou um levantamento relativo a pontos específicos sobre a configuração desses computadores, conforme questões a seguir:

1. Qual a média de computadores por aluno nas escolas estaduais?
2. Qual a média de computadores por aluno nas escolas municipais?
3. Qual a média de computadores por aluno nas escolas privadas?

4. Qual a configuração média desses computadores?
 - 4.1. Qual o processador?
 - 4.2. Qual a quantidade de memória?
 - 4.3. Qual a placa de vídeo?
 - 4.4. Qual o sistema operacional?
 - 4.5. Qual o navegador internet?
 - 4.6. Suportam Flash?
 - 4.7. Suportam Java?
5. Qual o procedimento/política para instalação de novos softwares?
6. Os computadores estão na internet?
7. Qual a velocidade de rede (absoluta)? Qual a velocidade média por computador?
8. Qual o procedimento para uso dos computadores?
 - 8.1. Somente durante a aula?
 - 8.2. Existe uma sala especial?
 - 8.3. São compartilhados com ensino de adultos?
 - 8.4. São compartilhados com ensino de professores?

4.2.1.3 Delineamento da Aplicação

Conhecendo como é realizado o ensino dentro de um centro de atendimento a crianças surdas e de posse da fundamentação teórica necessária e das informações levantadas na coleta de dados, passou a ser possível delinear as características principais do Libras Brincando.

Esse esboço emergiu ao longo de quatro encontros com integrantes do Centro de Capacitação de Profissionais da Educação e de Atendimento às Pessoas com Surdez. As reuniões ocorreram no ano de 2010, em 23 de fevereiro, 5 de maio, 12 de maio e 26 de maio.

Apesar do estágio avançado das conversas, o diálogo entre as partes era com frequência truncado. Enquanto o pesquisador desejava conhecer mais sobre a pedagogia e didática aplicada aos alunos surdos, a equipe do CAS sentia falta de elementos concretos, isto é, o que iria aparecer na tela ou como a criança iria interagir com o equipamento. Os integrantes do CAS vislumbravam uma versão digital do “Edu” ou uma espécie de livro eletrônico nos moldes do “Alice para Crianças”, e tinha-se dificuldade de elucidar para eles as possíveis características técnicas do futuro produto de modo leigo.

Eles expuseram a ideia de trabalhar no ambiente virtual o dia a dia da criança, começando pelo seu lar. Seria apresentada a casa de um

personagem e ali se escolheria o cômodo de acordo com o que o professor estivesse explorando. Por exemplo, na cozinha, ele iria até a geladeira e veria os alimentos ali guardados, sendo tratado o vocabulário necessário à criança. No armário do quarto poderia se explorar as peças do vestiário, as cores, e assim por diante.

Apesar da formatação de livro digital imaginada não estar de acordo nem com o modelo em desenvolvimento nem com a proposta do Libras Brincando, a linha de pensamento de explorar o dia a dia e a casa da criança ia ao encontro das pesquisas realizadas até aquele momento. Como bem colocado por um interprete participante da reunião:

“Fico pensando que a gente não pode imaginar que a criança está partindo do zero, porque ela não chega na escola com zero de linguagem. Querendo ou não, ela, por ser surda, ela tem a visão. A visão é um sentido que permitiu a ela se comunicar com a família de algum modo, por gestos ou apontamento, entende? Então é o que Vigotski fala, a partir da zona de desenvolvimento proximal pra potencial. Trazer o que ele já tem, pra poder alcançar algum lugar.”

Estaria se principiando do cotidiano das crianças, um contexto familiar a elas. Além disso, sendo a maioria filhas de pais ouvintes, em geral elas chegam à escola com uma defasagem na comunicação. Assim, é comum no atendimento pelo SEALI do CAS trabalhar de um a dois meses para a criança poder estabelecer diálogo com a mãe em sinais, tratando justamente de questões relacionadas ao seu lar.

O problema seria a progressão geométrica de possibilidades. Para tornar factível a criação do produto, dados orçamento e prazo para que o projeto fosse completado, foi avaliada a opção de deixar as etapas EXPOSIÇÃO e CONTEXTUALIZAÇÃO do modelo proposto por conta dos professores e implementar apenas ATIVIDADE. Como efeito colateral desejado, isso poderia mitigar a possível rejeição dos professores, uma vez que o produto apresentaria-se como uma ferramenta de apoio ao ensino, e de maneira alguma seria substituto a eles.

Nessa perspectiva, buscaria se tratar o léxico, selecionando algumas categorias semânticas e, em cada uma delas, far-se-ia a seleção dos vocábulos a serem trabalhados. Não estaria se ensinando a Libras, mas explorando algumas palavras dessa língua.

A dúvida seria se trabalhar apenas vocabulário teria algum valor para aulas. Segundo a coordenadora do CAS, definitivamente teria:

“Hoje as professoras fazem livro de vocabulário, colando nos rótulos dos produtos. Eles não tem esse material. Então fazem um caderno de vocabulário e tentam montar historinhas, mas usando muito isso, embalagem, desenho, foto. Não tem um material pedagógico que possa utilizar. A gente até tem nosso vocabulário, tem algumas coisas, quebra-cabeça, dominó utilizando Libras, mas não tem uma sequência, uma lógica, então não existe.”

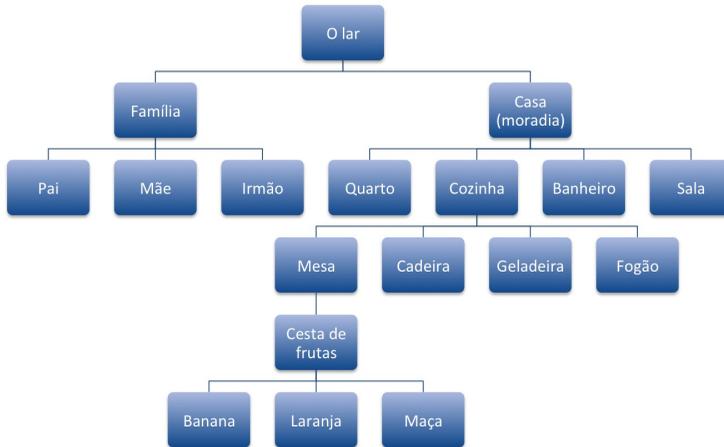
O trabalho de palavras isoladas traz resultado imediato para a criança. É como se o esforço durante os desafios apresentados nos jogos fosse recompensado com o aprendizado dos sinais tratados. Isso foi confirmado durante os testes de uso, sobretudo quando aplicado com alunos ouvintes.

4.2.1.3.1 Temas e Vocabulário

A equipe da Númera estipulou uma quantidade máxima de esforço para desenvolver uma atividade em com isso, quantas atividades poderiam ser desenvolvidas dentro do prazo de projeto. Estabeleceu-se o máximo de dez atividades.

Cada atividade seria relacionada a um tema. Os temas, por sua vez, foram escolhidos a partir de um cenário de aprendizagem principal, o lar da criança, compreendendo tanto a edificação em si (casa) quanto as pessoas que ali vivem. Os pedagogos dos CAS analisaram, dentro do cotidiano da criança, o desdobramento de vocábulos segundo esse cenário. Por exemplo, o lar envolve a família e a moradia; dentro da moradia está a cozinha; dentro da cozinha tem uma mesa; e assim por diante.

Figura 14 – Exemplo de desdobramento de vocábulos



Fonte: Elaborado pelo autor

Finalmente, definiu-se uma taxonomia para o vocabulário levantado, segundo aquilo que fazia sentido nos atendimentos do SEALI. Com o limite estipulado pela Númera, acordou-se os temas: frutas, animais, cores, família, alimentos, vestuário, brinquedos, móveis e eletrônicos, utilidades domésticas, higiene e limpeza. Cada tema poderia ter em média dez vocábulos.

4.2.1.4 Definições

O produto deveria ser destinado para utilização na escola, especialmente a pública, com supervisão e orientação do professor. Seria direcionado ao primeiro ano do ensino fundamental, quando a criança obrigatoriamente deveria ir para a escola.

Com isso, estaria se utilizando dos equipamentos disponíveis na sala de informática da escola, ou seja, o meio de interação com o aplicativo seria o computador, com saída de dados pelo monitor de vídeo e entrada pelo mouse e utilização de sistemas operacionais Linux Educacional e Microsoft Windows.

O Libras Brincando iria implementar apenas a etapa ATIVIDADE do modelo proposto. Iria tratar apenas vocabulário, cerca de cem sinais agrupados em dez temas: frutas, animais, cores, família, alimentos, vestuário, brinquedos, móveis e eletrônicos, utilidades domésticas, higiene e limpeza. Não estaria se ensinando a Libras, mas trabalhando algumas palavras dessa língua.

Conforme definido pelo modelo proposto, cada tema seria tratado em atividade distinta. Como sugestão, poderia se fazer uso de três jogos físicos tipicamente utilizados nas aulas: bingo, memória e dominó.

4.2.2 Análise de Requisitos

A finalidade da fase “análise de requisitos” era especificar detalhadamente o produto, definindo o quê e como deveria ser feito pelas equipes de programação e artes. Isso ficou consolidado em dois documentos:

1. Ambiente de execução – descreve as funcionalidades referentes à área destinada às crianças, com detalhamento de todas as atividades;
2. Ambiente de controle – descreve as funcionalidades de gestão e acompanhamento para educadores e administradores do sistema.

Todos os documentos foram produzidos pelo autor desta tese.

4.2.2.1 Ambiente de Execução

O ambiente de execução é a parte do sistema onde os usuários realizam de fato as atividades, ou seja, é a área onde as crianças

interagem. É composto pelos dez jogos dos dez conjuntos de vocábulos tratados, pela área de navegação (Mapa), e pela configuração do avatar (Monta Avatar).

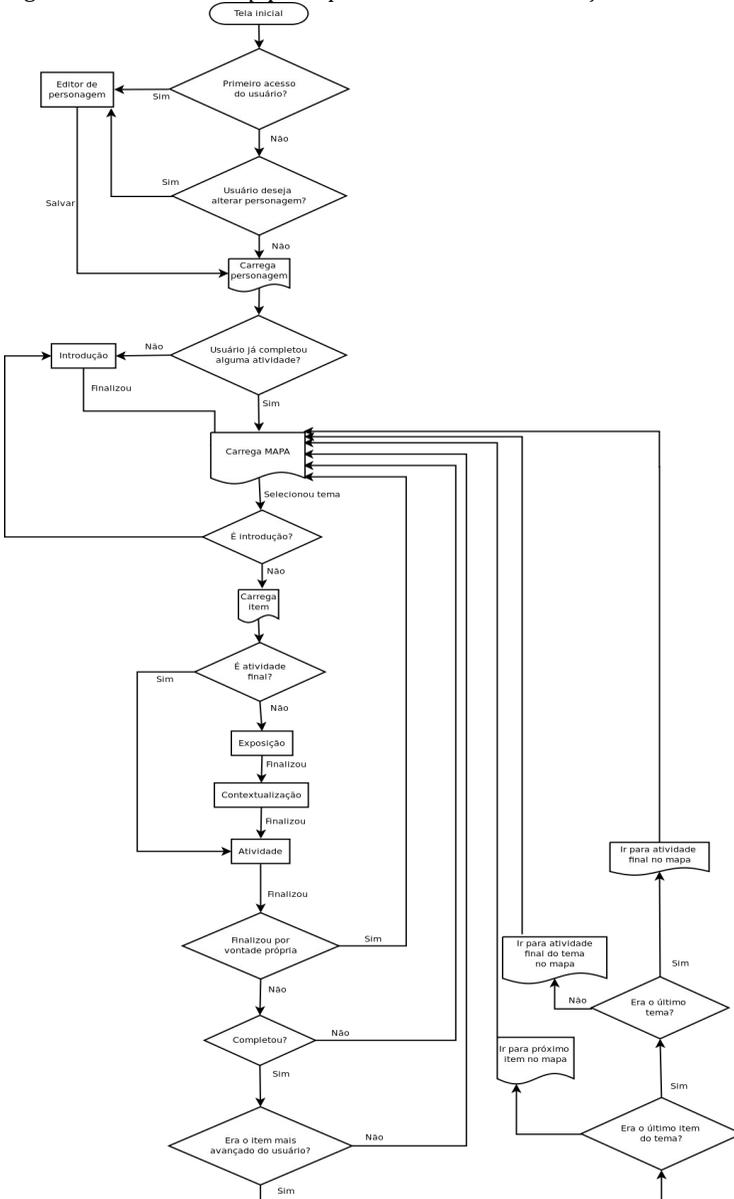
A área de navegação é uma tela que apresenta todos os jogos, diferenciando aqueles que podem ser acessados daqueles que ainda não. Indica também o último jogo acessado.

A configuração do avatar é parte do ambiente de execução onde o usuário pode montar um boneco que o acompanha. A ideia do avatar é possibilitar maior conexão entre a criança e o sistema, permitindo que ela crie sua representação virtual no computador. De certa forma, tenta trabalhar um tema ausente na listagem definida: o indivíduo. Então é justamente com a montagem do avatar que a criança vai se deparar na primeira vez que utilizar o Libras Brincando.

O fluxo de utilização completo do ambiente de execução é exposto na figura 15.

Para acessar o ambiente de execução e dar início ao fluxo exposto, é necessário identificar o usuário. A tela de identificação e autenticação não poderia utilizar entrada textual. A solução escolhida foi apresentar oito figuras de frutas – as mesmas tratadas no tema “frutas” – e quatro espaços em branco. O professor possui uma determinada sequência de frutas, a qual ele informa aos alunos, e eles devem clicar nas figuras na ordem correta. Depois disso, aparecem todos os vatares da turma e o aluno pode escolher aquele que o representa.

Figura 15 – Fluxo do *loop* principal do ambiente de execução



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2.1.1 Atividades

Cada um dos dez temas definidos teve uma atividade relacionada, sendo essa atividade configurada na forma de um jogo computacional.

Todos os jogos têm como base o relacionamento entre figura e sinal, porém com funcionamentos distintos. A lógica e regras de um jogo são independentes dos demais.

Para Brathwaite e Schreiber (2009), *game design* é o processo de criação do conteúdo e das regras de um jogo. Schell (2008) define de maneira ainda mais simples: *game design* é o ato de decidir o que um jogo deve ser.

A definição do que seria cada jogo levou em consideração o que seria interessante para uma criança de seis anos de idade. Por isso, as regras deveriam ser simples, sem necessidade de tutorial.

O *game design* dos jogos teve como direcionamento apenas seu tema relativo e proibição de se utilizar qualquer tipo de texto. A comunicação com o usuário tinha que ser intuitiva e baseada em figuras e animações.

Inicialmente, havia três jogos de referência: bingo, memória e dominó. Nenhum porém, estava direcionado a um tema específico. O quadro a seguir descreve cada um dos jogos elaborados.

Quadro 5 – Jogos elaborados para cada tema do Libras Brincando

Tema	Jogo	Descrição
Frutas	Porco Faminto	Um porquinho pensa naquilo que deseja comer e o jogador deve selecionar a fruta adequada. O pensamento é apresentado em Libras. Quando o jogador tem quatro acertos sequenciais, ganha uma estrela. A partida encerra-se quando o jogador alcançar três estrelas.
Animais	Memória Animal	É um jogo da memória individual, onde deve-se combinar a figura de um animal com seu respectivo sinal. No nível 1 há quatro cartas; no nível 2, oito cartas; e no nível 3, 12 cartas. Para passar para o nível seguinte, deve-se remover todas as cartas da mesa. A partida encerra-se quando o jogador passar do nível 3.
Cores	Color Hero	Animações com sinais de certas cores

		caem pela tela até atingirem uma faixa, chamada de zona de execução. Quando o sinal estiver nessa zona, o jogador deve clicar no botão da respectiva cor, localizado na aquarela da parte inferior da tela. A partida encerra-se quando o jogador alcançar três estrelas, sendo que para ele obter cada uma delas é necessário quatro acertos sequenciais.
Família	Retratos da Família	Na parede há seis espaços para quadros. Quando o jogador seleciona um desses espaços, surge um personagem que executa determinado sinal. No chão há uma pilha de retratos de membros da família. O jogador deve arrastar um retrato até o espaço com o sinal correspondente à figura arrastada. A partida encerra-se quando todos os retratos forem pendurados no local correto.
Alimentos	Fast Food	Em uma mesa ficam dispostos alimentos e uma bandeja. Um personagem aparece do outro lado da mesa e gestualiza quais alimentos deseja. O jogador deve clicar nos alimentos pedidos, na mesma ordem solicitada. A partida encerra-se quando o jogador alcançar três estrelas, sendo que para ele obter cada uma delas é necessário quatro acertos sequenciais.
Utilidades domésticas	Onde Está?	Em um tabuleiro, aparecem até 20 figuras de utilidades domésticas. Ao lado do tabuleiro, um personagem gestualiza uma utilidade doméstica e o tempo começa a correr em uma ampulheta apresentada na tela. Durante esse tempo, o jogador deve remover todas as figuras correspondentes ao sinal efetuado. A partida encerra-se quando o jogador alcançar três estrelas, sendo que para ele obter cada uma delas é necessário quatro séries de acertos sequenciais.
Brinquedos	Dominó	É um dominó contra o computador com regras diferenciadas. Quando a peça está

		na mesa, aparece a figura de um brinquedo; quando está na mão do jogador, aparece um personagem que gestualiza esse brinquedo. Quando o jogador ou o computador não tiver peça que combine com aquelas dispostas na mesa, pode comprar do bolo. É possível ter até sete peças na mão; se for necessário a oitava, passa-se a vez. O jogador ganha se ficar sem nenhuma peça na mão; perde se o computador ficar sem nenhuma peça antes ou se o jogo ficar travado. Em caso de derrota, o jogo reinicia.
Vestuário	Roupa Mania	Peças de vestuário ficam dispostas em várias araras. Até quatro bonecos entram no quarto solicitando determinada peça, sendo o pedido em Libras. O jogador deve arrastar a peça adequada até o boneco correspondente. A partida encerra-se quando o jogador alcançar três estrelas, sendo que para ele obter cada uma delas é necessário quatro acertos sequenciais.
Higiene e limpeza	Bolhinha de Sabão	Bolhas com figuras de produtos de higiene e limpeza vão aparecendo na tela. Um personagem gestualiza um determinado produto. O jogador deve estourar bolhas com a figura correspondente até o personagem começar a gestualizar um novo produto. Quando o jogador estourar 20 bolhas, ganha uma estrela. O jogo se encerra quando forem alcançadas três estrelas. Se a tela ficar preenchida de bolhas, o jogo reinicia.
Móveis e eletrônicos	Bingo!	O jogador recebe uma cartela com nove figuras de móveis e eletrônicos. O avatar do jogador sorteia uma bola, que é apresentada em Libras por um personagem na tela. Se o jogador tiver a figura e clicar corretamente, uma moeda fica em cima dela. O jogo se encerra quando o jogador preencher uma linha ou diagonal da cartela. Se o jogador

		<p>clicar na figura errada ou deixar de clicar, um X fica em cima, e quando houver uma quantidade de X na cartela que inviabilize que se vença a partida, o jogo reinicia.</p>
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2.1.2 Documento de Game Design

A especificação de cada jogo foi apresentada em capítulo próprio, com detalhamento de seu *game design*. O texto é bastante simples e objetivo, sendo orientado a todos os envolvidos, seja da equipe de programação, artes ou gestão. Os tópicos são: conceito geral, elementos do jogo, funcionamento, regras adicionais, animações principais e animações secundárias.

Como exemplo, segue o documento de *game design* do jogo “Porco Faminto”, referente ao tema “frutas”.

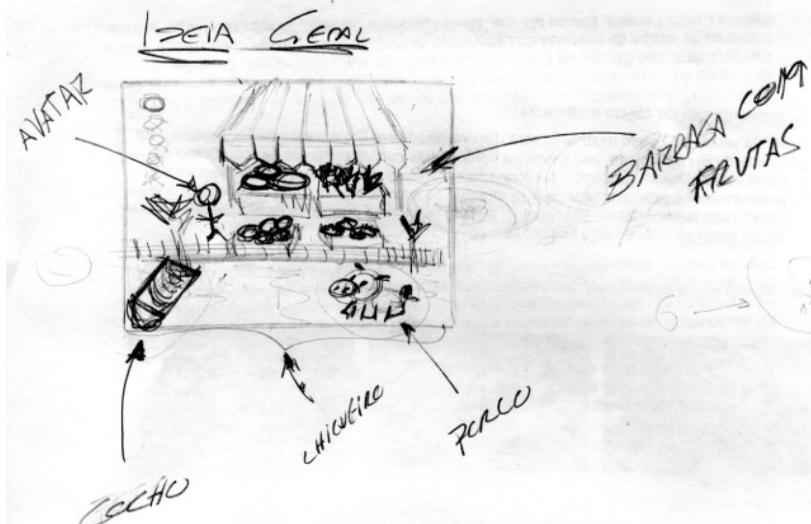
Conceito Geral

O jogo nada mais é do que vários exercícios de múltipla escolha. O porco pensa naquilo que deseja comer e o jogador deve selecionar a fruta adequada.

A partida encerra-se quando o jogador alcançar três estrelas, sendo que para ele obter cada uma delas é necessário escolher corretamente uma determinada sequência.

Elementos do Jogo

Figura 16 – Esboço inicial do jogo “Porco Faminto” (atividade do tema Frutas)



Fonte: Elaborado pelo autor

- Porco
- Barraca de frutas
- Caixas de frutas
- Fruta (abacaxi, banana, laranja, maçã, melancia, morango, pêra, uva)
- Avatar
- Cocho
- Balão de pensamento
- Sinal de certo
- Estrela

Funcionamento

- O porco pensa em uma fruta, apresentada na forma de sinal dentro do balão de pensamento;
- O jogador deve clicar em uma das caixas disponíveis na barraca de frutas;

- O balão de pensamento apaga-se após o clique;
- O avatar pega a fruta selecionada e a leva para o cocho;
- O porco, que inicialmente está do lado oposto ao cocho, vai até lá;
- Se a fruta estiver correta (conforme sinal no balão de pensamento), o porco fica feliz e come o alimento; o avatar faz o sinal de certo; o jogador ganha um acerto;
- Se a fruta estiver incorreta, o porco fica furioso e chuta a fruta para fora da tela; mostra-se novamente o sinal desejado e em seguida a respectiva fruta, depois mostra-se a fruta selecionada e seu sinal;
- O porco volta para o local inicial.

Regras Adicionais

- São apresentadas seis caixas de frutas por partida. As frutas e suas respectivas posições na barraca (em qual caixa a fruta se encontra) alteram-se a cada partida, ou seja, são apresentadas de forma aleatória. Oito frutas são possíveis: abacaxi, banana, laranja, maçã, melancia, morango, pêra e uva.
- Quando o jogador conseguir quatro acertos, ganhará a primeira estrela; quando conseguir mais quatro, ganhará a segunda; quando conseguir mais cinco, ganhará a terceira, e a partida terminará.
- A contagem de acertos é zerada a cada estrela ganha.
- Se o jogador errar a fruta, perde todos os acertos acumulados. Entretanto, as estrelas conquistadas não são perdidas.

Animações Principais

1. Porco
 - 1.1. Desejando
 - 1.2. Impaciente
 - 1.3. Caminhando
 - 1.4. Eufórico
 - 1.5. Comendo
 - 1.6. Furioso
 - 1.7. Rejeitando o alimento
2. Avatar
 - 2.1. Aguardando

- 2.2. Caminhando sem fruta
- 2.3. Caminhando com fruta
- 2.4. Pegando a fruta
- 2.5. Soltando a fruta
- 2.6. Comemorando
- 2.7. Lamentando
- 3. Balão de pensamento
 - 3.1. Aparecendo
 - 3.2. Desaparecendo
 - 3.3. Aguardando
- 4. Mãos (dentro do balão)
 - 4.1. Sinal de abacaxi
 - 4.2. Sinal de banana
 - 4.3. Sinal de laranja
 - 4.4. Sinal de maçã
 - 4.5. Sinal de melancia
 - 4.6. Sinal de morango
 - 4.7. Sinal de pêra
 - 4.8. Sinal de uva

Animações Secundárias

- 1. Pegadas no chiqueiro
 - 1.1. Aparecendo e desaparecendo
- 2. Barraca de frutas
 - 2.1. Lona balançando
- 3. Árvore
 - 3.1. Folhas balançando

4.2.2.2 Ambiente de Controle

Quando se decidiu pela não utilização de mídia física (CD-ROM) em favor da internet para distribuição do Libras Brincando, vários fatores foram levados em consideração:

- Aumento do número de escolas com acesso à rede mundial de computadores, tornando possível estudar a internet como base do produto;
- Redução de custos, pois não é necessário fabricar o produto físico;
- Facilidade para execução, sem necessidade de instalação, o que geralmente requer técnico responsável da escola com os privilégios adequados da máquina onde será colocado o

software;

- Atualização automática, uma vez que sempre que o usuário utilizar o sistema ele já estará com sua última versão;
- Sem os problemas de perda, roubo ou falha de funcionamento possíveis na mídia física;
- Possibilidade de identificar o usuário sempre que ele utilizar o sistema.

O último ponto é importante pois permite personalizar a utilização do sistema de forma global, isto é, se o usuário acessar o computador A e depois o computador B, tanto A quanto B sabem que se trata da mesma pessoa. Ou seja, é possível rastrear a utilização, onde quer que se acesse o Libras Brincando. Com isso, seu uso gera continuamente dados para serem enviados ao servidor, os quais podem ser tratados para produzir informação sobre esse uso. O Libras Brincando passa a envolver mais que os jogos apresentados às crianças, sendo também uma ferramenta de acompanhamento do aprendizado dos alunos.

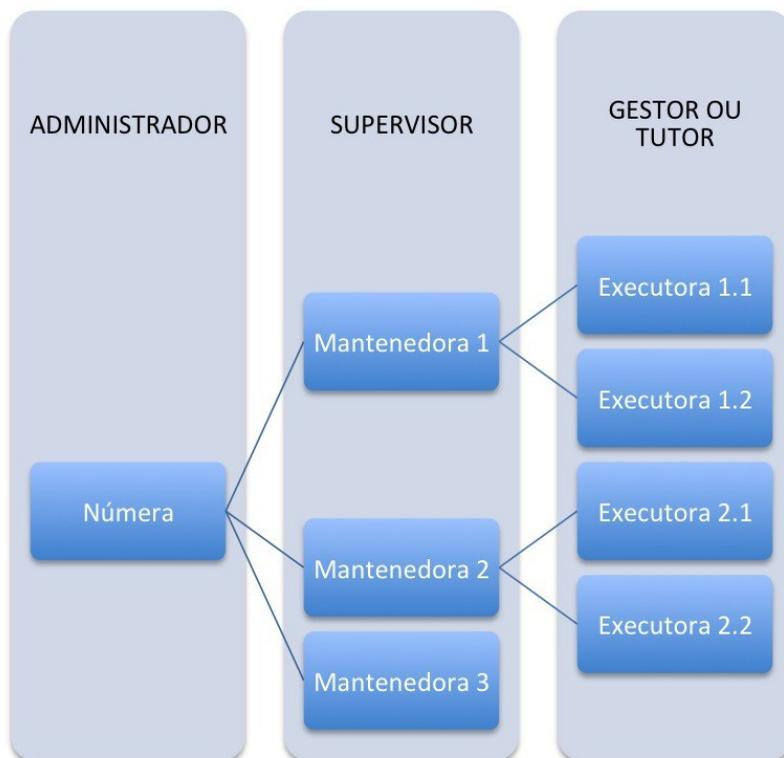
Mas para isso é preciso uma interface para cadastrar os alunos e visualizar os referidos dados e informações; e assim surge a necessidade do ambiente de controle.

Pelas funcionalidades que incorpora, conforme descrito adiante, o nome mais correto seria “ambiente de gestão”. Porém, como um dos tipos de usuário recebeu o nome de “gestor”, para não haver confusão junto aos desenvolvedores adotou-se a designação “ambiente de controle”.

4.2.2.2.1 Hierarquia e Perfis

Se, no ambiente de execução, “usuário” sempre se referia ao aluno, à criança, no ambiente de controle, “usuário” denota pessoas bem distintas. Os tipos de usuários são decorrência da hierarquia de uso do sistema.

Figura 17 – Hierarquia do ambiente de controle



Fonte: Elaborado pelo autor

Há três níveis: Número, instituições mantedoras e instituições executoras. Instituição mantedora é aquela que assegura ou controla a instituição executora, que por sua vez, é aquela que atua diretamente com a comunidade escolar. Por exemplo, uma secretaria municipal de educação pode ser vista como a instituição mantedora, e uma determinada escola pública municipal desse município seria a executora.

Com isso, há quatro tipos de usuários com grupos de funcionalidades específicas. Esses tipos com estes grupos recebem o nome de “perfis”:

1. Administrador: usuário da Número. Pode realizar cadastrado de instituição mantedora e do respectivo usuário responsável

- por ela (supervisor), alterar dados de qualquer usuário do sistema e acessar as estatísticas de uso relativas a todos alunos.
2. Supervisor: usuário responsável por uma instituição mantenedora. Pode cadastrar instituições executoras e seus responsáveis (gestores) e acessar as estatísticas de uso relativas aos alunos de suas instituições executoras.
 3. Gestor: usuário responsável por uma instituição executora. Pode cadastrar classes de aula e tutores, relacionar tutor à classe e acessar as estatísticas de uso relativas aos alunos dessa instituição.
 4. Tutor – não se trata necessariamente do professor, mas do responsável pela orientação dos alunos. É vinculado a uma instituição executora. Pode cadastrar alunos em uma classe que ele gerencia, iniciar e controlar sessão de jogo e acessar as estatísticas de uso relativas aos alunos de suas classes.

4.2.2.2.2 Funcionalidades por Perfil

O ambiente de controle foi dividido em 44 macro-funcionalidades, documentadas por meio de casos de uso.

O detalhamento dessas funcionalidades não é importante para a pesquisa deste trabalho; assim, faz-se apenas sua listagem segundo os quatro perfis existentes. Aquelas mais relevantes são exploradas na análise funcional do sistema (item 4.3.2).

Geral

Refere-se a funcionalidades apresentadas a todos os perfis.

- Acessar sistema;
- Recuperar senha;
- Alterar meus dados;
- Acessar ajuda.

Administrador

- Listar licenças liberadas;
- Cadastrar licença;
- Cadastrar mantedora;
- Listar mantedoras;
- Visualizar mantedora;

- Editar mantedora;
- Listar usuários;
- Cadastrar usuário;
- Visualizar usuário;
- Editar usuário;
- Trocar senha de usuário.

Supervisor

- Visualizar dados institucionais de mantenedora;
- Editar dados institucionais de mantenedora;
- Listar executoras;
- Adicionar executora;
- Visualizar executora;
- Alterar gestor de executora;
- Editar licenças de executora;
- Realizar acompanhamento.

Gestor

- Visualizar dados institucionais de executora;
- Editar dados institucionais de executora;
- Listar classes;
- Adicionar classe;
- Editar classe;
- Visualizar classe;
- Listar tutores;
- Adicionar tutor;
- Editar tutor;
- Visualizar tutor;
- Realizar acompanhamento.

Tutor

- Listar alunos;
- Adicionar aluno;
- Visualizar aluno;
- Realizar acompanhamento;
- Listar classes ativas;

- Visualizar execução em classe;
- Executar jogo.

4.2.3 Arquitetura de Software

A fase “arquitetura de software” tinha o intuito de avaliar e elucidar os componentes de software, estabelecendo linguagens de programação, *frameworks*, bibliotecas e ferramentas. Era fundamental na medida em que definiu as propriedades desses componentes e seus relacionamentos, permitindo a integração do sistema como um todo.

A arquitetura foi desenhada após avaliação do ferramental – linguagens, *frameworks*, bibliotecas e ferramentas – presente no mercado para o desenvolvimento de jogos digitais. A maioria visava à produção de jogos com gráficos tridimensionais em tempo real e física complexa, inviável para o Libras Brincando, visto que, como definido na fase de modelagem pedagógica (item 4.2.1.4, página 90), seria utilizado nos equipamentos disponíveis nas salas de informática das escolas públicas, os quais não possuíam hardware necessário. Esse era apenas um dos pontos a serem considerados na avaliação do ferramental e na definição da arquitetura de software em si.

4.2.3.1 Considerações para Definição da Arquitetura de Software

A arquitetura de software deveria respeitar o que foi imposto na fase de modelagem pedagógica e avaliar aquilo que seria executado conforme descrito na fase de análise de requisitos. Além dessas, outras exigências deveriam ser consideradas:

- Multiplataforma – por conta das configurações heterogêneas das escolas, o Libras Brincando deveria funcionar, ao menos, nos sistemas operacionais Linux Educacional e Microsoft Windows.
- Distribuição via web – o acesso daria-se essencialmente no ambiente web, sem necessidade de instalação ou download de grandes quantidades de dados para seu funcionamento basal.
- Importação de recursos externos – a partir das definições estabelecidas pela arquitetura de software, a equipe de artes deveria poder desenvolver seus trabalhos de forma independente da equipe de programação.
- Reprodução de vídeos – havia grande probabilidade (que se confirmou) de se utilizar gravações em vídeo para

apresentação dos sinais, e dessa forma o sistema deveria ser capaz de reproduzir vídeos de modo simples e com baixo uso de processamento, suficiente para que o resto do jogo funcionasse.

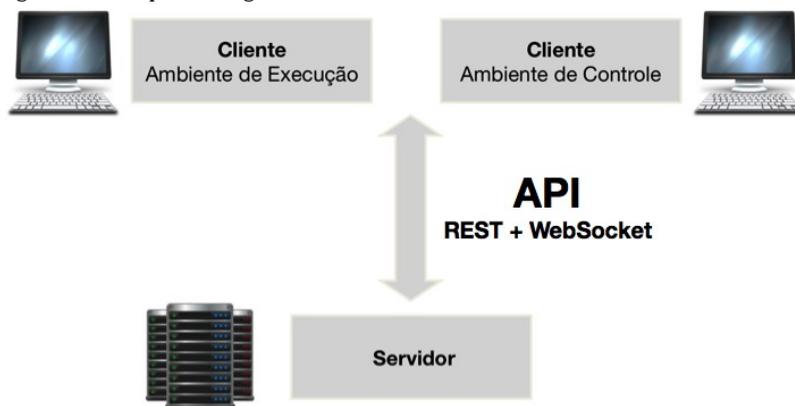
- Diversos tipos de jogos – o Libras Brincando não seria um jogo, mas uma compilação de dez jogos, cada um com suas características; portanto a arquitetura deveria ser flexível o suficiente para comportar variados formatos de jogos. Por vezes, implementações e componentes presentes em um dos jogos poderiam não estar presentes em outros, e ainda assim a estrutura do sistema deveria comportar ambos de maneira coerente, estável e integrada com os processos comuns a todos.
- Documentação – O ferramental escolhido deveria possuir uma documentação completa e acessível, sem a qual os programadores não seriam capazes de compreender a gama de recursos presentes na tecnologia empregada e muito menos como implementá-los.
- Curva de aprendizado – As tecnologias empregadas deveriam apresentar-se de maneira a promover um rápido entendimento de seus conceitos, proporcionando desenvolvimento crescente e estável, visto o prazo do projeto.
- Comunidade desenvolvedora – O desenvolvimento de um determinado jogo poderia passar por processos não presentes nos anteriores, portanto era adequado que existisse uma comunidade ativa trabalhando em projetos de cunho semelhante onde fosse possível trocar experiências, suporte a dúvidas e até códigos.
- IDE – Do ponto de vista do desenvolvedor, a existência de uma plataforma de desenvolvimento, IDE (*Integrated Development Environment*), proporcionaria ganho na produtividade e melhoraria a estruturação e organização do projeto.
- Depuração – A depuração é um dos processos mais importantes no desenvolvimento de um software, pois é através dela que defeitos no código são encontrados, e, assim, seria interessante que o ferramental escolhido oferecesse visualização da execução do código passo a passo, possibilitando ao programador acompanhamento minucioso das variáveis envolvidas e dos possíveis problemas no código.

4.2.3.2 Arquitetura Geral

A arquitetura geral do sistema foi baseada no modelo computacional cliente-servidor, aplicação distribuída que particiona tarefas ou cargas de trabalho entre os fornecedores de um recurso ou serviço, chamados de servidores, e solicitantes de serviços, chamados de clientes (REESE, 2000).

O servidor serviria uma série de operações aos clientes por meio da rede mundial de computadores, com protocolo HTTP 1.1, através de uma API⁶ própria. O benefício do serviço web é que ele abstrairia métodos e funções, de modo que uma aplicação qualquer só precisaria implementar a API desse serviço, independentemente da plataforma, linguagem de programação ou paradigma de interação utilizada. Vários clientes com variados objetivos e formatos poderiam ser desenvolvidos.

Figura 18 – Arquitetura geral do Libras Brincando



Fonte: Elaborado pelo autor

Seguindo a estruturação feita na análise de requisitos, estabeleceu-se dois clientes: o ambiente de execução e o ambiente de controle. Eles forneceriam a interface de interação com o usuário.

A comunicação para liberação e execução do jogo seria feita por WebSocket, tecnologia que permite comunicação bidirecional por canais *full duplex* sobre um único soquete TCP (*Transmission Control Protocol*, um dos protocolos sob os quais assenta o núcleo da Internet).

⁶ API (*Application Programming Interface* ou Interface de Programação de Aplicativos) é um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para que outros utilizem suas funcionalidades sem se envolverem nos detalhes da sua implementação.

4.2.3.3 Arquitetura do Cliente “Ambiente de Execução”

Fazendo-se uso das considerações explicitadas anteriormente, procurou-se possíveis opções de ferramental para o Libras Brincando.

Naquela época, no ano de 2010, a tecnologia HTML5 não era madura o suficiente, então não era possível a utilizar apenas as funcionalidades nativas do *web browser* do usuário.

A solução aparentemente mais completa era a Unity da Unity Technologies, uma ferramenta de autoria integrada para criação de conteúdos interativos tridimensionais, consistindo tanto do editor gráfico para o desenvolvimento quanto do motor de jogo para executar o produto final. Entretanto, dois aspectos eliminaram essa opção. Primeiro, o fato de ser necessário instalar um *plugin* no *web browser*, o que na prática traria todas desvantagens de um produto que não fosse *on-line*. Segundo, pelo fato desse *plugin* não estar disponível para o sistema operacional Linux.

Outras soluções analisadas, como Torque 3D e Blender, tinham restrições semelhantes.

Nesse sentido, buscou-se alternativas que ampliassem a capacidade dos *web browsers*, porém que já estivessem instaladas nos computadores dos usuários. Voltou-se para as soluções baseadas em Java e Adobe Flash. Segundo pesquisa da Millward Brown (ADOBE, 2011), o *plugin* Adobe Flash Player tinha 99% de penetração nos computadores pessoais, e o Java, 73%, ou seja, a ausência desses *plugins* poderia ser considerada exceção.

Quando foram analisadas as duas plataformas, o Java mostrou-se muito inferior para o desenvolvimento de jogos se levados em consideração pontos como importação de recursos externos, reprodução de vídeos, documentação, curva de aprendizado e comunidade desenvolvedora. Outro fator contrário era o fato dos *frameworks* baseados em Java para jogos, como jMonkey, não estarem em versão estável. Assim optou-se por Flash.

Todo ambiente gráfico e animado seria executado no Flash, o qual se comunicaria com o *web browser* do usuário por meio da máquina virtual JavaScript, que por sua vez se comunicaria com o servidor através de sua API. Por conseguinte, o ambiente de execução foi fragmentado em dois, a parte gráfica em Flash e a parte responsável pela comunicação com o servidor em JavaScript.

4.2.3.3.1 Fragmento em Flash

Adobe Flash é uma plataforma multimídia para gráficos, animações, vídeos e conteúdos interativos. Trabalha com gráficos vetoriais e rasterizados, provê animação a textos, desenhos e imagens. Suporta fluxo bidirecional de áudio e vídeo. Pode capturar entrada do usuário do mouse, teclado, microfone e câmera. Seu conteúdo é manipulado pela ActionScript, linguagem de programação orientada a objeto derivada do ECMAScript/JavaScript.

Pode ser preparado para ser apresentado em diversos dispositivos e sistemas computacionais por meio de um executor adequado, como o Adobe Flash Player. O Flash Player tem versões para os sistemas operacionais Microsoft Windows, Linux, Oracle Solaris e Apple Mac OS X. Está disponível como “ActiveX”, utilizado pelo Microsoft Internet Explorer e qualquer outro aplicativo do Windows que suporte essa tecnologia; como *plugin* para os *web browsers* que suportam o padrão do Netscape Navigator; e como *projector*, aplicativo independente que executa o arquivo da aplicação diretamente.

Os arquivos para o Flash Player podem ser criados pela ferramenta de autoria Adobe Flash Professional CS, pela IDE Adobe Flash Builder, pelo SDK Flex ou por várias outras ferramentas da própria Adobe e de terceiros.

Flex é um SDK (*Software Development Kit*, kit de desenvolvimento de aplicativos) de desenvolvimento de software em ActionScript para criação de aplicações de internet rica, aplicações web que têm características e funcionalidades de softwares tradicionais do tipo desktop. Embora no caso do Libras Brincando o *framework* para esse tipo de software não tivesse utilidade, o SDK incluía o MXMLC, um compilador em linha de comando que permitia desenvolver toda a aplicação em ActionScript.

Isso possibilitou criar um fluxo de trabalho adequado ao projeto da Númera. A equipe de artes trabalharia na criação dos recursos (figuras, imagens, animações, vídeos) no Flash Professional CS, e a equipe de programação desenvolveria na IDE Eclipse com o *plugin* FB4Linux, que integra o Flex SDK a esse ambiente. A depuração seria efetuada com auxílio do Flash Debug Player.

Assim, os jogos do ambiente de execução foram desenvolvidos na linguagem de programação ActionScript 3.0. Fez-se uso do PushButton Engine, *framework* modular, código aberto, para desenvolvimento de jogos em ActionScript. Com o PushButton, os jogos poderiam reutilizar componentes para *gameplay*, física, renderização e rede escritos pela própria equipe ou por terceiros. Esse *framework* ajudou na

normatização e interoperabilidade da utilização de outras bibliotecas, como Box2D.

A estrutura presente no PushButton permitiu arquitetar os jogos do Libras Brincando de maneira a maximizar o reaproveitamento e manutenção do código, uma vez que ela mantinha um alto grau de desacoplamento entre os constituintes. A base dessa estrutura foi conceituada em entidade e componente.

Uma entidade era um receptáculo de funcionalidades, e, em sua essência, não mais do que isso. Ao passo que um componente, apenas existente dentro de uma entidade, era o feitor das ações. Por exemplo, em um dos jogos, haveria o personagem do jogador. Esse personagem, em sua totalidade, seria uma entidade, um ser de existência real dentro do jogo. Ele apareceria na tela, mexeria seus braços para o espectador e interagiria com alguns elementos da tela; no entanto, quem faria todas essas ações não seria a entidade, mas sim os componentes contidos nela. Nesse simples exemplo teria-se um componente que mostraria o personagem na tela, outro que calcularia seu espaço no jogo, possibilitando cálculos de posição e movimento, além de componentes que controlariam tanto seus movimentos quanto seu comportamento em diferentes momentos do jogo.

Um jogo, portanto, seria composto de várias entidades, cada qual com uma série de componentes que agiriam e sofreriam influência na partida, todas elas se comunicando por eventos e sendo controladas por uma entidade cujos componentes verificariam e decidiriam o desenrolar do jogo.

Para detalhar a implementação, esboça-se um diagrama (figura 19) de como foram organizados os elementos, seus controladores e componentes. Ressalta-se que o diagrama não representa esta seção do sistema de forma integral, com todas as variáveis, implementações e métodos presentes em todas as classes utilizadas.

Partiu-se da classe principal, aquela com nome igual ao do projeto, que gerava o arquivo SWF (*Small Web Software*), passível de publicação web. Ela seria responsável por invocar a classe que carregaria todos os recursos que seriam acoplados dentro desse SWF, que iam desde as figuras e animações até os arquivos XML que construiriam as fases e funcionalidades de cada jogo.

A classe principal instanciaria a cena mestre, chamada de SceneDB, onde tudo seria acoplado. Nessa entidade os escutadores (*listeners*) globais – mouse e teclado – seriam adicionados. Como estaria sempre presente, ela divulgaria os componentes clicados pelo usuário e

acumularia os dados utilizados por mais de um jogo.

O Libras Brincando suportaria variadas resoluções de tela, assim todos os itens presentes deveriam acompanhar o tamanho do SceneDB e, por isso, a presença de componentes com nomes relativos ao tamanho (BackgroundSizeController, ItemRescaleComponent, ItemPositionController), os quais não estão explicitados no diagrama.

Para iniciar um jogo, far-se-ia uso de uma estrutura de marcações através de arquivos XML, os quais definiriam os parâmetros iniciais. O fluxo do jogo no nível macro seria controlado pelo carregamento e descarregamento de XMLs. Todas as entidades e componentes necessários para a inicialização do jogo seriam feitas através do XML, diminuindo o número de classes do projeto, aglutinando a definição dos parâmetros em um só lugar – os arquivos XML – e fazendo com que o código dentro das classes fosse direcionado para funcionalidade e não especificidade de uso em um jogo ou em outro.

Como cada jogo teria seu arquivo XML, a definição de parâmetros de um componente em um jogo não interferiria de maneira alguma caso o mesmo componente fosse utilizado em outro jogo, já que lá teria sido carregado e configurado por outro XML que definiria suas propriedades, minimizando a regressão de erros para jogos já concluídos e testados.

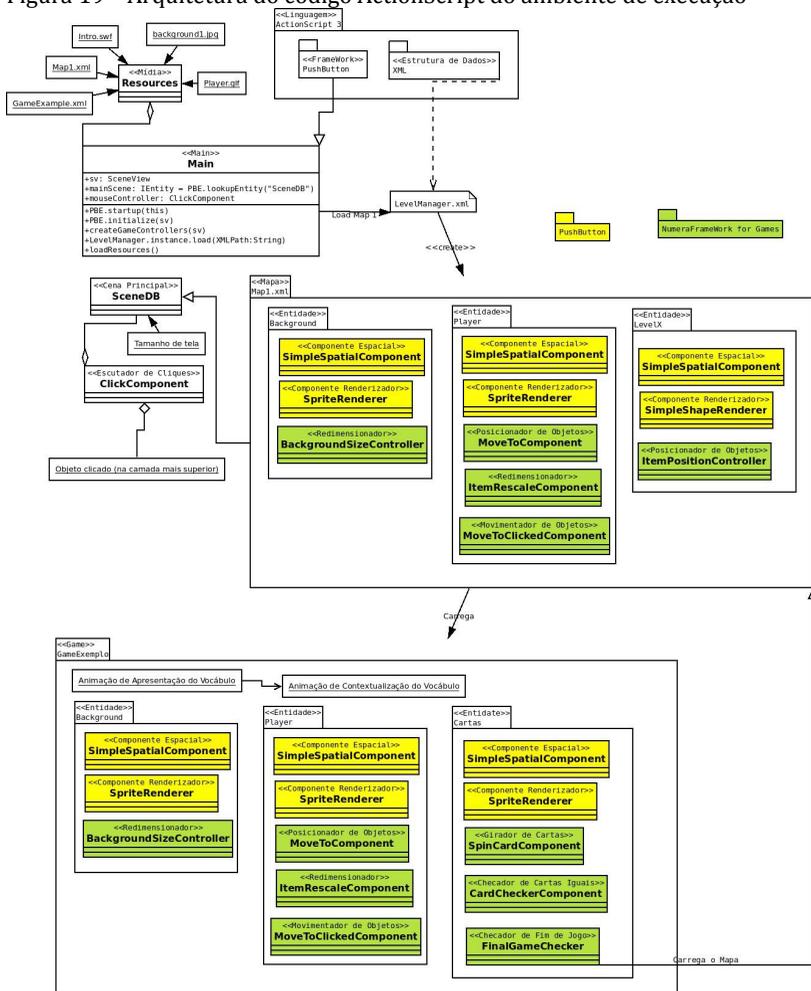
Todo jogo, quando carregado via XML, teria a seguinte estrutura:

- LevelBulkLoader – Objeto (não componente), responsável por pré-carregar todos os recursos que seriam utilizados no jogo, a fim de não haver necessidade de download de recursos durante sua execução;
- GameStateController – A máquina de estado, responsável pelo controle e coordenação do fluxo do jogo. Geralmente também responsável por verificar as respostas e controlar a pontuação;
- ScoreController – Controlador do mostrador de pontuação, moedas e estrelas;
- EndGameController – Controlador do fim de jogo, responsável por disparar todos os eventos associados;
- MultipleItemCreador – Gerador e randomizador dos vários itens que os jogos poderiam ter;
- LogComponent – Componente responsável por escutar os eventos relevantes do jogo, gerar objetos que seriam transformados em JSON e enviados ao web

- browser/JavaScript, que por sua vez enviaria ao servidor;
- AvatarController – Responsável pelo carregamento, renderização, configuração e ações do avatar dentro do jogo. Através de dados recebidos pelo web browser, este componente configuraria o avatar, de forma a mostrar a roupa, cabelo e cores escolhidas pelo jogador. Apresenta-o na tela e, conforme especificação de cada jogo, executa animações em determinados momentos adequados.

Além de toda a comodidade na criação das entidades e componentes quando o jogo fosse carregado, quando ele é descarregado todas as entidades pertencentes aos grupos inicializados pelo XML seriam removidas, permitindo que todos os objetos fossem removidos e o programa estivesse pronto para carregar um novo jogo com novos componentes e entidades.

Figura 19 – Arquitetura do código ActionScript do ambiente de execução



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

4.2.3.3.2 Fragmento em JavaScript

Como citado anteriormente, o Flash seria apresentado ao usuário no *web browser*, ou seja, o SWF deveria estar contido em um documento HTML que por meio do JavaScript comunicar-se-ia com o

servidor. A escolha por arquitetar o ambiente de execução fragmentado em duas partes (Flash e JavaScript) deu-se pelas seguintes razões:

1. Reaproveitamento do código responsável pela comunicação com o servidor entre os clientes do ambiente de execução e ambiente de controle, este último desenvolvido em JavaScript;
2. Compartilhamento de certos objetos entre os clientes e o servidor, também desenvolvido em JavaScript;
3. Facilitação da possibilidade de gerar uma versão derivada do código Flash sem comunicação com o servidor.

Por conta do ponto 1, a arquitetura do fragmento em JavaScript do ambiente de execução é semelhante a do ambiente de controle, naquilo que tange à comunicação em tempo real com o servidor. O ambiente de controle será apresentado no próximo item.

Toda a comunicação entre o ambiente de execução e o servidor é feita via WebSocket.

Segundo Lubbers e Greco (2011), normalmente quando um browser visita uma página web, uma requisição HTTP é enviada ao servidor que hospeda essa página, que reconhece o pedido e envia a resposta de volta para o browser. Em muitos casos, a resposta poderia estar obsoleta no momento que o browser a coloca na tela. Para obter uma informação mais nova, seria necessário atualizar constantemente a página. Os métodos para fornecer dados em tempo real envolvem solicitação HTTP e cabeçalhos de resposta, que contêm grande quantidade de dados dos cabeçalhos adicionais, desnecessários e que introduzem latência. Além disso, para simular uma conexão *full duplex* são necessárias duas conexões *half duplex* HTTP. A manutenção e coordenação dessas duas conexões introduzem uma sobrecarga significativa em termos de consumo de recursos.

O WebSocket, parte da especificação do HTML5, é uma evolução para comunicações web em tempo real, pois permite comunicação bidirecional por canais *full duplex* sobre um único soquete TCP. Além disso, uma vez que esse soquete é nativo do *web browser*, elimina os problemas descritos, pois remove a sobrecarga dos cabeçalhos adicionais e reduz drasticamente a complexidade.

Dessa forma, a comunicação padrão em HTTP não seria adequada para o grande fluxo de dados necessários entre o jogo e o servidor, principalmente devido aos *logs* e controle do aluno por parte do professor. Por meio do WebSocket, o professor poderia acompanhar todos os presentes em uma sessão de jogo, onde estão, o progresso de cada um deles e remover um aluno da sessão caso assim deseje, além

de carregar consigo a senha para acesso a essa sessão, que funcionaria como autenticação e autorização para jogar.

Os dados transmitidos para o servidor consistiriam, fundamentalmente, dos registros de utilização dos usuários, os *logs*. Estes seriam formatados como objeto JSON (*JavaScript Object Notation*), e enviados para o servidor na seguinte estrutura:

```
{
  level: Integer, (nível/jogo em que o jogador está)
  time: Double (timeStamp de quando o evento foi gerado)
  event_type: Integer, (tipo do evento)
  message: String, (mensagem com mais informações sobre o evento)
  id_request: Double (identificação da requisição ou da resposta)
}
```

Os “event_types” são números inteiros de 1 a 6, representando respectivamente: “jogo carregado”, “jogo descarregado”, “jogo concluído”, “mensagem de sistema”, “requisição”, “resposta”.

Cada evento vem acompanhado de uma mensagem, mas cada tipo de evento tem uma interpretação para a mensagem que traz. Os eventos “jogo carregado”, “jogo descarregado” e “jogo concluído” não acompanham nenhuma mensagem, enquanto “requisição” e “resposta” levam como mensagem a palavra que foi requerida ou respondida no jogo. O evento do tipo “mensagem de sistema” carrega consigo uma mensagem que possibilita compreender as configurações iniciais do jogo, cartas colocadas e frutas pedidas, assim como os itens clicados e colocados em lugares errados.

A propriedade “id_request” está presente apenas em eventos do tipo “request” e “response” (5 e 6, respectivamente), e funciona da seguinte forma: quando há uma requisição, geralmente o vídeo de um sinal, um evento do tipo “request” é gerado, e um “id_request” informando que existiu uma requisição gerada pelo jogo. Quando o usuário responder aquela requisição, ele gerará um evento do tipo “response”, que trará consigo o “id_request” relativo a requisição que ele está respondendo, possibilitando uma interpretação destes dados em um segundo estágio.

4.2.3.4 Arquitetura do Cliente “Ambiente de Controle”

Conforme descrito no item 4.2.2.2 – Ambiente de Controle, enquanto o cliente “ambiente de execução” criaria a interface de interação com a criança, o “ambiente de controle” seria a interface para os demais usuários: tutores, gestores, supervisores e administradores.

As funcionalidades disponíveis a esses perfis demandavam meios de interação mais convencionais, no estilo WIMP, “*Windows, Icons, Menus, Pointer*” (HINCKLEY, 2002). O ambiente seria formatado como uma aplicação web, acessada via internet e executada pelo *web browser*, e assim codificada nas linguagens suportadas, JavaScript combinada com marcação HTML.

Cabe destacar que não seria uma página HTML gerada no servidor e enviada ao *web browser*. A aplicação estaria sendo executada no computador do usuário, toda em JavaScript, carregada por inteiro no acesso inicial. A geração das páginas no servidor, com a posterior adição da camada de interatividade, comprometeria a integridade da aplicação, dificultando a manutenção do seu código. A interação com o usuário seria truncada, pois para cada ação sua haveria necessidade de download de nova página, aumentando a latência entre ele e o sistema. O estabelecimento do cliente como um aplicativo que seria executado no *web browser* do usuário também cristalizaria a separação com o servidor.

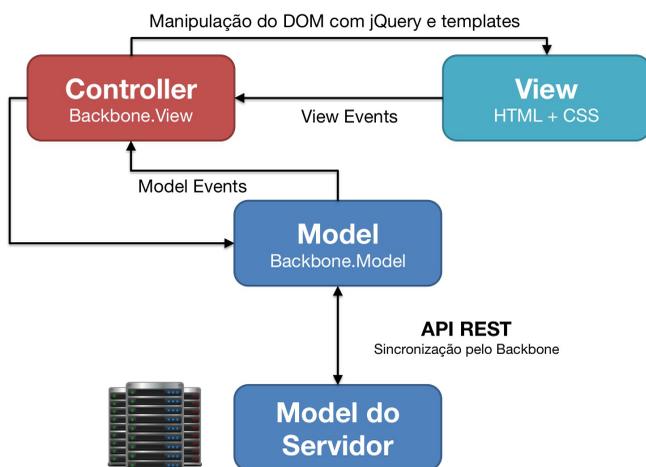
Por outro lado, uma vez que toda a aplicação seria desenvolvida em JavaScript, outros problemas surgiriam, principalmente nas questões relativas à organização geral e dos componentes específicos. Optou-se pela utilização de algumas bibliotecas que ajudassem na estruturação do código e no processo de desenvolvimento como um todo. Destaca-se:

- Backbone.js – estrutura a aplicação web em um padrão de projeto de software (*design pattern*) semelhante ao *Model-View-Controller* (MVC);
- Underscore.js – biblioteca que provê mais 60 funções utilitárias para facilitar programação funcional e tarefas especializadas;
- jQuery – fornece normalização dos eventos de interface do usuário entre diferentes tipos de *web browsers*, manipulação do DOM, seleção de elementos da página e outras utilidades gerais.

O ambiente de controle seria, de modo geral, uma aplicação MVC tradicional. Existiria um *controller* frontal que manteria o estado da

aplicação e inicializaria os componentes, um roteador, *controllers* para ações relativas as telas, e *controllers* de *view* responsáveis pelos componentes individuais. Entretanto, seria sobretudo baseado em eventos. Os *controllers* se inscreveriam aos *models*, que receberiam os eventos relacionados aos dados, que então informariam aos *controllers* da *view* para executarem as ações adequadas. Quando o usuário realizasse alguma interação, a *view* dispararia um evento de volta para o *controller*, o qual afetaria as mudanças nos *models*.

Figura 20 – Arquitetura MVC do cliente “ambiente de controle”



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.3.5 Arquitetura do Servidor

Um serviço web seria o meio de expor e transmitir informação de modo que um cliente poderia chamar por esse serviço pelo que ele deseja utilizando métodos e funções definidas na API.

O servidor do Libras Brincando foi desenvolvido utilizando-se Node.js, um servidor que, assim como os jogos e o ambiente de controle, utiliza-se de programação orientada a eventos, possibilitando, novamente, maior desconexão entre os componentes do servidor e uma maior escalabilidade. Diferentemente da grande maioria dos servidores presentes, o Node.js, por ser orientado a eventos, funciona de forma

assíncrona, possibilitando que muitas requisições sejam processadas sem que o servidor entre em modo *idle* enquanto as resolve.

A linguagem de programação utilizada ao se programar um servidor no Node.js é a JavaScript, aumentando ainda mais o grau de conexão com o cliente. Assim sendo, ambos, cliente e servidor, comunicam-se nativamente através de JSON, não necessitando de uma camada de interpretação.

Acima do Node.js está o Express.js, um *framework* de desenvolvimento ágil de websites baseado em Connect e Sinatra, um *framework* amplamente utilizado no desenvolvimento de sites em Ruby. O express.js possibilita uma rápida geração de rotas, controle de *cookies* e gerenciamento de sessões, permitindo um complexo controle de ações que dependem do perfil do usuário logado.

Ainda através do Express.js, o servidor Node é capaz de servir imagens estáticas e as servir conforme determinados perfis, possibilitando que apenas certos tipos de usuários tenham acesso a alguns tipos de arquivos.

Para acesso ao banco de dados mySQL, utilizou-se um dos módulos mais estáveis de integração entre o Node.js e o mySQL, o *node-mysql*. Este módulo, em suas últimas versões, permite uma fácil geração de *queries* e retorna objetos repletos de propriedades relativas ao resultado da *query*.

No entanto, o servidor do LB não apenas utiliza-se das costumeiras conexões HTTP, mas também faz uso de *sockets*. Utilizando-se do módulo *socket.io* é possível estabelecer, entre o servidor e o cliente, uma espécie de chat, possibilitando um controle segundo a segundo, o que permite que o professor siga cada evolução ou equívoco do aluno e o controle de todos estes quase que instantaneamente.

Aquém do acesso às imagens estáticas, toda comunicação feita entre o aluno e o servidor, seja *logs* ou conectar-se a sala, é feito através do *socket.io*, permitindo que os *logs* dos alunos sejam populados em tempo real.

4.2.4 Modelagem do Sistema

O objetivo da fase “modelagem do sistema” era a construção dos diagramas de seqüência e classes, e do dicionário e modelo de dados.

Contudo, na prática esta fase definiu apenas a segunda etapa, relativa à estrutura do banco de dados, uma vez que as classes foram

determinadas em iterações posteriores do desenvolvimento do projeto. Isso deu-se pelo conjunto de tecnologias utilizadas (PushButton Engine, Backbone.js, Node.js), todas em versões preliminares, as quais a equipe ainda não possuía experiência e know-how, impossibilitando a modelagem a priori.

O sistema foi modelado como banco de dados relacional em 18 tabelas, posteriormente implementado no sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL. Vale ressaltar que o banco de dados é parte do servidor e atende tanto o ambiente de execução quanto o de controle.

A modelagem de dados foi realizada a partir da hierarquia e perfis de acesso do ambiente de controle (item 4.2.2.2.1, página 93), mais especificamente da análise da gestão das licenças de uso do sistema. Isto está relacionado aos possíveis modelos de negócio que a Númera poderia utilizar com o produto. Essas definições fogem ao escopo do trabalho e não serão exploradas aqui.

Com a evolução das atividades do ambiente de execução, foi necessário repensar o armazenamento dos registros de uso, *logs*, resultando na estrutura apresentada a seguir.

Quadro 6 – Campos da tabela de *log*

Campo	Tipo	Descrição
id_log	Inteiro	Identificador único do evento.
id_student	Inteiro	Identificador da criança que gerou o evento.
attempt	Inteiro	
message	Texto	Mensagem dependente do event_type. Quando “requisição” ou “resposta”, guarda palavra que foi requerida ou respondida no jogo. Para “mensagem de sistema”, guarda mensagem que possibilita compreender as configurações do jogo.
time	Inteiro	<i>Timestamp</i> (data, hora, minuto e segundo) de quando o evento foi gerado.
level	Inteiro	Nível/jogo em que o evento foi gerado.
event_type	Inteiro	Números inteiros de 1 a 6, representando respectivamente: “jogo carregado”, “jogo descarregado”, “jogo concluído”, “mensagem de sistema”, “requisição”, “resposta”.
id_request	Inteiro	Identificador da requisição ou resposta (event_type 5 ou 6).

Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

4.2.5 Identidade Visual

A fase “identidade visual” tinha como propósito a concepção da estética visual do ambiente de execução. Ao final, gerou um manual com paleta de cores, estilo de desenho dos personagens, padrão dos cenários e outras definições gráficas.

As animações e jogos são os meios utilizados pelo Libras Brincando para que as crianças sejam atraídas a conhecer e fixar os sinais apresentados. Considerou-se fundamental que o software dispusesse de uma identidade visual correspondente ao gosto desse público-alvo.

Assim, buscou-se detectar certas características que se destacam nos desenhos animados e jogos digitais, tornando-os atrativos para o público infantil.

A partir dessas características foi estabelecido a identidade visual do Libras Brincando, a qual foi dividida em quatro aspectos: avatar e personagens, cenários, elementos de interface do usuário e animações dos gestos.

4.2.5.1 Estudo de Aspectos Visuais de Mídias Infantis

Dado a restrição de tempo e recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto PAPPE aprovado junto à FAPESC/FINEP, não era possível realizar uma pesquisa extensiva sobre os aspectos visuais de mídias infantis. O caminho escolhido foi avaliar desenhos animados e jogos digitais ligados aos canais televisivos de maior audiência junto ao público-alvo, crianças em torno dos seis anos de idade.

A premissa adotada foi: se os aspectos visuais têm influência no êxito de um programa infantil, esses aspectos estão presentes nos programas bem-sucedidos comercialmente.

Quadro 7 – Canais mais vistos na TV paga em 2011, audiência média projetada por minuto, todos os públicos, das 6h às 5h59

Posição	Canal	Audiência
1	Discovery Kids	147.000
2	Cartoon Network	130.200
-	Sportv	130.200
4	Disney Channel	117.600
5	TNT	88.200
6	Fox	71.400
-	Nickelodeon	71.400
8	Megapix	63.000
9	Viva	58.800
10	Globo News	54.600

Fonte: Ibope 8 mercados - 01 de Janeiro a 31 de Dezembro de 2011

<http://noticias.r7.com/blogs/daniel-castro/2012/01/30/canal-infantil-discovery-kids-e-o-mais-visto-por-adultos-em-2011/>

Há grande variedade de desenhos animados disponíveis nos canais de televisão paga. A faixa etária do público dos canais é bem definida, sendo que alguns trabalham exclusivamente com uma determinada faixa, enquanto outros procuram apresentar programas para todas as idades, incluindo adolescentes.

Foram considerados os desenhos animados presentes na programação dos canais televisivos Discovery Kids, Cartoon Network, Disney Channel e Nickelodeon. Também foram analisados os jogos digitais relativos a esses programas, disponíveis nos websites desses canais.

4.2.5.1.1 Desenhos Animados

Focou-se no estudo sobre as características dos personagens de desenhos para o público infantil, supondo que eles sejam o elemento principal a fazer com que as pessoas se recordassem desses desenhos animados.

Os desenhos são bastante caricatos, sendo que alguma característica física do personagem é marcante e destacada. Com frequência há destaque para a cabeça, que possui dimensões

exageradas, como é o caso do personagem principal de A Mansão Foster para Amigos Imaginários (figura 21) e dos personagens de As Aventuras de Eliot (figura 22).

Figura 21 – Mac, personagem de A Mansão Foster para Amigos Imaginários



Fonte: Cartoon Network

Figura 22 – Personagens de As Aventuras de Eliot



Fonte: CAKE Distribution Ltd

Outra característica pode tornar o personagem expressivo, como o tipo do cabelo, o tamanho acentuado dos olhos ou nariz, o uso de algum adereço, entre outros (figura 23).

Figura 23 – Traços marcantes da personagem de Might B!



Fonte: Nickelodeon Entertainment Company

Os desenhos trabalham com cores exageradas, principalmente as primárias e com tons fortes. No entanto, não há realismo nas cores, sendo que, por exemplo, os personagens podem ser azuis ou ter o cabelo rosa (figura 24).

Figura 24 – Uso de cores em Padrinhos Mágicos



Fonte: Nickelodeon Entertainment Company

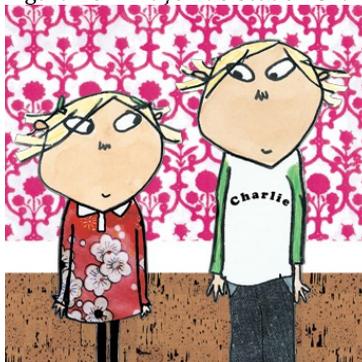
Nota-se que não há preocupação com uma representação antropomórfica, mas sem descaracterizar totalmente a forma humana do personagem. Isso é perceptível no desenho Phineas e Ferb, em que os personagens têm suas formas geometrizadas: a cabeça de um deles é triangular enquanto a do segundo é retangular (figura 25). Também não há preocupação em usar traço preciso, sendo os rabiscos frequentes, lembrando o traço de desenho de uma criança (figura 26).

Figura 25 – Phineas e Ferb



Fonte: Disney Television Animation

Figura 26 – Traço Rabiscado - Charlie e Lola



Fonte: Lauren Child

4.2.5.1.2 Jogos Digitais

A internet fez com que as crianças tivessem fácil acesso a uma grande quantidade de jogos digitais. Muitos desses jogos aproveitam a popularidade dos desenhos animados e têm toda a sua identidade visual ligada a eles, utilizando os mesmos personagens e cenários.

Para que fosse possível destacar os principais aspectos dos jogos voltados para as crianças na faixa etária de seis anos, alguns websites dos canais de televisão citados foram visitados e os jogos existentes

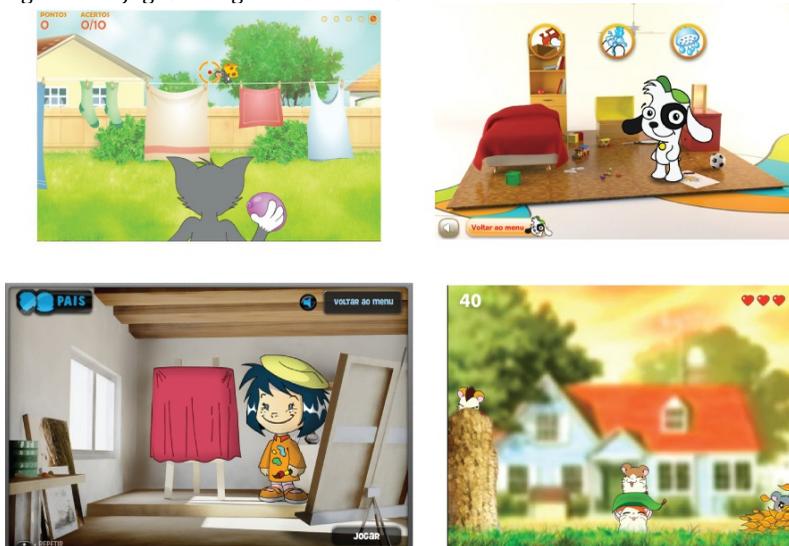
nesses sites foram avaliados segundo alguns critérios que serão abordados a seguir.

Gráficos

Os jogos infantis possuem diversos tipos de gráficos, desde os mais realistas até os mais abstratos.

Os gráficos realistas (figura 27) geralmente utilizam uma imagem real para criar o ambiente do jogo, misturando fotografia com personagem animado desenhado. Os que não fazem uso da fotografia têm no desenho do cenário um retrato fiel daquilo que pretendem representar.

Figura 27 – Jogos com gráficos realistas



Fonte: <http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/96713881/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/jogando-com-as-profissoes/>

Grande parte dos jogos analisados não seguem uma estética extremamente realista. Há cenários com traços de desenhos manuais (figura 28) que distorcem a aparência real dos objetos, agregando elementos que são característicos do próprio jogo, como formas mais orgânicas ou geométricas. Em jogos com esse tipo de gráfico, o cenário tem uma importância maior que os objetos, que aparecem em menor

quantidade, além de não serem tão detalhados.

Figura 28 – Jogos com traços de desenhos manuais



Fonte: <http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/124317591/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/contagem/>
<http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/37359395/>
<http://mundonick.uol.com.br/canal/series/padrinosmagicos/po/index.jhtml>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br>
<http://mundonick.uol.com.br/canal/series/padrinosmagicos/po/index.jhtml>

Alguns jogos possuem gráficos que mesclam desenhos manuais com digitais (figura 29). Esses jogos trabalham com perspectiva, criando a ilusão de profundidade. É comum o destaque para os objetos que compõem o cenário, que lembram objetos reais desse ambiente,

mas não são uma cópia fiel. Podem ter sua perspectiva um pouco distorcida ou utilizar linhas mais arredondadas, tornando os objetos mais semelhantes a brinquedos do que à coisa autêntica.

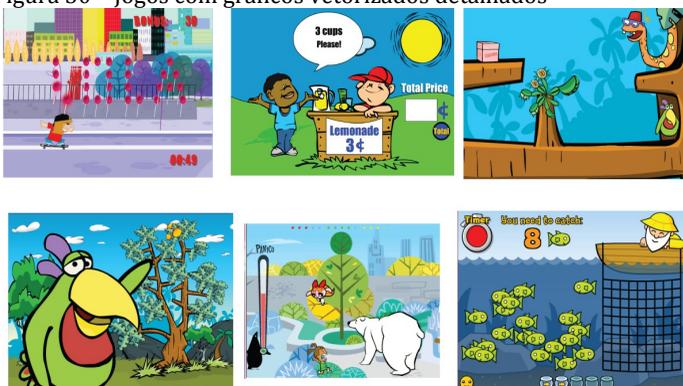
Figura 29 – Jogos com desenhos em perspectiva



Fonte: <http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/como-se-chama/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/seja-o-heroi-do-planeta/>
<http://www.bbc.co.uk/cbbc/games/bath-the-bear-game>
<http://pbskids.org/mayaandmiguel/english/games/cooking/index.html>

Há ainda jogos com gráficos vetorizados, geométricos, com cores chapadas e desenhos contornados. Nesses jogos não há muita preocupação em detalhar os elementos e por isso há um distanciamento da realidade. Alguns, como os ilustrados na figura 30, possuem muitos elementos compondo o cenário. Outros são bastantes simplistas, geométricos e com poucos ou quase nenhum elemento representando o cenário (figura 31).

Figura 30 – Jogos com gráficos vetorizados detalhados



Fonte: <http://www.jogueaki.ig.com.br/>

<http://www.jogueaki.ig.com.br/>

<http://www.jogueaki.ig.com.br/>

<http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/2402/>

http://funschool.kaboose.com/preschool/games/game_fishin_mission.html

Figura 31 – Jogos com gráficos vetorizados simplistas



Fonte: <http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/conexoes-2/>

<http://www.bbc.co.uk/cbbc/games/>

<http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/48670557/>

Por fim, destaca-se também os jogos que possuem gráficos com itens que parecem colagem feita a partir de figuras recortadas (figura

32). Esses gráficos são uma mistura de elementos desenhados com fotografias, mas, diferentemente dos gráficos realistas, as fotos ficam dispostas no cenário de forma que parecem que foram ali coladas.

Figura 32 – Jogos com aparência de colagem



Fonte: <http://www.bbc.co.uk/cbeebies/charlie-and-lola/games/charlie-and-lola-dressingup/>
<http://discoverkidsbrasil.uol.com.br/jogos/vida-natural/>
<http://discoverkidsbrasil.uol.com.br/jogos/fotosafari/>
<http://discoverkidsbrasil.uol.com.br/jogos/monte-seu-zoologico/>

Cenários

Os cenários dos jogos geralmente estão ligados à sua temática. No caso dos jogos infantis, tendem a retratar ambientes que são familiares às crianças, enquanto os jogos para o público mais velho têm, na maioria das vezes, cenários irreais, pouco familiares e, até mesmo, abstratos.

O ambiente residencial é um dos locais mais utilizados em cenários de jogos infantis. Cozinha, quarto, sala e banheiro aparecem regularmente. As figuras 33 e 34 ilustram alguns exemplos. É possível notar que todos eles trazem elementos que fazem parte do recinto retratado, como móveis e objetos, os quais reforçam a imagem do espaço representado. Nesses jogos é comum o jogador interagir por todo o ambiente e com os itens dispostos.

Figura 33 – Jogos com cenários residenciais



Fonte: <http://www.bbc.co.uk/cbbc/games/bath-the-bear-game>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/seja-o-heroi-do-planeta/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/jogando-com-as-profissoes/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/como-se-chama/>
<http://pbskids.org/mayaandmiguel/english/games/cooking/index.html>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br>

Figura 34 – Jogos com cenários residenciais



Fonte: <http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/2447/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br>
<http://www.bbc.co.uk/cbbc/games/>
<http://www.bbc.co.uk/cbbc/games/ducky-bounce-game>
<http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/2746/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/seja-o-heroi-do-planeta/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br>

Outro tipo de ambiente corriqueiro em jogos infantis são os cenários de ruas (figura 35). Geralmente esses cenários contêm prédios e casas ao fundo, representando uma cidade. Não é muito comum que o personagem interaja com o cenário, apenas com os elementos apresentados. O jogador utiliza o personagem para praticar as ações, ao contrário dos jogos com ambiente residencial, onde com frequência interage diretamente com os objetos.

Figura 35 – Jogos com cenários de rua



Fonte: <http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/opostos/>
<http://www.bbc.co.uk/cbbc/games/rap-it-up-game>
<http://pbskids.org/mayaandmiguel/english/games/scrapbook/index.html>
<http://mundonick.uol.com.br/canal/series/padrinosmagicos/po/index.jhtml>

Também é usual ambientes naturais como parques, praias e fundo do mar (figuras 36 e 37). São compostos de poucos elementos, pois o próprio cenário é bem característico e detalhado, não necessitando de objetos que ajudem na identificação do local. Assim como os cenários de ruas, eles servem apenas como ambientação e os personagens do jogo não interagem com os elementos dispostos. Os jogos ocorrem durante o dia, isso permite que sejam utilizadas cores mais vivas e brilhantes.

Figura 36 – Jogos com cenários naturais (parque)



Fonte: <http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/2674/>
<http://www.uptoten.com/kids/kidsgames-coordination-seedscaatch.html>
<http://www.uptoten.com/kids/kidsgames-coordination-antssnack.html>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/como-se-chama/>

Figura 37 – Jogos com cenários naturais (praia e mar)



Fonte: <http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/vida-marinha/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/como-se-chama/>
<http://funschool.kaboose.com/index.html>
<http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/4985/>
http://mundonick.uol.com.br/mighty/po/index.jhtml?_requestid=27055

Alguns jogos possuem cenários abstratos, que não representam um local específico (figura 38). Contêm apenas fundo de tela, que pode mudar conforme o jogador avança ou ser estático. Pode ou não estar relacionado com a temática do jogo. Quando está, traz desenhos ou imagens ligadas ao tema do jogo. Quando não está, é composto de imagem abstrata, com elementos geométricos, utilizando poucas cores.

Figura 38 – Jogos com cenários abstratos



Fonte: http://funschool.kaboose.com/fun-blaster/back-to-school/games/game_planet_pursuit.html
<http://www.bbc.co.uk/cbbc/games/beat-the-boss-game>
<http://mundonick.uol.com.br/canal/series/padrinosmagicos/po/index.jhtml>
<http://www.bbc.co.uk/cbeebies/charlie-and-lola/games/charlie-and-lola-cloudhopping/>
<http://discoverykidsbrasil.uol.com.br/jogos/robo-mania/>

Personagens

Como os jogos analisados são de websites de canais de televisão infantil, grande parte faz referência a algum desenho animado e aos

seus respectivos personagens. O traço utilizado nos jogos segue o padrão desses desenhos.

Destaca-se os traços mais próximos de desenhos digitais (figura 39). Os personagens dos jogos voltados para crianças na faixa de seis anos de idade são mais caricatos, com alguma característica física marcante e bem destacada no desenho. São bem coloridos, contudo nem sempre há realismo no uso das cores. O formato do personagem é variado, podendo ser antropomórfico ou geometrizado.

Figura 39 – Personagens com traços digitais



Fonte: Compilador por Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Há também personagens com traços manuais (figura 40), os quais tendem a ser menos caricatos e possuir desenho mais simplificado, mas com uma representação mais próxima do corpo humano.

Figura 40 – Personagens com traços manuais



Fonte: Compilador por Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Outro caso são os personagens que não representam figuras humanas (figura 41). Eles podem retratar animais reais ou criaturas imaginárias. Não há um padrão, porém quase todos são caricatos, com algum membro fazendo referência ao corpo humano.

Figura 41 – Personagens não humanos



Fonte: Compilador por Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Em vários jogos analisados, os personagens não são controlados pelo jogador, servindo apenas como tutor. É frequente a possibilidade do jogador realizar algumas alterações no personagem, como mudar sua cor de cabelo ou sua roupa.

Navegação

Os jogos infantis têm elementos gráficos de interface com o usuário – como ícones, botões e textos – com dimensões maiores do que o habitual. Supostamente, o intuito é de ser mais atrativo ou fácil para as crianças. Podem contar com imagens, para que aquelas que não saibam ler possam jogar sem ajuda de outra pessoa. Esses elementos são coloridos e de formatos variados. Alguns são animados, o que faz com que eles se destaquem no ambiente do jogo.

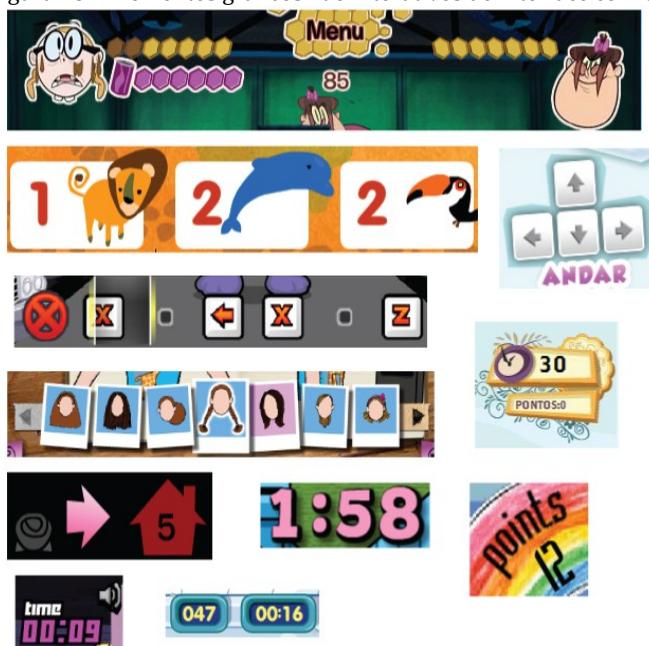
Figura 42 – Elementos gráficos interativos de interface com o usuário



Fonte: Compilador por Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Os elementos com os quais o jogador não interage diretamente, mas importantes para o jogo, como placar e contador de tempo, também devem ser analisados. Assim como os ícones e os botões, esses elementos são de dimensões maiores e destacados na interface do usuário. Eles ficam em pontos da tela que são de fácil visualização, como os cantos superiores ou inferiores.

Figura 43 – Elementos gráficos não interativos de interface com o usuário



Fonte: Compilador por Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Alguns jogos trazem telas específicas para as instruções. Elas se diferenciam do restante do jogo e contam com pequenos textos e imagens para ilustrar os comandos que o jogador deverá realizar. Essas imagens, assim como os elementos de navegação dos jogos, também são destacadas e muitas vezes representam o teclado ou o ponteiro do mouse do computador. As fontes são de dimensões maiores, facilitando a leitura.

Figura 44 – Telas de instruções de jogos



Fonte: <http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/52010089/>
<http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/124317591/>
<http://www.cartoonnetwork.com.br/#/game/4975/>
[http://mundonick.uol.com.br/juegos/nuevos/fanboy_freezeattack/po/index.jhtml?](http://mundonick.uol.com.br/juegos/nuevos/fanboy_freezeattack/po/index.jhtml?swf=game.swf&id=fbc&gamewidth=600&gameheight=400)
 swf=game.swf&id=fbc&gamewidth=600&gameheight=400

Feedback

Nos jogos infantis analisados, quando se realiza uma ação é habitual que se tenha resposta sobre a mesma.

O elemento de reação mais comum é o som. A partir das ações efetuadas pelo jogador, um som correspondente é emitido como forma de confirmar para a criança que o comando foi executado. Em alguns casos, há a presença de um locutor, que explica o que deve ser feito e se a ação foi realizada correta ou incorretamente.

Outro recurso utilizado é a modificação do elemento interagido pelo jogador: move-se de um lado para outro, aumenta e diminui de tamanho, fica iluminado. Esse tipo de recurso é bastante interessante pois dá um retorno imediato e, muitas vezes, representa a ação que o usuário realizou fisicamente. Por exemplo, o usuário, ao selecionar um objeto, move o mouse para a direita e o mesmo ocorre no ambiente do jogo, onde o objeto selecionado desloca-se para a direita do cenário.

Também é comum em alguns jogos que o elemento selecionado aumente de tamanho. Esse recurso é importante pois nem sempre a criança tem domínio do mouse ou não lembra onde clicou, e ao ver um elemento com tamanho diferenciado dos demais lembrará que deverá

realizar alguma ação com esse elemento.

As animações são outros elementos importantes na interação de um jogo. Ver personagens interagirem com o cenário do jogo, que o dia vai se transformando em noite, que existem itens movimentando-se no cenário indicam que o jogo está acontecendo e que a criança poderá interagir, além de serem elementos que estão trazendo novidades ao jogo, atraindo ainda mais a atenção da criança.

4.2.5.2 Características Estéticas Identificadas

4.2.5.2.1 Gráficos

Por se tratar de uma aplicação educativa, o Libras Brincando deveria ter uma linguagem mais próxima do real, de modo que a criança pudesse fazer associações entre o que ela vê no jogo e o que ela vivencia no dia a dia.

Assim, os gráficos deveriam buscar serem fiéis à realidade, trazendo elementos do cotidiano da criança, e com traço amigável para conseguir despertar a atenção delas. Esse traço deveria remeter ao desenho manual, podendo até mesmo lembrar desenho de rascunho. Também poderiam ser trabalhadas a perspectiva e a ilusão de profundidade, para que o desenho dos elementos se aproximasse ainda mais dos reais.

Ícones, botões e fontes deveriam ter dimensão entre médio e grande, além de serem destacados dentro do ambiente para facilitar a visualização da criança. Os ícones deveriam ser representados com desenhos que seguissem o estereótipo popular para que a criança pudesse compreender do que se trata com facilidade.

4.2.5.2.2 Cenários

O jogo, por seu contexto, estaria inserido principalmente dentro do ambiente residencial. Os ambiente principais da casa (sala, quarto, cozinha, banheiro) fariam parte do jogo, sendo que ela deveria ser retratada de acordo com o padrão brasileiro, de forma que a criança se sentisse visitando uma residência conhecida. O cenário deveria conter uma série de elementos que ajudariam a identificar e diferenciar cada ambiente da casa. Esses elementos deveriam ser de fácil identificação e estar distribuídos nos ambientes da mesma forma que em uma casa comum. O jogador deveria interagir com objetos contidos no cenário,

por isso seria importante que eles estivessem inseridos no contexto apresentado.

Os cenários deveriam ser bem coloridos, sem necessariamente haver fidelidade de cores, de forma a atrair o olhar da criança e destacar os elementos no ambiente.

4.2.5.2.3 Personagem

Conforme analisado nos desenhos animados e jogos infantis, a forma como o personagem é retratado varia de acordo com a idade do público destinado. Para o público do Libras Brincando, que compreende a faixa dos seis anos de idade, os personagens são caricatos, com traços mais soltos e geométricos, além de possuírem alguma característica marcante. O personagem do Libras Brincando deveria ter essas características, sendo a mão um elemento marcante. Por se tratar de um software destinado à linguagem de sinais, seria importante que as mãos fossem bem desenhadas, para possibilitar a completa compreensão dos gestos apresentados.

O personagem também deveria ter a cabeça em dimensões maiores que o resto do corpo. Não haveria fidelidade no uso das cores, podendo ser o cabelo rosa e a pele verde. O personagem poderia ser tanto do gênero masculino como feminino, e suas roupas e acessórios não seriam tão detalhados. Poderia haver a possibilidade de personalização, escolhendo tipo e cor de cabelo, cor da pele e roupa.

4.2.5.2.4 Navegação

O Libras Brincando, por ser um aplicativo voltado para crianças que estão na etapa de alfabetização, deveria possuir uma interface clara e simples de navegação. Os itens que fariam parte do ambiente deveriam ser de fácil compreensão para as crianças. Por isso deveria se trabalhar principalmente com imagens que as crianças já conhecem.

Os elementos que fariam parte da interface do usuário (botões, cursor, ícones) deveriam estar destacados para facilitar a identificação, e, para isso, seriam trabalhados elementos de grandes dimensões e em cores fortes, podendo também serem animados.

A navegação pela interface do software deveria ocorrer de maneira intuitiva, ou seja, por mais que a criança não saiba o significado de algum botão, ele deve se destacar na tela no momento em que há possibilidade de interação. Os elementos deveriam estar

dispostos em pontos de destaque na tela, como os cantos superiores ou inferiores.

4.2.5.2.5 Atratividade

Para que o usuário não se desinteressasse pelo Libras Brincando, seria interessante que se promovesse alguns estímulos para a criança. Os cenários deveriam apresentar movimentações, que poderiam ser a animação de algum objeto no ambiente ou de algum personagem não controlado pelo jogador.

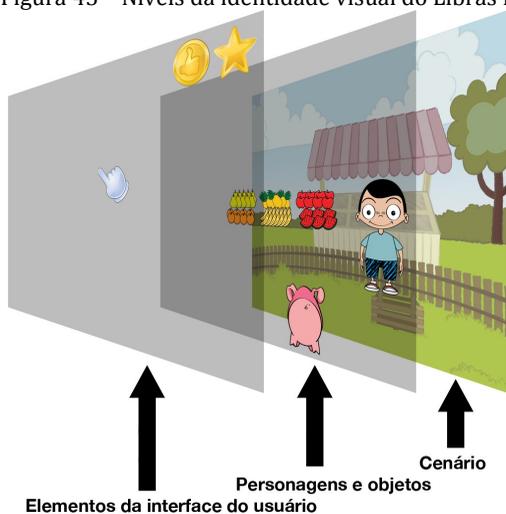
O próprio personagem protagonista poderia ser um elemento de atratividade. Além dos movimentos – e respectivas animações – controlados pelo jogador, ele poderia realizar outros movimentos “involuntários”, como acenar com a mão enquanto está parado em algum local.

Os elementos de navegação também deveriam ser animados, garantindo ao usuário *feedback* a respeito das ações realizadas.

4.2.5.3 Definições

A identidade visual do Libras Brincando foi definida em quatro níveis: cenários, personagens e objetos, elementos da interface do usuário e vídeos. O conjunto deveria ser harmônico, porém cada nível contaria com suas próprias características, de forma a estar identificável na tela. Um elemento informativo de interface do usuário, como a pontuação, não poderia ser confundido com um objeto interativo que, por sua vez, não poderia ser confundido com o cenário. A figura 45 representa graficamente a sobreposição desses níveis.

Figura 45 – Níveis da identidade visual do Libras Brincando



Fonte: Elaborado pelo autor

Todas essas definições iniciam-se pelos personagens, mais precisamente pelo personagem que representa o usuário, batizado de “avatar”.

4.2.5.3.1 Avatar

Em informática, avatar é um ciber corpo inteiramente digital, uma figura gráfica de complexidade variada que empresta sua vida simulada para o transporte identificatório de cibercorpos para dentro dos mundos paralelos do ciberespaço (SANTAELLA, 2003).

O termo faz referência ao conceito hinduísta, onde avatar é uma manifestação corporal de um ser imortal, por vezes até do Ser Supremo. Deriva do sânscrito *Avatāra*, que significa “descida”, normalmente denotando uma das encarnações de Vishnu, que muitos hinduístas reverenciam como divindade.

Os avatares podem ser um meio útil para desenvolver uma relação personalizada entre um usuário e um jogo (LAKHMANI; BOWERS; SHUMAKER, 2011). Podem ser aplicados como facilitadores para que as crianças superem barreiras afetivas e cognitivas quando contam histórias (LIU et al., 2012). A carga cognitiva é reduzida uma vez que a criança pode programar e coordenar a narrativa com o

comportamento do avatar sem ter que memorizar um material roteirizado (KELLEHSTER; PAUSCH, 2007; RESNICK et al., 2009).

No Libras Brincando, o avatar tinha a função de criar identificação com a criança e obter seu engajamento nos jogos propostos. A necessidade da existência de um personagem que representasse o usuário deu-se tanto pelo estudo de aspectos visuais das mídias infantis, onde se percebeu a frequente possibilidade do jogador realizar algumas alterações no personagem quanto pela ausência de uma atividade específica para tratar conceitualmente o indivíduo (“eu sou”).

A partir das recomendações descritas no item 4.2.5.2.3 (página 140), a equipe de artes desenvolveu algumas possibilidades para o desenho do avatar. O desenhista elaborava croquis no papel, os quais eram revisados pelas duas designers gráficas da equipe. Aqueles considerados como mais interessantes pelos três eram digitalizados e tratados com traços refinados e pintura de preenchimento. Nesse momento, os sócios, especialmente o autor deste trabalho, vetavam ou aprovavam a continuidade da proposta, segundo três critérios:

- Aderência às recomendações previamente levantadas;
- Complexidade para animar o desenho, impactando de forma direta na viabilidade do projeto;
- Simpatia dos sócios com o personagem e intuição quanto à sua aceitação junto ao público-alvo.

A figura a seguir mostra as seis últimas propostas para o avatar, sendo que duas delas – números 02 e 07 – tinham a preferência da equipe de artes, já recebendo uma versão feminina (03 e 08).

Figura 46 – Propostas para o tipo de traço do avatar



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Decidiu-se pela consulta das propostas junto ao público-alvo. Por conseguinte, em 23 de setembro de 2010, a figura 46 foi apresentada a duas classes, uma do primeiro e outra do segundo ano do ensino fundamental, da Escola de Educação Básica Jornalista Jairo Callado, em Florianópolis. Foram feitas três perguntas:

1. Qual boneco você gostaria de levar para casa?
2. Que boneco você escolheria para o seu amigo?
3. Que boneco você não gostou?

Não podia haver repetição de resposta. Com a pergunta 1 ter-se-ia a primeira escolha da criança. A pergunta 2 daria a segunda escolha. E a pergunta 3 daria qual tipo de traço é mais rejeitado.

Cada classe contava com 20 alunos, 12 meninas e oito meninos no primeiro ano, e 11 meninas e nove meninos no segundo ano. Quanto à idade, no primeiro ano havia dez crianças com seis anos de idade e dez com sete anos, enquanto no segundo ano havia seis crianças com sete anos de idade e 14 com oito anos. Os quadros 8 e 9 trazem as respostas compiladas.

Quadro 8 – Compilação dos resultados da classe de primeiro ano do ensino fundamental da EEB Jornalista Jairo Callado

Proposta	Para mim	Para o meu amigo	Não quero
1	5	5	1
2	0	2	2
4	5	6	1
5	8	3	3
6	0	6	9
7	1	3	3

Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Quadro 9 – Compilação dos resultados da classe de segundo ano do ensino fundamental da EEB Jornalista Jairo Callado

Proposta	Para mim	Para meu amigo	Não quero
1	12	1	1
2	4	0	0
4	1	5	0
5	0	8	6
6	0	4	10
7	3	2	2

Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Figura 47 – Apresentação dos avatares na EEB Jornalista Jairo Callado



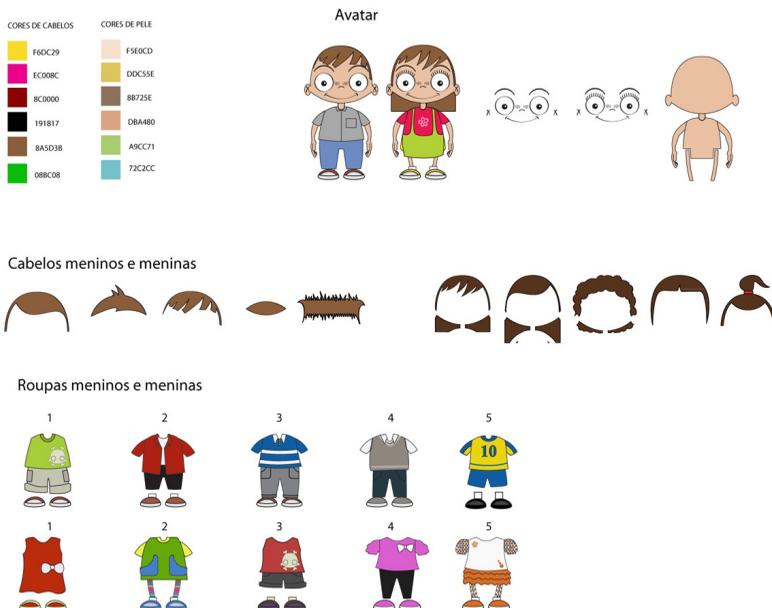
Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Observando-se os dados levantados, o desenho 01 teria a melhor aceitação, com 17 escolhas; 23 se somado primeira e segunda escolha. O desenho 06 teria a maior rejeição, com 19 escolhas. Notou-se entretanto, que o boneco escolhido para o amigo tinha menos conotação de segunda opção da criança e mais de atitude jocosa, ironizando o colega da classe. Assim, o boneco para o amigo poderia tanto ser aquele que agradou como também indicar rejeição, tornando difícil tomar os resultados como absolutos.

Além disso, a escolha da EEB Jornalista Jairo Callado deu-se simplesmente pela possibilidade de acesso a essa escola, de modo que em princípio não se sabia quão representativo era o grupo analisado. Assim, o estudo serviu como mais um elemento para a escolha do avatar, e não a decisão em si.

Decidiu-se pela continuidade ao desenvolvimento do avatar a partir do desenho 07/08, como mostrado na figura 48. Sua rejeição foi baixa em todas contabilidades e o desenho não era óbvio o suficiente para ser a escolha natural das crianças, ou seja, o traço criou certa estranheza que poderia torná-lo marcante, conforme levantado no item 4.2.5.1.1, página 120.

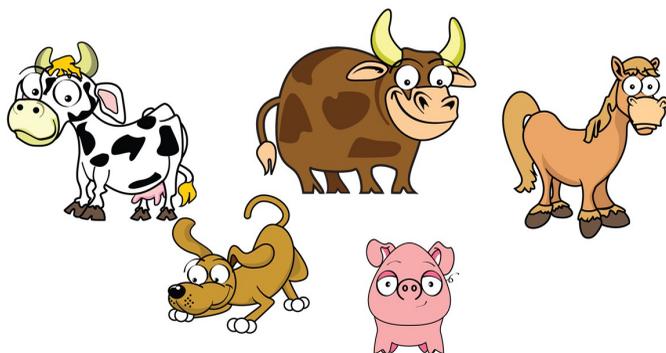
Figura 48 – Avatar aprovado, com as variações de cores, cabelos, roupas, e sexo
Cores peles, cabelos



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

O avatar determinou a aparência dos demais personagens e objetos que seriam apresentados no Libras Brincando, por meio do estilo dos desenhos e paletas de cores a serem seguidas.

Figura 49 – Exemplo de personagens (animais) do Libras Brincando



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

As características são:

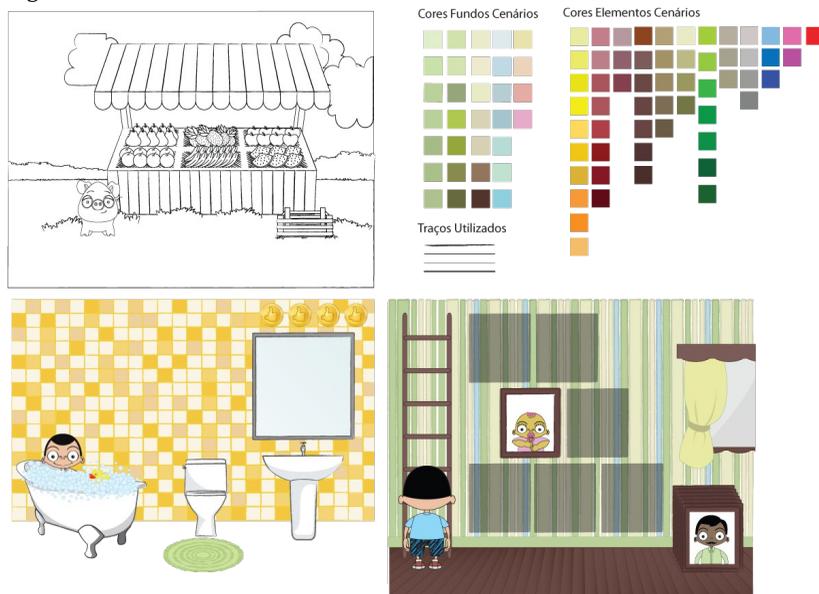
- Mais realista e expressiva;
- Personagem marcante;
- Cabeça e mãos com dimensões exageradas;
- Olhos destacados, com marcação nas partes superiores e inferiores;
- Orelhas aparentes, com um pequeno “X”;
- Traço semelhante a risco de lápis;
- Cores sólidas, sem utilização de sombreamento ou degradê.

4.2.5.3.2 Cenários

Cenários são os planos de fundo presentes nos jogos e demais áreas do ambiente de execução do Libras Brincando.

A identidade visual foi determinada de maneira que ficasse em harmonia com personagens e objetos – sobretudo o avatar – e mantendo destaque aos mesmos. Com isso, as paletas de cores foram selecionadas conciliando aquelas utilizadas no avatar, mas com matizes mais suaves, mais próximas de tons pastéis.

Figura 50 – Cenários do Libras Brincando



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Também seguindo o estilo do avatar, fez uso de traço semelhante ao risco de lápis, como pode ser observado na figura 50.

Todos os cenários são fixos, não havendo nenhum tipo de translação ou deslocamento. Em geral são estáticos, sendo as animações, quando presentes, restritas apenas a certos elementos desse cenário.

Cada uma das áreas teve seu próprio cenário, totalizando 11 fundos de tela:

- Área de navegação – caderno aberto sobre a mesa, utilizado no Mapa, Monta Avatar e Página de Bônus;
- Porco Faminto – quintal da casa;
- Memória animal – mesa de jogos;
- Color Hero – tela de pintura;
- Retratos da Família – sala de estar;
- Fast food – cozinha;
- Onde está? – mesa da cozinha;
- Dominó – mesa da sala de jogos;
- Roupa Mania – quarto;

- Bolhinha de Sabão – banheiro;
- Bingo! – sala de jogos.

Esta lista apresenta a variação de metáforas utilizadas. Embora a casa fosse o tema principal, o conceito foi ampliado e, em certos casos, serviu apenas como inspiração inicial.

Quatro deles remeteram diretamente a um cômodo de uma residência regular: sala, cozinha, quarto e banheiro. Dois se utilizaram de ambientes mais incomuns, sala de jogos e quintal. Este último ficou atípico, pois foi inserido nele um chiqueiro e uma quitanda de frutas. Assim, a interpretação como quintal não é óbvia, sendo facilmente visto como sítio ou feira. Os demais cenários tiveram referência para o tema casa de modo ainda mais implícito (“o caderno que está no quarto”, “a mesa que está na sala”, “a mesa que está na cozinha”, “a tela que está no quarto”).

Entretanto, visto como um todo, a noção de casa é transmitida à criança, uma vez que existem elementos suficientes para essa construção mental.

A orientação principal no desenvolvimento dos cenários era produzir uma imagem que fosse ao mesmo tempo atrativa ao primeiro olhar e agradável ao longo do tempo. Trabalhou-se em três estágios:

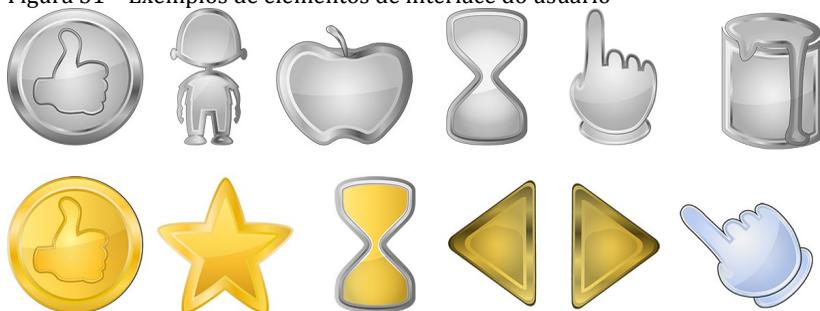
1. Croqui em papel para elaboração do conceito;
2. Definição de padrões e cores;
3. Execução de uma versão finalizada.

No estágio 2, “padrão” é utilizado no sentido da palavra em inglês “*pattern*”, como padrão de repetição. Sempre buscava-se definir padrões para os cenários de forma a criar algo semelhante a um papel de parede, que podia representar veios de madeira e azulejos, entre outros.

4.2.5.3.3 Elementos de Interface do Usuário

Os elementos de interface do usuário compreendem aqueles relativos à navegação e informação do ambiente de execução do Libras Brincando. Como exemplo, pode-se citar a pontuação de um jogo (moedas e estrelas), a contagem de tempo decorrido (ampulheta) e os botões para retornar ou seguir adiante (setas).

Figura 51 – Exemplos de elementos de interface do usuário



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

A identidade visual desses elementos é completamente distinta do avatar e cenários. Têm as seguintes características:

- Desenhos tentando representar volume, tridimensionalidade;
- Aparência remetendo a materiais metálicos e envidraçados;
- Uso de sombras e degradês;
- Cores mais vivas, porém monocromáticas.

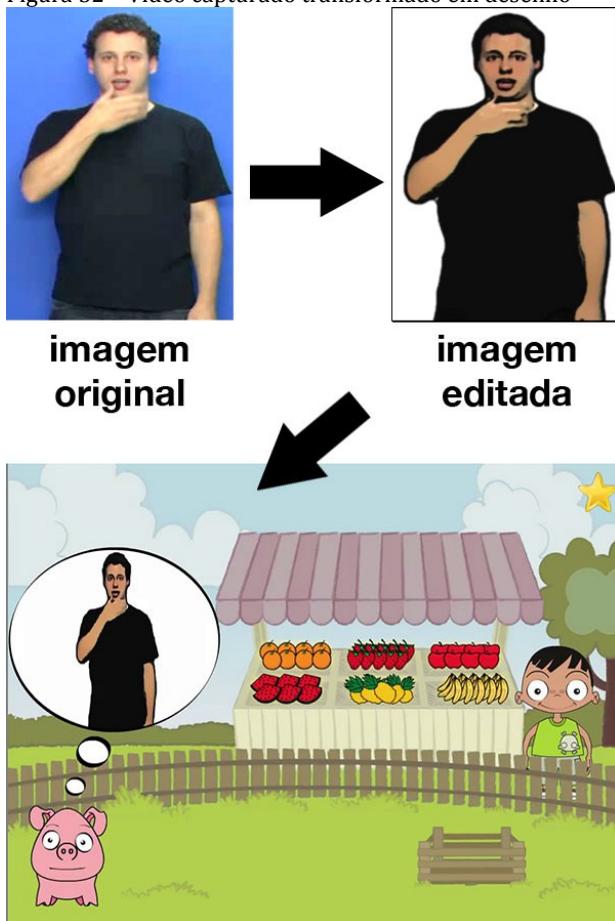
Foi criado um modelo e algumas macros no software Adobe Illustrator para criar o ícone básico a partir de um traçado qualquer. Depois manualmente era feito o acabamento, conforme onde a figura iria ser aplicada.

4.2.5.3.4 Animações dos Gestos

A identidade visual é completada por uma parte inicialmente não prevista, contudo fundamental no Libras Brincando. Era necessário apresentar em Libras todo o vocabulário levantado, o que em princípio seria gestualizado por personagens animados. Porém as animações não eram fidedignas, o que abriria margem para questionamentos e interpretações incorretas. Decidiu-se realizar gravação em vídeo de um professor surdo da Fundação Catarinense de Educação Especial.

Vídeos e fotografias não se integram visualmente com o estilo definido. Com isso, as imagens capturadas passaram por um efeito de “cartoonização” (tornar semelhante a um *cartoon*, desenho).

Figura 52 – Vídeo capturado transformado em desenho



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

O efeito é obtido por meio da aplicação de uma sequência de filtros nos softwares Adobe Photoshop e Adobe After Effects. O resultado final é semelhante a uma pintura, o que torna harmonioso o ambiente como um todo, visto o uso de traço semelhante a risco de lápis nos personagens e cenários.

4.3 ANÁLISE FUNCIONAL DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL

Até este ponto, discorreu-se sobre o processo de desenvolvimento do produto Libras Brincando, o qual serviu como protótipo experimental desta pesquisa. Descreveu-se o contexto onde ele estava inserido, a metodologia de desenvolvimento de software empregada, e explorou-se mais profundamente as fases relativas à concepção e especificação. Para encerrar este capítulo, falta apresentar o resultado final obtido⁷.

A seguir expõem-se as várias áreas do sistema, tanto do ambiente de execução quanto do ambiente de controle.

4.3.1 Ambiente de Execução

O ambiente de execução é aquele destinado às crianças, onde os alunos realizam de fato as atividades. Por ser a parte do sistema que os alunos têm interação, torna-se quase sinônimo de Libras Brincando como um todo, pois são eles os usuários finais desse sistema.

Apresenta-se como jogo computacional e é composto pela área de navegação e por dez atividades.

O acesso é realizado como em um website qualquer, a partir do fornecimento de uma URL ao web browser. Isso requer que o tutor digite essa URL no campo de endereço do navegador para que o aluno possa iniciar o uso. Para facilitar, o endereço pode estar previamente registrado nos favoritos ou ser criado um atalho na área de trabalho do computador. Ainda assim, esta primeira etapa é de responsabilidade do tutor.

4.3.1.1 Autenticação da Sala e Identificação do Usuário

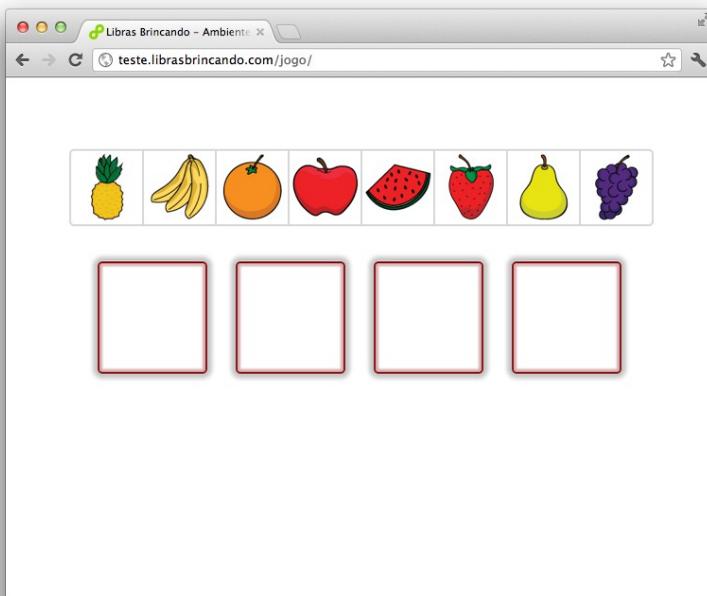
Quando a URL do ambiente de execução é acessada, aparece no web browser a tela de autenticação da sala do aluno. Essa tela não utiliza entrada textual, apenas desenhos. São apresentadas oito figuras de frutas e quatro quadrados em branco, conforme a figura 53.

A autenticação é realizada por meio da sequência de quatro frutas. A sequência é previamente gerada pelo tutor no ambiente de

⁷ Nesse sentido, será apresentado e analisado o funcionamento do Libras Brincando, por isso o título da seção, "análise funcional". É importante não confundir com "análise funcional" de outros domínios, como na matemática (ramo que trata do estudo de espaços de funções) ou na psicologia (aplicação das leis do condicionamento operante para estabelecer relacionamentos entre estímulos e respostas).

controle. Sendo assim, o tutor deve preencher ele mesmo a sequência no computador do aluno, ou informá-la à criança caso ela já domine os sinais das frutas.

Figura 53 – Acesso do ambiente de controle, identificação da sala



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

O usuário pode escolher qualquer uma das frutas, em princípio apontando o cursor do mouse sobre a figura desejada e clicando nela, mas também por meio do teclado, selecionando a figura por meio da tecla “tab” e pressionando a tecla “enter” para confirmar. Escolhida uma fruta, o primeiro quadrado da esquerda para direita é preenchido com ela. Escolhida outra fruta, é preenchido o segundo quadrado, e assim por diante, até não haver mais quadrados em branco.

Não é possível retirar a figura de um quadrado após a seleção. Entretanto, se a sequência inserida não existir, aparece na tela o desenho de um porco chorando, e quando ele for clicado todo processo será iniciado novamente, ou seja, todos os quadrados ficarão em

branco.

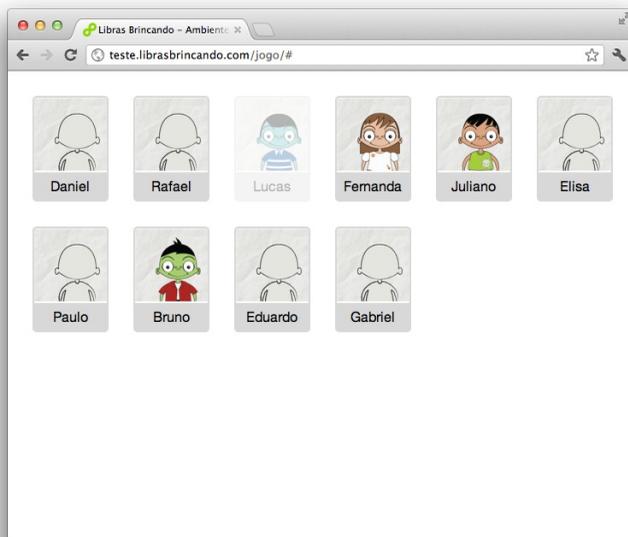
Figura 54 – Acesso ao ambiente de controle, inserção de sequência incorreta



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Quando uma sequência válida é preenchida, a autenticação da sala desaparece da tela e surge a lista dos alunos cadastrados nessa sala, como é mostrado na figura a seguir.

Figura 55 – Acesso ao ambiente de controle, seleção do usuário



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Na listagem aparecem, lado a lado, caixas com figura do avatar do aluno e seu nome. A criança consegue saber quem é na listagem pela figura do avatar.

Se o aluno nunca tiver utilizado o Libras Brincando, seu avatar não terá sido criado, e assim aparecerá apenas um contorno representando o boneco. Nesse caso, caberá ao tutor selecionar a caixa adequada a partir do nome.

O usuário identifica-se simplesmente escolhendo uma caixa, utilizando o cursor do mouse ou teclas “tab” e “enter”, da mesma forma que na tela anterior.

Se uma caixa é escolhida, ela aparece esmaecida para os outros usuários e não pode ser selecionada. Por exemplo, na figura 55 “Lucas” já está dentro do ambiente de execução, e assim não pode mais ser escolhido. Isso acontece em tempo real: quando o usuário entra no ambiente, em outro computador a caixa escolhida fica esmaecida; quando sai, na tela da outra pessoa a caixa deixa de ser esmaecida e fica selecionável.

O usuário sai do ambiente quando:

- Acessa outra URL;
- Fecha o web browser;
- Desliga o computador;
- Perde conexão com o servidor.

4.3.1.2 Área de Navegação

Após o usuário se identificar, ele é direcionado para a área de navegação do ambiente de execução. Esta área é subdividida em:

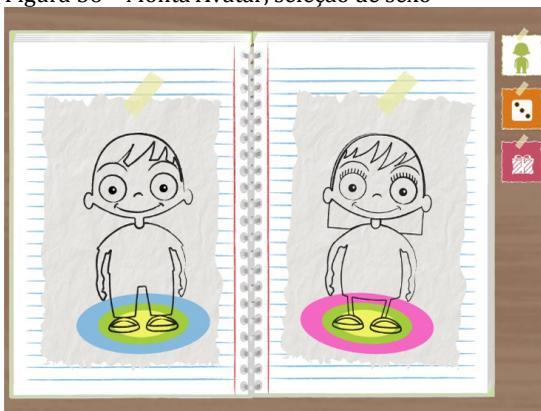
- Monta Avatar;
- Mapa;
- Bônus.

Se for o primeiro acesso do aluno, o Monta Avatar é automaticamente apresentado. Embora não mostre nada em Libras, no fluxo do ambiente de execução o Monta Avatar funciona como a primeira atividade a ser realizada, pois o usuário não pode prosseguir sem definir seu avatar.

A construção do avatar acontece em dois estágios. Primeiro, a criança escolhe se quer menino ou menina. Depois, escolhe as características do seu boneco. As características são cor de pele, cabelo e acessórios, cor do cabelo e roupa.

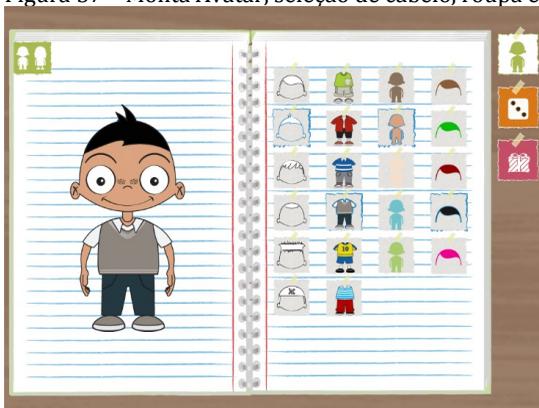
No primeiro acesso, o usuário entra no primeiro estágio, escolhe o sexo e o computador aleatoriamente escolhe as características do boneco. Então o usuário pode alterá-las. Nos próximos acessos, o usuário irá diretamente para o segundo estágio, com as características que ele definiu anteriormente. Ele pode acessar o primeiro estágio clicando no botão de seleção de sexo, no canto superior esquerdo da tela.

Figura 56 – Monta Avatar, seleção de sexo



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

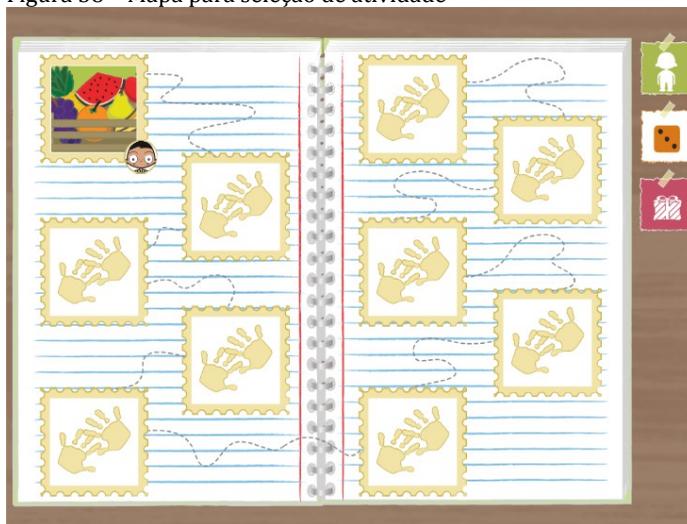
Figura 57 – Monta Avatar, seleção de cabelo, roupa e cores



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Para seguir adiante e ir para o Mapa, o usuário pode clicar na seta do segundo estágio do Monta Avatar (no canto inferior direito do caderno), ou clicar em um botão do menu da área de navegação (canto superior direito da tela). Nesse momento, toda alteração feita no Monta Avatar é registrada no servidor, e assim seu avatar estará salvo. Na tela com a listagem dos alunos cadastrados na sala, ele já não aparecerá como contorno de boneco.

Figura 58 – Mapa para seleção de atividade



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

O mapa apresenta todas as atividades, ou seja, os dez jogos do Libras Brincando. Cada jogo é representado por um selo colado em duas folhas de caderno, conforme figura 58. O acesso às atividades é encadeado; só é possível acessar o segundo jogo depois de passar pelo primeiro e assim por diante. As atividades com acesso liberado são apresentadas com o selo do tema abordado colado no caderno, enquanto naquelas não liberadas estão apenas os espaços indicativos. Na figura 58, somente a primeira atividade está liberada (tema frutas).

O último jogo acessado é indicado para o usuário com um pequeno ícone animado, o avatar.

A área de navegação também conta com a página de bônus. Os bônus são itens para incentivar a utilização repetida do Libras Brincando pela criança. Ela deve completar cinco vezes um mesmo jogo para ganhar um bônus. Os bônus são novas roupas, novos cabelos e cores no Monta Avatar, atividades de pintura, quebra-cabeças e outro minijogos como jogo da velha.

Figura 59 – Página de bônus



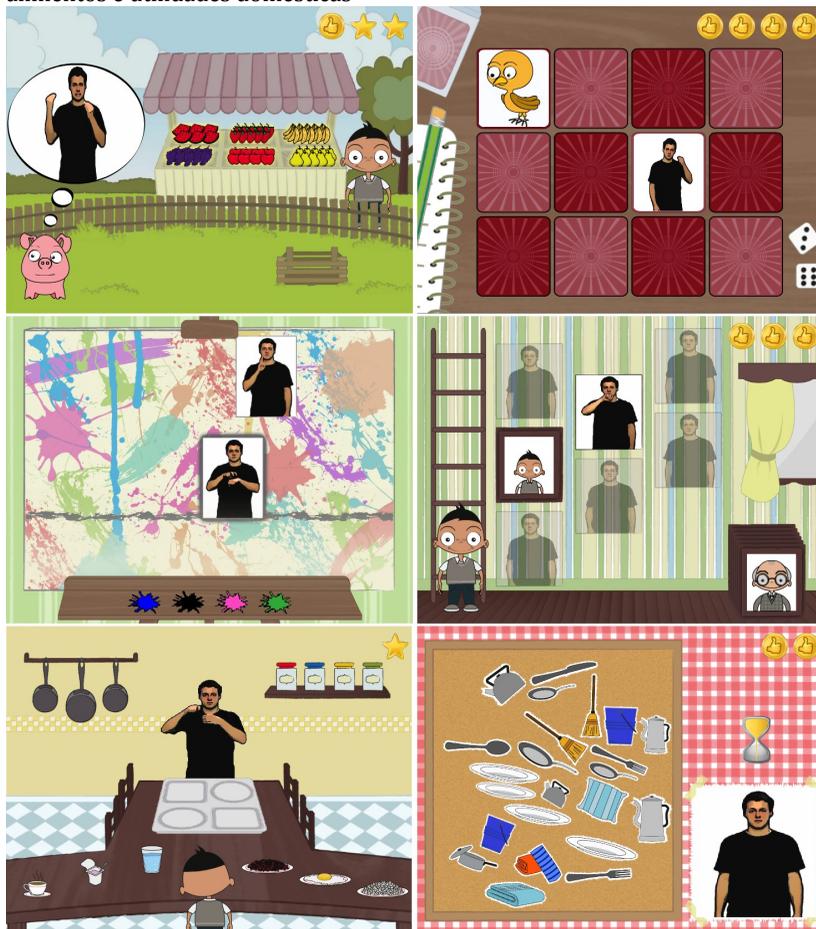
Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

4.3.1.3 Atividades

O usuário pode selecionar no mapa qual atividade deseja realizar. São dez atividades, cada uma tratando de um determinado tema:

1. Frutas
2. Animais
3. Cores
4. Família
5. Alimentos
6. Utilidades domésticas
7. Brinquedos
8. Vestuário
9. Higiene e limpeza
10. Móveis e eletrônicos

Figura 60 – Jogos relativos às atividades frutas, animais, cores, família, alimentos e utilidades domésticas



Fonte: Númera Soluções e Sistema Ltda.

Figura 61 – Jogos relativos às atividades brinquedos, vestuário, higiene e limpeza e móveis e eletrônicos



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Cada atividade tem a forma de um jogo distinto, porém todos os jogos sempre tratam do relacionamento entre figura do tema abordado e sinal correspondente em Libras. A lógica desse relacionamento pode ser de três tipos:

- Um sinal → várias figuras – tem-se o vídeo de um determinado sinal e deve-se selecionar uma figura entre os vários desenhos apresentados;
- Vários sinais → uma figura – tem-se determinado desenho e deve-se selecionar um vídeo de sinal entre os vários apresentados;
- Vários sinais → várias figuras – deve-se relacionar o par desenho e vídeo de sinal adequado.

Quadro 10 – Lógica de relacionamento dos jogos

	Tema	Jogo	Lógica
1	Frutas	Porco Faminto	1 sinal → várias figuras
2	Animais	Memória Animal	vários sinais → várias figuras
3	Cores	Color Hero	1 sinal → várias figuras
4	Família	Retratos da Família	vários sinais → 1 figura
5	Alimentos	Fast Food	1 sinal → várias figuras
6	Utilidades domésticas	Onde Está?	1 sinal → várias figuras
7	Brinquedos	Dominó	vários sinais → várias figuras
8	Vestuário	Roupamania	vários sinais → várias figuras
9	Higiene e limpeza	Bolinha de Sabão	1 sinal → várias figuras
10	Móveis e eletrônicos	Bingo!	1 sinal → várias figuras

Fonte: Elaborado pelo autor

A lógica de progresso do usuário também não é uniforme. Em alguns jogos o usuário começa sem nada e quando acerta a relação figura-sinal ganha uma moeda de recompensa. Em outros, o usuário já começa com uma quantidade de moedas e quando erra a relação figura-sinal perde uma moeda. No primeiro caso, há sucesso quando obtêm-se certo número de acertos, enquanto no segundo há fracasso quando se realiza certo número de erros.

Há ainda dois jogos, Dominó e Bingo, que não seguem nenhuma dessas lógicas. No Dominó joga-se contra o computador e o usuário ganha se ficar sem peças antes da máquina. Já no Bingo, a atividade é completada se uma linha da cartela for preenchida.

Quadro 11 – Lógica de pontuação do jogos

	Tema	Jogo	Recompensa/Pontuação
1	Frutas	Porco Faminto	Ganha moeda no acerto
2	Animais	Memória Animal	Perde moeda no erro
3	Cores	Color Hero	Ganha moeda no acerto
4	Família	Retratos da Família	Perde moeda no erro
5	Alimentos	Fast Food	Ganha moeda no acerto
6	Utilidades domésticas	Onde Está?	Ganha moeda no acerto
7	Brinquedos	Dominó	Sem moedas
8	Vestuário	Roupamania	Ganha moeda no acerto
9	Higiene e limpeza	Bolinha de Sabão	Ganha moeda no acerto
10	Móveis e eletrônicos	Bingo!	Sem moedas

Fonte: Elaborado pelo autor

Em três atividades – frutas, animais e alimentos – há reforço da relação figura-sinal. Nos jogos “Porco Faminto” e “Fast Food”, quando o usuário seleciona a figura incorreta, é apresentada, em tela cheia, qual seria a correta para o sinal solicitado. Já no jogo “Memória Animal”, quando o jogador acerta a combinação correta de cartas, o vídeo do sinal é executado junto da figura.

Figura 62 – Reforço da relação figura-sinal



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

A presença do avatar também varia ao longo das atividades. Dos dez jogos, ele aparece em seis, como pode ser observado nas figuras 60 e 61. No “Porco Faminto” e no “Bingo!” ele é ativo, pegando a fruta escolhida e a bolinha a ser cantada. Nos demais jogos o avatar é apenas parte do cenário.

Em termos de interação e entrada de dados, quase todos os jogos

utilizam a ação apontar-e-clicar: posiciona-se o cursor do mouse sobre o item desejado na tela (figura ou sinal, dependendo do caso) e clica-se com o botão do dispositivo. Entretanto, os jogos “Retratos da Família”, “Dominó” e “Roupa Mania” fazem uso da ação arrastar-e-largar, onde é necessário pressionar o botão do mouse e “arrastar” virtualmente o item até a posição desejada na tela.

4.3.2 Ambiente de Controle

Paralelo à realização das atividades, há o ambiente de controle, interface de utilização do sistema para os demais perfis de usuários. O ambiente serve, basicamente, para cadastramento (usuários, escolas, alunos) e acompanhamento (visualização de estatísticas de uso). O perfil intimamente ligado ao ambiente de execução é o tutor e, assim, as funcionalidades disponíveis para ele são apresentadas aqui.

O ambiente de controle tem a interface gráfica regular de um sistema web. A autenticação e identificação do usuário, por exemplo, é feita de maneira tradicional por meio da combinação e-mail/senha.

Figura 63 – Tela de acesso do ambiente de controle



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Após estar autenticado, a interface do ambiente é dividida em colunas, sendo a primeira, na extremo esquerda, sempre presente com o menu principal. As demais colunas dependem da opção selecionada nesse menu, mas geralmente são apresentadas duas colunas, uma de listagem e outra de detalhamento de um item específico dessa listagem.

Figura 64 – Ambiente de controle



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Na parte superior há uma faixa que atravessa horizontalmente todas as colunas, chamada barra de ação, com as ações relativas aos conteúdos das colunas presentes. Nessa barra há também, na extrema direita um botão com o e-mail do usuário. Ele deixa evidente quem está utilizando o sistema e, quando selecionado, mostra o menu do usuário com as opções de editar os dados da pessoa e sair do ambiente.

As opções do menu principal variam conforme o perfil do usuário, sendo que para o tutor aparece “Alunos”, “Acompanhamento” e “Execução de jogos”.

Selecionando “Alunos”, é apresentada a listagem dos alunos que o tutor em questão têm responsabilidade, agrupados pela classe. Classe, em princípio, é a própria classe da escola em que os alunos estão matriculados, mas pode ser qualquer agrupamento que o gestor da instituição considerar adequado.

Na barra de ação da listagem há o campo de filtro dos itens e o botão de novo aluno. No filtro, quando digita-se algo, a lista fica reduzida apenas aos itens que combinam com as letras inseridas. O botão de novo aluno traz o formulário de cadastrado, que é bastante simples, requerendo apenas nome, idade, se é ouvinte ou não e a qual classe ficará atrelado. As classes apresentadas são somente aquelas que o tutor tem responsabilidade.

Figura 65 – Ambiente de controle, visualização de um aluno



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

Quando seleciona-se um aluno na listagem, visualiza-se os detalhes desse aluno:

- Idade;
- Se é surdo ou ouvinte;
- Classe a qual pertence;
- Progresso geral;
- Data e hora do último acesso;
- Três gráficos de estatísticas de uso.

A primeira estatística de uso mostra um gráfico tipo pizza com a porcentagem de tempo que o aluno ficou em cada tema. O segundo gráfico apresenta barras com o tempo de utilização nos três últimos acessos. O último gráfico, também de barras, traz os vocábulos em que o aluno encontrou mais dificuldade, independentemente da atividade.

“Acompanhamento” traz gráficos semelhantes, mas em vez de considerar dados de um aluno específico trata da classe como um todo.

Finalmente, “Execução de jogos” permite que o tutor libere o acesso ao ambiente de execução para os alunos. Como na opção “Alunos”, são apresentadas duas colunas, uma com a listagem das classes sob responsabilidade do tutor e outra com a interface para liberar o acesso ao ambiente de execução para a classe selecionada nessa listagem.

A liberação usa a metáfora de abrir a sala para atividades. Para

abrir uma sala, o tutor deve apenas informar quanto tempo ela estará aberta e apertar o botão “Abrir sala”. Será mostrado, então, o código para acesso no ambiente de execução (sequência de quatro frutas), o cronômetro com a contagem regressiva para o fechamento da sala, um botão para fechamento imediato e a listagem dos alunos da classe.

Embora não seja explícito, o cronômetro também é um botão, o qual quando pressionado mostra o campo de adição de tempo para fechamento da sala.

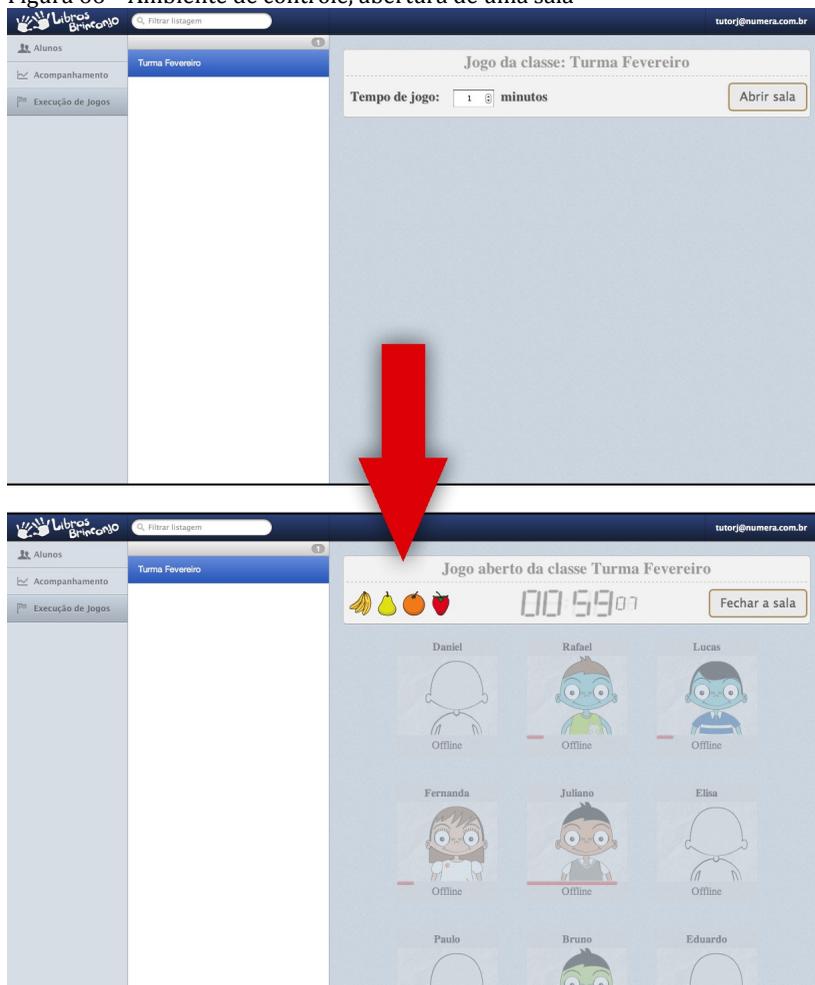
Na listagem dos alunos da classe aparecem, lado a lado, caixas com nome do aluno, seu avatar, uma barra indicando progresso geral e em qual área a criança encontr-se momento. Se o aluno nunca tiver utilizado o Libras Brincando, seu avatar não terá sido criado e, assim, aparecerá apenas um contorno representando o boneco. As caixas dos alunos que não estiverem dentro do ambiente aparecem esmaecidas.

A atualização da listagem acontece em tempo real: quando o aluno entra no ambiente, sua caixa deixa de ser esmaecida; quando ele edita seu avatar, a figura altera-se; quando ele completa uma atividade, a barra indicando o progresso avança.

Se o aluno estiver dentro do ambiente, o tutor pode removê-lo da sala clicando na sua caixa na listagem.

Um detalhe importante na abertura de sala é que o fechamento acontece apenas se o tempo definido encerrar-se ou se o tutor explicitamente fechar a sala. Mesmo que seu computador seja desligado, a sala continuará aberta. Quando o Tutor for acessar novamente o ambiente de controle, na opção “Execução de jogos”, continuará com a contagem regressiva na classe em questão.

Figura 66 – Ambiente de controle, abertura de uma sala



Fonte: Númera Soluções e Sistemas Ltda.

4.3.3 Discussão

Um ponto que não fica aparente na descrição do protótipo são os detalhes que dão acabamento refinado ao produto e tornam a experiência de utilização mais atrativa. Por exemplo:

- Quando uma atividade está sendo carregada, em vez de uma barra crescente representando a porcentagem dos recursos já transferidos, várias mãos coloridas vão aparecendo na tela. O jogo estará carregado quando não houver mais espaço.
- Quando o usuário ganha uma estrela, as moedas juntam-se e se transformam, surge uma estrela pulsante e há animação em espiral dos desenhos do tema abordado na atividade.
- Quando o usuário completa a atividade, aparece animação do avatar dando parabéns.
- Nos vários jogos há pequenas animações, como no Fast Food, onde as frigideiras e potes se mexem, ou no Bolinha de Sabão, onde a banheira fica borbulhando.

É importante observar também que, mesmo respeitando a análise de requisitos realizada, o design geral foi elaborado considerando a possibilidade de execução em diversos dispositivos. O ambiente de execução funcionaria tão bem, ou até melhor, se baseado em toque – em vez de cursor de mouse – em um tablet. Com pequenos ajustes nos tamanhos dos vídeos, a interface estaria adequada para *smartphones*. Para TV digital interativa, apenas modificações nas atividades que utilizam ação arrastar-e-largar já seriam suficientes.

Da mesma forma, todo ambiente de controle foi preparado para funcionar de maneira a responder a telas de diversos tamanhos e densidades de pixels. A opção em organizar a interface em colunas torna suave a transição para telas pequenas, como *smartphones*, uma vez que é possível apresentar uma coluna por vez.

Considerando que os ambientes são aplicações separadas do servidor, seria interessante a criação de aplicativos especializados, como um ambiente exclusivo para abertura e fechamento de sala em TVDI.

Contudo, há problemas a serem corrigidos, sendo o mais evidente a questão da utilização pelo teclado e dispositivos alternativos de entrada de dados. Ainda que o Libras Brincando não seja em si um software de acessibilidade, o fato de considerar como usuário final uma pessoa com deficiência carrega expectativas em relação ao seu funcionamento. Todas as atividades do ambiente de execução foram orientadas exclusivamente para o mouse, o que pode ser problemático para crianças, surdas ou não, com deficiência motora.

Por fim, o processo de abertura de sala no ambiente de controle, com a respectiva inserção da sequência de frutas no ambiente de

execução, pode ser de difícil compreensão pelos usuários, sejam os tutores ou alunos. Porém, é fato a necessidade de um meio de autenticação para poder identificar o aluno e controlar o acesso. A geração e inserção da sequência de frutas busca o compromisso entre nível mínimo de segurança, com apenas 1680 configurações, e facilidade de uso. A usabilidade, ou falta dela, será comprovada quando aplicada em contextos adversos.

5 APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL

Este capítulo aborda a aplicação do protótipo experimental junto a alunos do ensino fundamental. Apresenta-se a amostra selecionada, descreve-se como foi realizada a aplicação do protótipo, e por fim, faz-se análise dos resultados obtidos. A aplicação tratou especificamente do ambiente de execução, ou seja, da utilização das atividades e jogos por crianças surdas e ouvintes, percorrendo a faixa etária entre quatro e dez anos de idade.

O objetivo era avaliar se os preceitos estabelecidos nas fases de concepção/especificação da metodologia de desenvolvimento do protótipo experimental, especificamente modelagem pedagógica, análise de requisitos, arquitetura de software e identidade visual, atingiram os resultados imaginados em termos de usabilidade, atratividade, diversão e engajamento, formas de uso e aquisição do conhecimento proposto.

A avaliação é feita a partir das observações realizadas e da análise dos dados de utilização do sistema registrados (*logs*).

A versão utilizada do protótipo foi a compilação 0811, que incluía somente as atividades relativas aos cinco primeiros temas (frutas, animais, cores, família e alimentos), pois as demais ainda estavam incompletas ou instáveis. A área de navegação também era diferenciada, com um menu de atividades no formato de casa em vez do mapa, e o Monta Avatar continha outra disposição dos elementos de interface gráfica.

Figura 67 – Área de navegação da compilação 0811 do protótipo experimental



Fonte: Númera Soluções e Sistema Ltda.

5.1 APRESENTAÇÃO DA MOSTRA SELECIONADA

A aplicação do protótipo experimental junto a crianças do ensino fundamental foi elaborada com a cooperação do Centro de Capacitação de Profissionais da Educação e de Atendimento às Pessoas com Surdez (CAS), da Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE). Decidiu-se por acompanhar alunos de duas escolas para compor um cenário diversificado de estudo, tornando mais robusto os dados para análise. Trabalhou-se com a Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição e o Centro de Educação Infantil São José II. As escolas foram escolhidas pelos critérios acessibilidade, representatividade, estrutura e diversificação.

Inicialmente, fazia-se necessário ter acesso à instituição de ensino, e assim as possíveis amostras foram reduzidas àquelas que contavam com colaboração da direção, compreensão e experiência na realização de pesquisas, e em que houvesse entendimento por parte do corpo docente. Pais dos alunos e associação de pais também desempenham papel relevante neste tipo de estudo. A EEB Nossa Senhora da Conceição realiza trabalhos frequentes nessa área, como o projeto de pesquisa em 2004 que resultou no lançamento da Política de Educação de Surdos de Santa Catarina e o projeto-piloto de implantação da educação bilíngue no estado em 2006. O CEI São José II fica localizado no campus da FCEE e aplica diferentes práticas educacionais e de inclusão.

Além de a instituição possibilitar acesso, ela deveria ter turmas que fossem representativas do grupo que se desejava estudar. Assim, deveriam possuir alunos surdos, de preferência em número expressivo, e condições sociais variadas, com crianças que não têm acesso a computadores fora da escola.

Mas se computador fora da escola não deveria ser regra, na escola, sim. A instituição de ensino a ser analisada deveria possuir uma estrutura adequada: sala de informática, acesso à internet, apoio técnico. Caso contrário, o estudo seria impactado por possíveis dificuldades anteriores à própria solução proposta.

Por fim, era interessante buscar diversificação. As instituições selecionadas possibilitaram acompanhar uma classe especial, formada exclusivamente por crianças surdas, outra regular do primeiro ano, uma terceira também do primeiro ano, mas com introdução a Libras no currículo, e uma última classe de pré-escola.

A Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição é uma

escola pública estadual, parte da 18ª Gerência Regional de Educação, Grande Florianópolis. Localiza-se no bairro Roçado, no município de São José. A escola é modelo na região no atendimento a alunos especiais, com 200 alunos com deficiência matriculados.

O Centro de Educação Infantil São José II passou, com a municipalização da educação infantil em 2009, para a rede municipal de ensino de São José. Localiza-se no Bairro Nossa Senhora do Rosário, junto ao campus da FCEE. Atende 300 alunos, sendo 10% deles de crianças com deficiência. A instituição é centrada no trabalho de inclusão.

Quanto às classes acompanhadas, foram quatro grupos selecionados. O primeiro era uma classe bilíngue com alunos de segundo e terceiro ano, chamada de turma mista. Ela complementava as classes regulares dos alunos com aulas focadas em Libras. O grupo era formado por cinco crianças, sendo três meninos e duas meninas. Havia uma criança de sete anos, uma de oito, duas de nove e uma de dez anos de idade. Todas eram proficientes em Libras e conseguiam ler em português.

O segundo grupo era um primeiro ano regular do ensino fundamental. Contava com 20 crianças, sendo uma delas surda. Oito meninos e seis meninas. A idade era seis anos. Nenhum dos alunos tinha conhecimento em Libras.

O terceiro grupo era formado por alunos da pré-escola, 18 crianças de quatro anos de idade, dez meninas e 8 meninos, um surdo.

O grupo final era um primeiro ano regular, porém este tinha uma aula semanal de Libras, da mesma forma que é comum haver aula de inglês ou espanhol nas escolas particulares. Eram 26 crianças, sendo uma delas surda, 16 meninos e dez meninas. As idades eram cinco e seis anos.

Quadro 12 – Resumo das classes acompanhadas na aplicação do protótipo experimental

Escola	Classe	Alunos	Meninos	Meninas	Surdos	Idade
N.Sª. Conceição	Bilingue23	5	3	2	5	7 ~ 10
N.Sª. Conceição	Regular 1	20	12	8	1	6
São José II	G5C	18	8	10	1	4
São José II	G7B	26	16	10	1	5 e 6

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO

Realizou-se a aplicação do protótipo em três rodadas de testes. No dia 26 de agosto de 2011 foi acompanhado o uso do protótipo com a classe bilíngue da EEB Nossa Senhora da Conceição, na sala de informática da escola. No mesmo local, no dia 5 de setembro de 2011 foi feita a aplicação com a classe do primeiro ano regular. Em 9 de setembro de 2011, na sala informatizada da FCEE, observou-se as classes de pré-escola e do primeiro ano regular da CEI São José II.

5.2.1 Classe Bilíngue – EEB Nossa Senhora da Conceição

A primeira aplicação do protótipo experimental foi realizada na Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição, com uma turma mista de alunos do segundo e do terceiro anos, todos surdos. Esse grupo era diferenciado por estar em uma faixa etária um pouco acima daquela à qual o protótipo foi destinada – entre sete e dez anos de idade, enquanto o software é voltado para a faixa entre quatro e oito – e por já dominar a Libras. A ideia era analisar a interface do usuário como um todo, sobretudo se os sinais apresentados eram compreensíveis.

Fez-se uso da sala de informática da escola. A sala em forma quadrada era espaçosa e confortável para a experiência a ser realizada. Contava com boa iluminação, tanto artificial quanto natural, graças à sequência de janelas que cobria inteiramente uma das paredes. Havia 14 computadores, dispostos em bancadas encostadas ao longo de três paredes, as quais formavam um U. Na parede complementar estava o quadro negro, e em frente uma escrivaninha para o professor. No meio da sala ficavam quatro mesas agrupadas de modo a formar uma única, podendo atender até 12 pessoas, três em cada lado.

Os computadores tinham processadores Intel Celeron 2.50 GHz e 512MB de memória RAM. Os monitores eram do tipo CRT, com tela de 15 polegadas. Nove deles eram da marca Positivo. Todos utilizavam o sistema operacional Linux Educacional 3.0 e o navegador Web Mozilla Firefox 3.5. A conexão de internet tinha banda de 2MB provida pela Oi Telecom.

Acompanharam a aplicação: além do autor, dois integrantes da Númera; a coordenadora, uma professora bilíngue e dois professores surdos do CAS/FCEE; a professora bilíngue da classe mista. No início, também estava presente o técnico de suporte em redes e computadores

da escola.

Figura 68 – Aplicação do protótipo na EEB N.S^a. da Conceição, classe bilíngue



Fonte: Registrado pelo autor

A aplicação foi marcada para primeira aula da tarde, às 13h30. Os membros da Númera e da FCEE chegaram antes para realizar os preparativos, às 13h00. Todos foram recepcionados pela diretora geral da escola, que apresentou a sala de informática e o técnico responsável.

A liberação do acesso ao ambiente de execução foi controlada pela equipe de programação da Númera remotamente a partir da sede da empresa, ou seja, o ambiente de controle não foi acessado de dentro da escola.

Antes do começo da aula, acessou-se uma sala de teste do sistema para verificar se o ambiente de execução funcionaria corretamente, mas ele não era nem mesmo carregado. Percebeu-se incompatibilidade com a versão do *plugin* Adobe Flash Player instalada. A versão nos computadores era a 8 (lançada em 2005), enquanto o protótipo necessitava no mínimo da versão 9 update 3 (lançada em 2009), por conta dos vídeos dos sinais codificados no padrão H264, arquivos no formato F4V. O técnico acessou um blog relacionado ao Linux Educacional para procurar situações semelhantes e executou três ou quatro comandos para atualizar o *plugin* para a versão mais recente, a 10.3. A atualização demorou cerca de um minuto, porém teve que ser efetuada em todos os computadores. Após a atualização, foi possível a execução do protótipo. Cinco computadores foram preparados com o navegador já aberto na página do ambiente de execução, na tela de autenticação. Tudo aconteceu antes do início da aula.

Quando a sineta da escola tocou, informando o início da aula, os alunos chegaram com a professora na sala. Eles não tinham tido qualquer tipo de preparo ou informação anterior sobre a experiência. A

coordenadora do CAS fez a introdução e explicou que as crianças iriam brincar com um jogo no computador:

O primeiro jogo é o porquinho comilão. Tem uma pessoa na tela que vai fazer o sinal de uma fruta. Daí vocês vão ter que ir lá na lojinha, clicar na fruta pra dar comida por porquinho. Tem que prestar atenção. Se errar, o porquinho não vai ganhar comida e vocês não vão ganhar o jogo.

Cada criança foi encaminhada a dos computadores previamente preparados. Elas começaram a clicar na tela de autenticação, recebendo a cara do porco chorando. Todas as crianças foram instruídas a olharem e prestarem atenção na professora:

Atenção! Tem quatro frutas que vocês vão ter que memorizar, que são: laranja, uva, pera, melancia.

Depois, todos vieram ao redor de um dos alunos. A professora repetiu a sequência, o aluno clicou nas frutas e procedeu para listagem dos alunos. Embora todos os avatares aparecessem na listagem como contorno de boneco, a criança já lia português e clicou no seu nome.

Todos os alunos retornaram para seus computadores. Cada criança ficou acompanhada por outra pessoa (pela professora da turma ou por um membro do CAS/FCEE).

Já havia comemoração com o simples acerto da sequência de acesso. Apenas um errou a ordem das frutas e teve que refazer o processo de autenticação.

Apesar de solicitadas a aguardarem, assim que as crianças entravam no ambiente, começavam a montar seu avatar. Duas delas tiveram orientação sobre o Monta Avatar, mais por excitação do acompanhante do que por dúvida da criança. O processo foi natural, logo que apareceu na tela escolheram o sexo e começaram a modificar o boneco. De maneira geral, tudo em menos de um minuto. Não houve repetição de avatar.

Quadro 13 – Configurações do avatar da classe bilíngue, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Idade	Sexo	Tempo	Cabelo	Cor do cabelo	Roupa	Cor da pele	Sexo
1	10	M	00:32	3	9067835	2	14533982	M
2	9	M	01:26	2	1644567	3	16113869	M
3	7	F	00:45	2	1566636	1	16113869	F
4	8	F	00:56	2	9067835	5	14394496	F
5	9	M	00:54	1	9067835	5	16113869	M

Fonte: Elaborado pelo autor

Cada aluno foi seguindo seu ritmo, não havendo espera para que todos acessassem concomitantemente as atividades. Tão logo se davam por satisfeitos com o avatar, seguiam para a primeira atividade, tema frutas, no jogo Porco Faminto. Este era o único jogo que eles haviam tido alguma instrução, como transcrito anteriormente. O jogo entreteve pelos gráficos, pelas animações e por usar sinais, algo novo para as crianças. Porém, o desafio era praticamente inexistente. Para completar o jogo era necessário ganhar três estrelas e para cada estrela era necessário quatro acertos consecutivos, ou seja, na melhor das hipóteses seriam no mínimo 12 tentativas. Dos cinco, três completaram sem nenhum erro e outros dois com apenas um erro. Coincidentemente os dois erraram após ganharem uma estrela, então é provável que tenham apenas se distraído com a animação da vitória ou com a comemoração junto ao acompanhante. Em média, a atividade foi completada em menos de três minutos.

Quadro 14 – Dados da atividade relativa ao tema fruta da classe bilíngue, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Idade	Sexo	Tempo	Tentativas	Erros
1	10	M	03:17	12	Nenhum erro
2	9	M	02:59	13	1 erro: solicitado maçã, clicado morango
3	7	F	02:32	12	Nenhum erro
4	8	F	02:41	12	Nenhum erro
5	9	M	03:10	13	1 erro: solicitado banana, clicado laranja

Fonte: Elaborado pelo autor

Após cinco minutos de uso, o servidor do protótipo parou de

responder e a aplicação ficou congelada nos computadores dos alunos. O servidor teve que ser reiniciado, a sala virtual teve que ser reaberta, uma nova sequência de fruta foi gerada e cada aluno teve que passar pelo processo de autenticação novamente. Entre entender o problema e corrigi-lo, perdeu-se oito minutos. Além disso, o computador de um dos alunos – identificação 5, um menino de nove anos de idade – parou de funcionar. Foi preciso chamar o técnico de suporte, que àquela altura não se encontrava na sala, iniciar outra máquina e fazer atualização de *plugin* Flash, prejudicando muito a aplicação do protótipo com essa criança. Ela perdeu 17 minutos em relação aos colegas.

Na atividade seguinte, que tratava do tema animais, o jogo também não apresentou dificuldades para as crianças. Sendo um jogo da memória em que não eram apresentadas as cartas previamente, era esperado a estratégia de tentativa-e-erro. Isso quer dizer que o erro não necessariamente tem a ver com dúvida ou incompreensão, apenas tentativa de localizar os pares de cartas. O jogo tinha três níveis, com quatro, oito e doze cartas, podendo a criança errar até três, seis e nove vezes, respectivamente. Ninguém excedeu esses números.

Quadro 15 – Dados da atividade relativa ao tema animais classe bilíngue, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Idade	Sexo	Tempo	Nível	Tentativas	Erros
1	10	M	05:33	1	3	1
				2	9	5
				3	12	6
2	9	M	04:41	1	3	1
				2	7	3
				3	12	6
3	7	F	04:54	1	2	0
				2	6	2
				3	11	2
4	8	F	03:35	1	3	1
				2	5	1
				3	12	6
5	9	M	04:28	1	3	1
				2	6	2
				3	10	4

Fonte: Elaborado pelo autor

Como os alunos tinham a liberdade de fazer as atividades que desejassem, nem todas as crianças experimentaram todos os jogos, pois preferiram repetir algum em vez de testar um novo. Assim, as três atividades restantes só foram testadas por parte do grupo. As atividades dos temas cores e família foram utilizadas por quatro dos cinco alunos, e a do tema alimentos, apenas por três.

A atividade relativa ao tema cores mostrou-se a de compreensão mais complicada das regras. Houve dificuldade em entender o momento em que deveria ser clicada a cor. Isso pode ser observado pelo elevado número de cliques prematuros (cor clicada antes do momento correto) e cliques perdidos (cor não clicada), apresentado no quadro 16.

Quadro 16 – Dados da atividade relativa ao tema cores da classe bilíngue, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Idade	Sexo	Tempo	Cliques Prematuros	Cliques Perdidos	Erros
1	10	M	05:04	37	14	32
2	9	M	08:44	37	71	51
3	7	F	02:14	23	3	2
4	8	F	02:35	19	12	1
5	9	M	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor

Por outro lado, a atenção à atividade relativa ao tema família não era pelas regras, mas pela ação diferenciada de interação: arrastar-e-soltar em vez de apontar-e-clicar. De fato houve uma adaptação inicial, com retratos sendo soltos fora do momento adequado, porém muito rápida. Na quinta tentativa as crianças já dominavam o movimento.

Quadro 17 – Dados da atividade relativa ao tema família da classe bilíngue, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Idade	Sexo	Tempo	Retrato solto fora de quadro	Erros
1	10	M	01:20	4	0
2	9	M	02:20	10	2
3	7	F	03:23	4	6
4	8	F	02:40	4	9
5	9	M	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, a atividade relativa ao tema alimentos foi a de maior desafio para os três alunos que a realizaram. Gastaram, em média, oito minutos para completá-la. Entretanto, o tempo não é referência para a dificuldade do jogo, uma vez que eles encontraram um *bug*, um problema na implementação: era possível clicar no alimento tão logo ele era solicitado, quando o correto seria aguardar a solicitação de uma sequência e depois clicar na ordem correta dos pedidos. Com isso, ficou muito mais fácil, com pouco erros por parte das crianças.

Quadro 18 – Dados da atividade relativa ao tema alimentos da classe bilíngue, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Idade	Sexo	Tempo	Erros
1	10	M	-	-
2	9	M	07:34	8
3	7	F	09:24	5
4	8	F	07:18	3
5	9	M	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor

A utilização do protótipo é sintetizada no quadro a seguir:

Quadro 19 – Resumo da utilização pelos alunos da classe bilíngue, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Tempo total	Monta Avatar	Tema Frutas	Tema Animais	Tema Cores	Tema Família	Tema Alimentos
1	26:38	1 vez	1 vez	2 vezes	1 vez	1 vez	-
2	33:46	1 vez	1 vez	1 vez	1 vez	1 vez	1 vez
3	24:58	1 vez	1 vez	1 vez	1 vez	1 vez	1 vez
4	34:12	3 vezes	1 vez	1 vez	1 vez	2 vezes	1 vez
5	12:31	2 vezes	2 vezes	1 vez	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao final todos se reuniram ao redor da mesa central. Os alunos confirmaram ter gostado muito da experiência. Quando perguntados se gostariam de repetir, todos ficaram empolgados e agitados: “amanhã!”, “hoje de novo”. Foi perguntado de várias formas qual jogo eles consideraram mais difícil, mas não houve uma resposta. Depois foi perguntado qual jogo eles mais gostaram, que eles gostariam de jogar novamente. Uma menina escolheu a atividade relacionada à família e a outra a atividade das cores. Dois dos meninos também escolheram a atividade das cores, e o último a das frutas.

5.2.2 Classe Primeiro Ano Regular – EEB Nossa Senhora da Conceição

Na Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição também foi realizada a segunda aplicação do protótipo experimental,

com uma classe do primeiro ano do ensino regular. Dos 20 alunos, apenas um era surdo. O grupo estava no centro da faixa etária à qual o protótipo foi destinado, seis anos de idade. As crianças ouvintes não conheciam Libras e a menina surda, embora acompanhada de intérprete, também não dominava a língua. A intenção era experimentar o protótipo como ferramenta de apoio na introdução à Libras.

Fez-se uso da mesma sala de informática e dos mesmos equipamentos da primeira aplicação.

Acompanharam a aplicação: além do autor, mais dois integrantes da Númera; a coordenadora e duas professoras do CAS/FCEE; a professora e a intérprete da classe; o técnico de suporte da escola.

A aplicação foi marcada para primeira aula da tarde, às 13h30. Os membros da Númera e da FCEE chegaram na escola às 13h00, onde foram novamente recepcionados pela diretora geral da escola e pelo técnico responsável.

A liberação do acesso ao ambiente de execução foi controlada pela equipe de programação da Númera remotamente a partir da sede da empresa.

Quando as crianças chegaram na sala de informática, elas foram dispostas nas cadeiras ao longo das bancadas dos computadores, em formato de U. Na frente da sala, as duas professoras do CAS/FCEE explicaram que naquele dia haveria uma aula sobre Libras. A introdução foi rápida e superficial, durou 16 minutos. Utilizou-se placas com desenhos de frutas e do sinal correspondente:

Aqui tem o desenho das fruta e o sinal. Eu vou falar que fruta que é e ela (a outra professora) vai fazer o sinal pra vocês. Daí vocês vão tentar fazer o sinal também, tá bom?

Depois os alunos foram organizados nos computadores. Como havia 20 crianças e 14 equipamentos, seis deles foram divididos com dois alunos. Foi demandado que aguardassem os outros colegas estarem prontos antes de mexerem no computador.

A sequência de frutas para acesso ao ambiente de execução foi informada por voz pela professora: “A primeira fruta é laranja; a segunda fruta é laranja de novo (...)”. Ela sempre gesticulava tudo o que falava. O processo foi demorado, levou cerca de três minutos. A professora trocou a ordem das frutas quando estava enunciando, alguns alunos clicaram mais de uma vez na mesma fruta, outros

tentavam adivinhar a próxima como se fosse um jogo e tudo isso fazia com que fosse necessário recomençar a inserção do código.

Como o número de alunos era quatro vezes maior do que no teste anterior e em seis computadores havia duas crianças, os procedimentos foram mais controlados. A seleção na listagem dos alunos não foi feita pelas crianças, mas por um dos adultos presentes. Os alunos não puderam explorar livremente o ambiente virtual, sendo indicados a montarem seu avatar, depois a clicar na atividade relacionado ao tema frutas e assim por diante.

Quadro 20 – Configurações do avatar da classe primeiro ano regular, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Tempo	Cabelo	Cor do cabelo	Roupa	Cor da pele	Sexo
01	01:03	4	16178217	2	16113869	F
02	02:26	5	9175040	5	16113869	M
03	01:41	2	15466636	4	14394496	F
04	01:14	3	16178217	5	16113869	F
05	00:31	1	16178217	2	16113869	M
06	00:50	5	9175040	1	16113869	M
07	01:05	2	16178217	5	16113869	M
08	00:42	3	16178217	4	16113869	M
09	01:15	2	9067835	4	14394496	F
10	02:48	2	9067835	5	14394496	F
11	00:15	4	16178217	1	9138782	F
12	01:09	2	9067835	5	14394496	F
13	02:13	2	9067835	5	16113869	F
14	01:40	1	9175040	5	16113869	F
15	03:26	1	9175040	1	16113869	M
16	00:51	1	16178217	5	16113869	F
17	03:29	3	9175040	2	16113869	M
18	01:01	1	572424	4	14394496	M
19	00:40	4	9067835	1	9138782	M
20	00:48	1	16178217	5	16113869	M

Fonte: Elaborado pelo autor

A construção do avatar confirmou-se intuitiva. A média de tempo dispendida no Monta Avatar foi de um minuto e 27 segundos. Houve repetição de dois avatares, identificados no quadro 21 como 10 e 12 e 16 e 20. Essas crianças não estavam sentadas juntas, e pelo tempo é possível observar que elas não aceitaram simplesmente o que estava na tela.

Assim que o avatar ficava pronto, os usuários dos computadores seguiam para a primeira atividade, tema frutas. Quando aqueles que estavam em dupla completavam a atividade, trocavam de lugar com o colega. Não houve instrução prévia sobre o funcionamento do jogo. Isto não dificultou de forma alguma, pois a maioria completou sem nenhum erro. Das 20 crianças, seis escolheram incorretamente uma fruta, uma errou duas frutas, uma errou três frutas e outra fez cinco escolhas incorretas. A mediana para que a atividade fosse completada foi de três minutos e 35 segundos.

No final, aconteceu um fato curioso. Como os alunos que não estavam em dupla tinham que esperar os colegas realizarem a atividade, alguns puderam brincar novamente com o Monta Avatar ou o próprio Porco Faminto. Porém, como eles já haviam completado a atividade, a seguinte – relativa ao tema animais – ficou habilitada no menu, e duas crianças acessaram essa opção e começaram a jogar o Memória Animal. A coordenadora do CAS/FCEE chamou a atenção de todos, explicando que essa outra atividade ficaria para outro dia, pois eles ainda não tinham tido aula com esses sinais. Os alunos replicaram, explicando que eles já sabiam os sinais:

Coordenadora: E como que vocês já sabem?

Aluna, identificação 16: Vi no jogo.

Coordenadora: Mas quem está jogando esse das cartas está conseguindo aprender os sinais de animais?

Alunos: Sim!

Aluna, id. 16: Passarinho é assim, e cavalo é assim (gestualizando enquanto falava).

Coordenadora: Tá, e que mais? Peixe, certo. E o que mais?

Aluno, id.15: Porquinho (gestualizando o sinal de porco).

Quadro 21 – Dados da atividade relativa ao tema fruta da classe primeiro ano regular, EEB N.S^a. da Conceição

Id	Tempo	Tentativas	Erros
01	02:35	12	Nenhum erro
02	03:16	14	1 erro: solicitado abaxi, clicado melancia
03	02:30	12	Nenhum erro
04	03:34	15	1 erro: solicitado uva, clicado morango
05	02:39	12	Nenhum erro
06	03:13	12	Nenhum erro
07	04:44	15	1 erro: solicitado laranja, clicado morango
08	02:53	12	Nenhum erro
09	05:13	12	Nenhum erro
10	04:32	12	Nenhum erro
11	03:35	15	1 erro: solicitado morango, clicado melancia
12	04:16	15	2 erros: solicitado laranja, clicado banana solicitado melancia, clicado uva
13	04:29	13	1 erro: solicitado maçã, clicado laranja
14	04:58	20	3 erros: solicitado uva, clicado melancia solicitado uva, clicado morango solicitado uva, clicado morango
15	03:35	17	5 erros: solicitado melancia, clicado morango solicitado morango, clicado melancia solicitado melancia, clicado abacaxi solicitado abacaxi, clicado maçã solicitado morango, clicado pera
16	05:25	13	1 erro: solicitado laranja, clicado morango
17	04:12	12	Nenhum erro
18	03:20	12	Nenhum erro
19	03:53	12	Nenhum erro
20	03:09	12	Nenhum erro

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 69 – Crianças da classe do primeiro ano regular da EEB N.S^a. da Conceição executando os sinais de frutas



Fonte: Registrado pelo autor

5.2.3 Classe Pré-Escola – CEI São José II

Em contraste com os dois testes iniciais, as aplicações do protótipo experimental com as classes do Centro de Educação Infantil São José II não foram efetuadas na própria escola, mas nas dependências da Fundação Catarinense de Educação Especial. A primeira turma avaliada foi uma classes de pré-escola, com alunos na base da faixa etária à qual o protótipo foi destinado, quatro anos de idade. Investigava-se o uso por crianças mais novas, dificuldades e facilidades que elas encontrariam.

Utilizou-se a sala informatizada do Centro de Tecnologias Assistivas, CETEP, da FCEE. A sala era retangular, com tamanho mínimo para a quantidade de pessoas presentes na experiência. A iluminação era adequada, provida por lâmpada frias, uma vez que as janelas eram cobertas por cortinas tipo blecaute. Havia nove computadores em mesas dispostas ao longo de duas paredes: dois computadores voltados para a parede mais curta, e sete na parede mais comprida. Na parede seguinte havia outra mesa de escritório com uma televisão de tubo catódico de 20 polegadas. Na parede comprida oposta, ficavam oito cadeiras enfileiradas, ao lado da porta de entrada.

Os computadores da marca Positivo tinham processadores Intel

Celeron 2.50 Ghz, 512MB de memória RAM e monitores LCD de 15 polegadas. Todos utilizavam o sistema operacional Microsoft Windows XP com *service pack* 2. A conexão de internet era feita através do Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina S.A. (CIASC). Utilizou-se o navegador Mozilla Firefox 3.5.

Acompanharam a aplicação: além do autor, mais dois integrantes da Númera; a coordenadora e uma professora bilíngue do CAS/FCEE; a coordenadora do CETEP/FCEE; e a professora da classe. A aplicação foi marcada para as 14h00e os membros da Númera chegaram à FCEE para realizar os preparativos às 13h00. A liberação do acesso ao ambiente de execução foi controlada no próprio local.

Durante os preparativos, acessou-se uma sala de teste do sistema para verificar se o ambiente de execução funcionaria corretamente em todos os computadores. As configurações eram adequadas e podia-se utilizar os web browsers Mozilla Firefox ou Google Chrome para acessar o protótipo. Contudo, ocorreu grave problema: quando um usuário entrava no ambiente, outro previamente autenticado era expulso da sala. O acompanhamento da equipe de programação na sede da Númera detectou ser uma falha causada pelas configurações do *firewall* estabelecidas pelo CIASC, que impediam a conexão contínua do *web socket*. Com isso, utilizou-se apenas o navegador Firefox, que naquela versão apenas simulava o *web socket* por meio de *AJAX long polling*.

Por conta desse problema e das incertezas sobre o tempo de comunicação entre o cliente e o servidor, todos os computadores foram preparados com os navegadores abertos na página do ambiente de execução e já autenticados.

Quando a turma da pré-escola chegou na sala informatizada, os alunos foram direcionados para a parede com as cadeiras. Metade da turma sentou-se no chão. A coordenadora do CAS fez a introdução e explicou que as crianças iriam brincar com um jogo no computador. Elas iriam fazer um bonequinho e depois ajudá-lo a alimentar um porco. Os alunos haviam previamente tido aulas de Libras sobre frutas.

Em seguida, os alunos foram distribuídos nos computadores disponíveis. Como havia 18 crianças e 9 equipamentos, elas foram divididas em duplas. Porém, sem revezamento. A realização das atividades seria em grupo.

Cada uma das duplas foi instruída sobre o funcionamento do Monta Avatar. O comportamento foi variado: houve dupla que simplesmente aceitou as opções sugeridas pelo computador,

dependendo de dez segundos na atividade, e outras que testaram todas as opções até chegar em um consenso, levando mais de quatro minutos. Não houve repetição de avatar.

Quadro 22 – Configurações do avatar da classe pré-escola, CEI São José II

Dupla	Tempo	Cabelo	Cor do cabelo	Roupa	Cor da pele	Sexo
01	00:47	1	9067835	5	16113869	F
02	00:44	2	1644567	4	14394496	M
03	01:07	3	16178217	4	7520972	M
04	00:51	4	15466636	4	16113869	F
05	00:10	4	16178217	3	16113869	F
06	04:21	4	15466636	5	16113869	F
07	00:08	4	9175040	2	16113869	M
08	04:30	1	15466636	4	16113869	F
09	00:36	3	16178217	1	14394496	M

Fonte: Elaborado pelo autor

Percebeu-se dificuldade no manejo do cursor do mouse na tela. Posteriormente verificou-se que a baixa qualidade do hardware de fato prejudicava a precisão, e isso exacerbava a falta de habilidade das crianças.

Figura 70 – Crianças da pré-escola do CEI São José II utilizando o protótipo



Fonte: Registrado pelo autor

A atividade do tema frutas não apresentou desafio para os alunos, pelo menos quando em grupo. Cinco duplas completaram sem nenhum erro, três duplas atenderam incorretamente um único pedido do porco e apenas uma dupla teve mais de um erro. A diferença para os

testes anteriores é que as crianças discutiam bastante antes de fazer a escolha, e assim o tempo de jogo foi maior.

Quadro 23 – Dados da atividade relativa ao tema fruta da classe pré-escola, CEI São José II

Dupla	Tempo	Tentativas	Erros
01	02:20	12	Nenhum erro
02	05:04	12	Nenhum erro
03	03:15	15	1 erro: solicitado abacaxi, clicado banana
04	05:24	12	Nenhum erro
05	04:55	17	2 erros: solicitado laranja, clicado maçã solicitado laranja, clicado uva
06	03:49	12	Nenhum erro
07	12:33	13	1 erro: solicitado pêra, clicado abacaxi
08	03:29	12	Nenhum erro
09	16:50	15	1 erro: solicitado uva, clicado maçã

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.4 Classe Primeiro Ano Regular – CEI São José II

A aplicação do protótipo experimental junto com a classe do primeiro ano regular do Centro de Educação Infantil São José II foi realizada logo após o teste feito com a turma de pré-escola. Fez-se uso do mesmo espaço, a sala informatizada do CETEP da FCEE.

Acompanharam a aplicação: além do autor, mais dois integrantes da Númera; a coordenadora e uma professora bilíngue do CAS/FCEE; a coordenadora do CETEP/FCEE; a professora da classe e uma intérprete. A aplicação foi marcada para as 15h00, logo após a saída das outras crianças. A liberação do acesso ao ambiente de execução foi controlada no próprio local.

Novamente, devido às incompatibilidades das configurações do *firewall* estabelecidas pelo CIASC com implementação do *web socket* no protótipo, utilizou-se apenas o navegador Firefox. Por conta desse problema, todos os computadores foram preparados com os navegadores abertos na página do ambiente de execução e já autenticados.

Os alunos da classe chegaram à sala acompanhados da

professora e da intérprete e todos foram direcionados para a parede com as cadeiras. Alguns ficaram nas cadeiras e a maioria sentou-se no chão. Como a classe tinha aula semanal de Libras, a coordenadora do CAS fez uma rápida revisão dos sinais de frutas. Depois disse o que eles iriam fazer: que sentariam de dois em dois, que teriam que esperar alguém da equipe ir atendê-los, que não seria necessário, em momento algum, mexer no teclado. Ela explicou às crianças que ela iriam brincar com um jogo no computador, fariam um boneco e o ajudariam a alimentar um porquinho.

Figura 71 – Classe primeiro ano regular do CEI São José II recebendo orientações antes da aplicação do protótipo



Fonte: Registrado pelo autor

Em seguida, os alunos foram distribuídos nos computadores disponíveis. Como havia 26 crianças e nove equipamentos, elas foram divididas em duplas, em duas rodadas (nove duplas na primeira rodada, quatro na segunda). Não houve revezamento das crianças, sendo a realização das atividades em grupo. Os alunos trocavam o comando do mouse, porém as decisões em princípio eram do grupo.

Cada uma das duplas foi instruída sobre o funcionamento do Monta Avatar. Enquanto no teste anterior as crianças estavam comedidas e comportadas, os alunos do primeiro ano eram agitados e preocupados não só com suas atividades, mas sobretudo com as ações

dos outros colegas. Isso ficou evidente desde a montagem do avatar, quando as duplas ficam a toda hora observando as alterações realizadas por aqueles ao lado. Criou-se uma espécie de competição de avatar mais interessante, contudo, ao mesmo tempo, sem deixar que os colegas terminassem antes. A média de tempo dispendida foi um minuto e meio. Não houve repetição de avatar.

Quadro 24 – Configurações do avatar da classe primeiro ano regular, C.E.I. São José II

Computador	Tempo	Cabelo	Cor do cabelo	Roupa	Cor da pele	Sexo
01	00:50	5	572424	1	9138782	M
02	01:13	2	1644567	5	16113869	M
03	01:32	2	16178217	1	14394496	F
04	00:19	2	9067835	5	16113869	F
05	01:56	3	16178217	5	16113869	M
06	02:44	1	1644567	5	14394496	M
07	02:46	5	572424	1	14533982	M
08	01:26	2	15466636	5	16113869	M
09	02:17	2	16178217	5	14394496	F
10	03:01	2	15466636	4	16113869	F
11	01:02	5	572424	1	11127921	M
12	00:44	5	1644567	1	16113869	F
13	00:59	5	16178217	5	9138782	M

Fonte: Elaborado pelo autor

Na atividade do tema frutas, novamente a agitação das crianças e o espírito de competição influenciaram no comportamento em relação ao jogo. A preocupação com os colegas ao lado, muitas vezes sem olhar para o próprio monitor, resultou no maior número de erro de todos os testes.

A falta de precisão do mouse ficou novamente aparente, porém a dificuldade no manejo foi muito inferior à da outra turma, não influenciando o uso do ambiente virtual pelas crianças.

Quadro 25 – Dados da atividade relativa ao tema fruta da classe primeiro ano regular, CEI São José II

Computador	Tempo	Tentativas	Erros
01	05:33	15	3 erros: solicitado abacaxi, clicado banana solicitado uva, clicado banana solicitado laranja, clicado uva
02	06:04	25	9 erros: solicitado uva, clicado melancia solicitado melancia, clicado uva solicitado morango, clicado banana solicitado laranja, clicado morango solicitado uva, clicado morango solicitado banana, clicado uva solicitado morango, clicado banana solicitado uva, clicado morango solicitado melancia, clicado uva
03	03:19	12	Nenhum erro
04	03:39	16	3 erros: solicitado melancia, clicado abacaxi solicitado morango, clicado melancia solicitado melancia, clicado morango
05	05:12	16	1 erro: solicitado uva, clicado banana
06	03:56	14	1 erro: solicitado uva, clicado pêra
07	10:12	26	7 erros: solicitado morango, clicado maçã solicitado maçã, clicado pêra solicitado maçã, clicado pêra solicitado melancia, clicado morango solicitado banana, clicado pêra solicitado morango, clicado pêra solicitado melancia, clicado pêra
08	03:32	12	Nenhum erro
09	05:20	22	4 erros: solicitado uva, clicado morango solicitado uva, clicado maçã solicitado morango, clicado abacaxi solicitado maçã, clicado laranja
10	03:08	12	Nenhum erro
11	07:18	17	2 erros: solicitado melancia, clicado abacaxi solicitado abacaxi, clicado melancia
12	03:20	16	1 erro: solicitado abacaxi, clicado banana

Fonte: Elaborado pelo autor

No fim, todos gostaram bastante. Alguns alunos puderam inclusive executar a segunda atividade, relativa ao tema frutas. Porém, como o uso não foi estruturado e acompanhado, esses dados não foram analisados.

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

O protótipo experimental foi aplicado a quatro grupos de amostragem de usuários. Como descrito na seção anterior, os grupos e os procedimentos de aplicação foram semelhantes, porém distintos. Em cada um deles pôde-se observar aspectos específicos do protótipo, de modo que, embora os testes tenham sido curtos, eles possibilitaram estabelecer um cenário completo para avaliação objetivada previamente.

5.3.1 Usabilidade

Iniciou-se com a classe bilíngue para assegurar-se que crianças seriam capazes de utilizar a interface de interação criada. O grupo tinha a maior média de idade, todos eram surdos e iniciados em Libras. Não dispondo de outras informações prévias, pressupôs-se que por serem mais velhos esses alunos encontrariam as menores barreiras no uso do computador, e assim eventuais dificuldades teriam maior chance de estarem relacionadas ao protótipo em si. Além disso, o fato de conhecerem Libras possibilitava verificar se os sinais apresentados na tela eram compreensíveis.

As tabelas da seção 5.2.1 deixam evidente a facilidade com que esses alunos utilizaram o protótipo, uma vez que as explicações foram mínimas ou inexistentes. De forma rápida as crianças deduziram o funcionamento do ambiente e as regras das atividades. O maior tempo para completar um jogo foi de menos de dez minutos. Destaca-se que na atividade relativa ao tema animais o usuário pode “perder o jogo”, isto é, se o número de erros atingir o limite é necessário recomeçar. Mas nenhum aluno em nenhum nível excedeu esse limite, mesmo sendo a primeira vez que eles se confrontaram com o software.

A atividade com as regras mais complicadas para as crianças foi a relativa ao tema cores. Os vídeos são proporcionalmente pequenos e deslocam-se com velocidade na tela. Contudo, os cliques prematuros ou perdidos e os erros concentraram-se nos tempos iniciais do jogo, ou seja, ocorreram justamente enquanto o usuário tentava compreender

as regras.

A pequena quantidade de produtos multimídias com Libras e a apresentação fixa do intérprete na televisão, geralmente um quadrado no canto inferior direito da tela, deixavam dúvidas quanto à arquitetura de informação definida no protótipo. Entretanto, o baixo número de erros, de uma forma geral, mostra que os vídeos dos sinais foram bastante compreensíveis, mesmo em variados tamanhos e em movimento.

Os demais testes só confirmaram a facilidade de uso. Especialmente a terceira aplicação do protótipo, com alunos de quatro anos de idade, reforçou a simplicidade da interface, mesmo com as crianças mais novas. Na atividade do tema frutas, as nove duplas efetuaram no total apenas cinco erros.

5.3.2 Atratividade

Na seção 4.2.5 foi colocado que os meios utilizados para atrair as crianças a conhecerem e fixarem os sinais apresentados eram os jogos e as animações, e que por isso era fundamental uma identidade visual correspondente ao gosto desse público-alvo. Nesse sentido, a estética final do protótipo passa a ser um ponto importante de análise.

A avaliação é subjetiva e uma conclusão demandaria aplicação no longo prazo. Contudo, atendo-se apenas aos testes realizados e aos quatro grupos observados, pode-se dizer que os objetivos foram atingidos com sucesso. Isso porque:

1. No momento que as crianças viam o protótipo em execução, havia mudança de postura e intenção de mexer no mouse, interagir com o ambiente;
2. Em várias ocasiões houve comentários espontâneos do tipo “que bonitinho”, “que massa”, “que legal”;
3. Em todas as conversas finais, os alunos disseram, com exaltação e unanimidade, que gostaram do software.

5.3.3 Diversão e Engajamento

De modo geral, a presente pesquisa do modelo baseado em ambientes interativos de suporte ao ensino da Libras, e em específico, o protótipo experimental, têm como essência o lúdico, o divertimento da criança. Pelo fato de tratar com a faixa etária a partir dos quatro e abaixo dos oito anos de idade, do ponto de vista do aluno, não se parte

do aprender, e sim do brincar. A busca pelo prazer na utilização deve ser constante. Deve haver diversão desde o primeiro momento de contato com o software e engajamento no longo prazo. Um estímulo interno da própria criança deve instigá-la a entrar e participar do ambiente virtual.

Na aplicação do protótipo experimental observou-se apenas parte disso. De fato, em todos os grupos os alunos divertiram-se durante todo o tempo de uso, seja individualmente ou em dupla. Porém, trabalhou-se com o fator novidade sempre. Ainda que não tenha chegado a ficar aparente nos testes, percebeu-se haver pelo menos quatro lacunas no protótipo.

Primeiro, os dados de utilização das atividades mostram não só a facilidade de uso do software, mas também o baixo nível de desafio dos jogos. Eles eram demasiadamente fáceis, completados em muito pouco tempo. A atividade do tema frutas levou no máximo dez minutos, enquanto a média deveria ser 45 minutos, o tempo de uma aula.

Segundo, havia pouco incentivo para repetibilidade do protótipo. Após completar a atividade e passar pela novidade, não havia porque retornar a jogar. Um jogo em específico não evoluía ou trazia coisas diferentes para serem descobertas.

A terceira lacuna é relacionada à anterior: não havia clara recompensa para o usuário pela utilização. Completar uma atividade liberava a próxima, e só. Não havia pontuação individual ou geral, não dando parâmetro de comparação das várias partidas.

Por fim, essa falta de parâmetro também impedia comparação com os colegas, deixando os jogos sem competitividade, algo claramente relevante no olhar das crianças.

Em suma, o protótipo fazia uso de games, mas não era "*gameficado*", o ambiente em si não se utilizava da mecânica de jogos.

5.3.4 Formas de Uso e Aquisição do Conhecimento Proposto

O protótipo foi concebido como um conjunto de atividades para apoiar o ensino convencional. O professor daria sua aula, utilizando o método que ele considerasse mais adequado, e o ambiente virtual poderia ser utilizado como reforço e fixação do conteúdo dado.

Em especial, a segunda e terceira aplicação visavam a avaliar esse aspecto. Os testes curtos realizados não permitem conclusões definitivas, contudo se na chegada, durante a introdução, os alunos levavam algum tempo para responder um determinado sinal de fruta,

no final não havia dúvida. Tudo indica que algumas sessões acabariam fixando aquele vocabulário.

A aplicação do protótipo com o primeiro ano do ensino regular da Escola de Educação Básica Nossa Senhora da Conceição resultou em outras perspectivas e formas de uso, além da utilização como exercício ou reforço.

Ficou evidente o potencial de uso como introdução a um tema. A criança pode fazer a atividade sem saber absolutamente nada sobre o vocabulário em questão e a partir da utilização do software deduzir os gestos adequados no contexto tratado. O professor agiria em um segundo momento, para refinar, e possivelmente corrigir, o conhecimento construído pelo aluno.

Na mesma linha, o software poderia ser utilizado não para construir o conhecimento de forma concreta, mas apenas para despertar a curiosidade do aluno. Seria o ponto de discussão e início do tratamento do tema em vez da conclusão.

E mesmo não tendo sido concebido nessa linha, abriu-se a possibilidade da evolução como ferramenta parcialmente autônoma de aprendizado. Contudo, as funcionalidades adicionais fogem ao escopo desta pesquisa.

5.3.5 Considerações Gerais

A aplicação do protótipo experimental possibilitou extrair outras observações e conclusões.

Disponibilizar a solução em larga escala passa por desafios complexos, anteriores ao uso pelos alunos. Detalhes como a versão do web browser ou do *plugin* Adobe Flash Player inviabilizam a utilização do sistema. Instabilidades no servidor podem arruinar todos os pontos levantados anteriormente. A funcionalidade do software estará limitada no hardware, e um simples mouse defeituoso pode impedir o bom aproveitamento pela criança.

Quando foi realizada a primeira aplicação, com a classe bilíngue, confirmou-se que o processo de autenticação é viável. Porém, a segunda aplicação, com a classe do primeiro ano, já retratou como rapidamente o processo pode ficar confuso. Há que se considerar que em nenhum teste o ambiente de controle ficou a cargo do professor. Os conceitos de abrir e fechar sala podem, possivelmente, ser abstratos demais. Entretanto, é necessário autenticar os alunos, e a solução encontrada já oferece apenas 1680 variações, não permitindo algo muito mais

simples.

Finalmente, os testes confirmaram o papel importante exercido pelo avatar no protótipo. Para as crianças, o Monta Avatar teve a mesma relevância das demais atividades, e em alguns casos preferido em relação as demais, inclusive com um jogo novo à disposição no menu.

6 MODELO PROPOSTO

Neste capítulo apresenta-se a proposta do modelo tecnológico para suporte à aprendizagem da Libras por crianças surdas. O modelo proposto descreve um sistema computacional que faz uso de jogos digitais. É elaborado a partir dos resultados obtidos com o protótipo experimental. Nesse sentido, destaca-se que o protótipo não foi um experimento de implementação de um modelo previamente existente, mas sim do próprio processo de desenvolvimento do modelo, como descrito ao longo da seção 4.2. O protótipo foi concebido buscando sanar a questão levantada na introdução, sendo a fundamentação teórica a primeira fase da SDM utilizada. Assim, o modelo a seguir consolida os conhecimentos apresentados nos capítulos anteriores, após a pesquisa ter percorrido toda a pirâmide dos procedimentos metodológicos adotados.

Os detalhes de implementação do sistema computacional têm pouca relevância para o modelo e, por isso, aborda-se apenas conceito e funcionamento geral.

6.1 PRESSUPOSTOS ADOTADOS

O modelo foi pensado para atender crianças com surdez severa presente nos primeiros meses de vida.

O ideal seria expor o indivíduo o quanto antes à língua de sinais. Contudo, há a questão prática do diagnóstico e direcionamento dado pela família. Por isso, o modelo foi construído para crianças de seis anos de idade, pois é quando se inicia o ensino fundamental e, em princípio, a obrigatoriedade da matrícula na escola. Como o desenvolvimento da pessoa não é exatamente uniforme nem estanque, pode-se trabalhar na perspectiva de que tratar da criança idealizada de seis anos vai, possivelmente, dar uma margem de variação de idade maior ou menor. A aplicação do protótipo mostrou viável considerar dois anos de margem, e assim o público-alvo tornou-se uma faixa etária entre quatro e oito anos de idade.

Vista essa faixa etária, o período crítico para aquisição da linguagem já estaria ultrapassado, de modo que a rigor o modelo não considerou a criança “sem linguagem”. Ela tem no mínimo um dialeto elementar para comunicação familiar. Contudo, não se pode afirmar que a criança possua uma língua natural propriamente dita. Assim, não seria possível partir da formatação das soluções tecnológicas existentes para aprendizado da segunda língua.

Por outro lado, nada impede que se utilize o modelo para

aquisição da Libras como segunda língua, seja por ouvintes ou surdos nativos de outra língua de sinais.

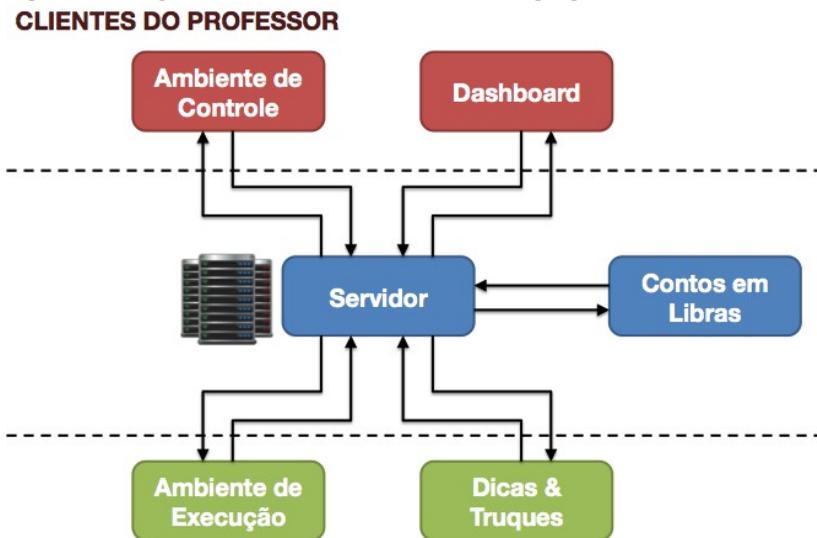
Vale lembrar que a língua de sinais é mais que uma forma de comunicação. É o símbolo e expressão maior da comunidade surda. Essa identificação surge na interação humana entre os Surdos. Por isso mesmo, o modelo não se propôs a substituir o professor ou o convívio da aula tradicional. Ao contrário, a ideia foi que a tecnologia ampliasse e aprofundasse as aulas, sendo instrumento de enriquecimento das lições.

Nesse sentido, é considerado também a realidade da sala de aula e as TIC disponíveis, de forma que o modelo não faz uso de hardwares diferenciados, como câmera de profundidade ou luvas com sensores de movimento.

6.2 ASPECTOS TÉCNICOS

O modelo proposto descreve um sistema computacional. Esse sistema tem uma arquitetura cliente-servidor conforme figura a seguir:

Figura 72 – Arquitetura cliente-servidor do modelo proposto



Fonte: Elaborado pelo autor

Um único servidor orquestra todo o funcionamento do sistema, porém há vários clientes dependendo da utilização. Como o modelo não se propõe a substituir o professor, mas apoiá-lo, surgem dois perfis de uso: o professor e o aluno. Cada um deles pode interagir com o sistema por diferentes interfaces:

1. Ambiente de controle (professor) – Interface onde o professor pode cadastrar os alunos, iniciar e controlar sessão de jogos e acessar estatísticas de uso. Deve ser implementada como um cliente para computadores pessoais, de mesa ou notebooks, e tablets.
2. Dashboard (professor) – Interface especializada para visualizar os jogos que acontecem naquele momento. Deve ser implementada com cliente para TVDI. Se houver canal de retorno, pode ser utilizada para iniciar sessão de jogos.
3. Ambiente de execução (aluno) – Interface principal de interação do aluno. Deve ser implementada como um cliente para computadores pessoais, de mesa ou notebooks, e tablets.
4. Dicas e truques (aluno) – Interface complementar de interação do aluno. Deve ser implementada como um cliente para *smartphones*.
5. Contos em Libras (todos) – Histórias clássicas com “narração” sinalizada em Libras. Não há interação, contudo os contos são enriquecidos com a aparição de avatares dos alunos. Deve ser implementada com cliente para TVDI.

Então, essas interfaces do usuário são executadas em quatro plataformas: computador pessoal, tablet, *smartphone* e TVDI. Com isso utiliza-se como meio de entrada de dados o mouse, a tela de toque, o controle remoto e, ainda, câmera de vídeo.

6.3 DESCRIÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Como jogos digitais podem facilitar o aprendizado da Libras para crianças surdas? Tipicamente, crianças são expostas à língua e, como resultado, aprendem essa língua. Ademais, é na socialização que se dá o desenvolvimento da linguagem, mediada pelo uso de instrumentos e signos. O modelo proposto é um conjunto de softwares interconectados que possibilita o contato da criança com a Libras e incentiva a interação dos usuários, seja por meio da colaboração ou da competição.

A exposição da língua em ambientes computacionais pode se dar de diversas maneiras, não apenas por meio de jogos, e por isso é dito

que o modelo é baseado em ambientes interativos lúdicos.

6.3.1 Conceito Geral

Faz-se uso de três tipos de recursos:

1. Ações exploratórias;
2. Instrução de vocabulário;
3. Histórias animadas.

Ação exploratória é o incentivo da utilização “sem objetivo” do sistema pela criança, isto é, sem roteiro ou expectativa pré-determinada.

Inicialmente o aluno deve criar seu personagem, o avatar. Em seguida, o avatar vai para a cidade virtual, onde pode andar livremente. A cidade representa o cenário do dia a dia da criança, englobando a família, a casa, a escola e o percurso entre a casa e a escola (padaria, supermercado etc.)

Tudo é apresentado em Libras. É possível inferir o que acontece e o que deve ser feito pelo contexto e pelas animações, mas mesmo assim tudo é sinalizado a todo tempo.

Ao longo da cidade é possível acessar vários jogos, os quais não tem necessariamente função educacional. Como tudo é apresentado em Libras, o objetivo é simplesmente a exposição contínua da criança à língua.

A cidade é um ambiente multiusuário, sendo que se vê os avatares do demais colegas da turma andando por ela. Há certas interações básicas com os outros personagens, executadas a partir de um menu circular com ícones ao redor e gestualização no meio. Estas interações buscam tratar a noção de ação, ou seja, verbos.

Além do avatar, cada aluno tem sua casa na cidade. Assim como o avatar, é possível personalizar a casa, ampliá-la, construir novas instalações. Tanto o avatar quanto a casa têm o nível inicial de customização limitado. Para adquirir novos itens de personalização é necessário acumular moedas, ganhas com a realização dos jogos previamente citados, bem como com a realização da instrução de vocabulário, que será descrita mais adiante. Dependendo do jogo, ganha-se diretamente um novo item, o qual não estaria à venda para ser comprado.

Logo, o ambiente cidade como um todo passa a ser um jogo, elaborado dessa forma porque para a criança a competição é elemento importante em termos motivacionais.

O outro elemento de comparação é a pontuação do aluno e sua posição no ranking. A diferença da pontuação e das moedas acumuladas é que as moedas são gastas, enquanto a pontuação não. Ranking e pontuação não são vinculados ao aprendizado, isto é, aquele com maior pontuação não é necessariamente quem mais sabe Libras.

Mas não há só a competição entre os alunos. Um dos verbos no menu de interação é “dar”, onde é possível transferir um item para outro usuário. Há também “trocar”. É possível construir estratégias de colaboração.

6.3.2 Instrução de Vocabulário

Além das ações exploratórias, nas quais o aluno vai indiretamente adquirindo a língua, há também recursos instrucionistas, focados em determinados conteúdos. O jogador pratica repetidamente certa habilidade e testa fatos memorizados. Especificamente, trabalha-se bagagem lexical.

A instrução de vocabulário é feita em várias etapas. É um processo que evolui do expositivo para o interativo. Primeiro é trazido um vocábulo isolado, o qual recebe uma contextualização, para finalmente ser fixado por uma atividade. A essa sequência foi dado o nome de “espiral de aquisição de vocabulário” (figura 73).

Essa espiral de aquisição de vocabulário ocorre sequencialmente para vários termos. Contudo, um signo sozinho não faz sentido, deve haver um contexto para que ele tenha significado. Assim, um conjunto de vocábulos é conectado por um contexto, chamado aqui de cenário de aprendizagem.

A seguir são detalhadas cada uma das etapas da instrução de vocabulário.

Figura 73 – Espiral de aquisição de vocabulário



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 74 – Espirais de aquisição de vocabulário conectados pelo cenário de aprendizagem



Fonte: Elaborado pelo autor

6.3.2.1 Vocabulário

Trata-se de uma palavra específica em Libras. Sua apresentação é expositiva, ou seja, uma animação mostra o sinal, do que se trata e como ele é realizado. A animação é distinta para cada vocabulário, levando em consideração o sinal em si (gesticulação das mãos, aspectos corporais, movimento faciais) e a que se refere.

6.3.2.2 Contextualização

Enquanto a animação do vocabulário foca no próprio sinal, uma segunda animação foca em sua contextualização, isto é, quando esse sinal faz sentido. Da mesma forma que na primeira animação, a contextualização é própria para cada vocabulário, fazendo uso de contextos independentes e sem temas correlatos.

6.3.2.3 Atividade

A etapa final da espiral de aquisição de vocabulário é o exercício de fixação, o qual é apresentado para o aluno como um jogo educacional. Como exemplo de jogo pode-se citar: jogo da memória, dominó, bingo.

6.3.2.4 Cenário de Aprendizagem

Após a passagem por um conjunto de espirais de aquisição de vocabulário, é apresentado um exercício mais complexo que estabelece a conexão dos vários sinais estudados, chamado de cenário de aprendizagem. Não se trata simplesmente de um jogo que utiliza todo o vocabulário percorrido, é mais complexo. Há uma narrativa e são exigidas da criança estratégia e capacidade de resolução de problemas.

6.3.3 Interfaces de Interação

Até aqui, descreveu-se o ambiente principal de interação do aluno com o sistema proposto. Funciona como vários jogos organizados de um grande jogo. Esse grande jogo é o ambiente de execução. As demais interfaces do usuário para o sistema complementam ou operacionalizam esse ambiente.

6.3.3.1 Ambiente de execução

É a parte fundamental do modelo proposto. Inclui a construção do avatar, a cidade virtual, os jogos exploratórios, a instrução de vocabulário.

O aluno não deve ser abandonado quando for utilizar o ambiente de execução. Nos primeiros acessos, o professor deve acompanhar fisicamente a criança, dando todas as instruções necessárias e evitando frustração excessiva. Quando o aluno estiver habituado com o ambiente, o professor deve continuar o acompanhando, porém por meio do ambiente de controle.

6.3.3.2 Dicas e truques

Quando o aluno sai da aula e vai para casa, ele pode continuar envolvido com o jogo através de um aplicativo para celular. Ali ele pode verificar seu avatar, sua casa, seu ranking e a situação dos demais colegas. Tudo é apresentado em Libras.

Não é o ambiente de execução. A criança não pode passear pela cidade nem jogar nenhum jogo. Pode, porém, acessar pequenas animações sobre sinais.

6.3.3.3 Contos em Libras

O terceiro recurso utilizado na solução proposta é a história animada. Ela se diferencia das ações exploratórias e da instrução de vocabulário por não estar dentro do ambiente de execução, mas em um cliente próprio. É acessado pela televisão.

O conto em Libras deve ser apresentado para toda a sala, coletivamente. Os alunos podem assisti-lo e posteriormente o professor pode criar brincadeiras envolvendo a temática da história.

Embora seja uma “interface de interação”, a rigor este ambiente não é interativo. Contudo, não é simplesmente um *broadcast* de um vídeo previamente gravado. As imagens, animações e até mesmo a história adaptam-se à situação dos jogadores. Por exemplo, a cidade construída pelos alunos aparece na tela, assim como os avatares. Se determinado conteúdo já ultrapassado continua com resultados inconstantes, há destaque.

Nas histórias há sempre uma janela para que o personagem que está falando apareça de frente e seja possível ver claramente sua

sinalização.

6.3.3.4 Ambiente de controle

Agrega as funcionalidades de gestão e acompanhamento para educadores:

- Listar alunos;
- Adicionar aluno;
- Visualizar aluno;
- Realizar acompanhamento;
- Listar classes ativas;
- Visualizar execução em classe;
- Executar jogo.

No ambiente de controle o professor determina se os alunos podem ou não entrar no ambiente de execução, pode agendar a transmissão de um conto em Libras e pode ver todas as estatísticas de uso de um determinado aluno ou da turma como um todo.

6.3.3.5 *Dashboard*

Várias instituições possuem aparelhos de televisão conectadas à TV Escola. Se o aparelho estiver junto à sala de informática com os computadores, em vez de utilizar um computador para realizar o acompanhamento, o professor pode simplesmente monitorar pela TV.

O *dashboard* é uma interface especial para visualizar uma execução, mostrando a cidade virtual e as ações dos alunos presentes.

Quando há canal de retorno, a liberação pode ser feita diretamente pela TV.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo encerra a tese, trazendo as conclusões do trabalho como um todo, bem como sugestões para futuras pesquisas.

7.1 CONCLUSÕES

Este estudo tem como objetivo principal propor um modelo de suporte à educação, baseado em ambientes interativos lúdicos, que facilite o aprendizado da Libras como primeira língua para crianças surdas.

Para atender esse objetivo foi adotada a metodologia proposta por Schreiber et al., composta de cinco camadas, em que cada uma é construída sobre a camada anterior.

Os procedimentos metodológicos utilizados possibilitaram atingir os objetivos específicos definidos nesta pesquisa. Foi estabelecido como cenário de aprendizagem o dia a dia da criança, especialmente os assuntos e vocabulário relacionados à sua casa. Dentro desse cenário, é possível desdobrar vários temas, sendo que foram determinados inicialmente dez conjuntos de atividades. Concluiu-se que há necessidade de exposição contínua à língua para sua aquisição, de modo que a solução não poderia estar limitada ao computador e sala de informática da escola; é preciso envolver novas TIC, como TVDI e telefones celulares inteligentes. Por fim, definiu-se que a tecnologia não deveria substituir o professor, mas ser um instrumento de apoio ao seu ensino. Assim, é necessário prover meios para que ele medeie o processo e utilização, bem como tenha parâmetros para o acompanhamento da aprendizagem da criança surda.

A particularidade deste trabalho foi utilizar o processo de desenvolvimento de um software como ferramenta para se obter a solução ao problema da pesquisa, resultando no modelo proposto.

No contexto desta tese, o software foi chamado de protótipo experimental. Entretanto, tornou-se um produto completo da empresa Número - *startup* do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento - sob o nome de "Libras Brincando". A base do modelo não foi o protótipo experimental em si, mas os conhecimentos advindos do seu processo de desenvolvimento, a SDM adotada pela Número.

As fases de embasamento científico, que consistiu na fundamentação teórica desta pesquisa, e de modelagem pedagógica traçaram as particularidades a serem consideradas. Conclui-se que a

linguagem impacta na cognição e o acesso à linguagem nos primeiros anos é fundamental. Especificamente em relação ao aprendizado da linguagem por crianças surdas nenhum estudo relevante mostrou haver impacto negativo da língua de sinais no aprendizado da leitura e escrita, mas, por outro lado, variados estudos apontam aspectos positivos com o domínio da língua de sinais nos primeiros anos.

Constatou-se que a aquisição da linguagem não é meramente um caso de passivo de transferência de informação para a criança. É um processo onde elas constroem ativamente sua língua.

Percebeu-se que não há formatação genérica de educação para os surdos e por isso o atendimento deve ser personalizado, pois há muitas variáveis:

- Tipo da deficiência
- Grau da deficiência
- Causa da deficiência
- Estrutura familiar
- Estrutura cultural
- Estrutura econômica
- Estrutura ambiental

Esses pontos somados à realização da fase de análise de requisitos deixaram claro que o modelo proposto só seria solução se pudesse ser de fato aplicável. Por isso, assumiu-se o público-alvo de crianças com seis anos, idade em que necessariamente elas estarão na escola. Além disso, realidade a ser considerada deve ser a da escola pública, onde está concentrada a maior parte dos alunos surdos.

A fase de arquitetura de software não influenciou o modelo na questão de implementação, contudo ajudou a modelá-lo em alto nível, para que fosse escolhida uma arquitetura cliente-servidor, havendo dois clientes principais: o ambiente de execução para o aluno e o ambiente de controle para o professor.

A aplicação do protótipo experimental junto a alunos do ensino fundamental destacou que o modelo deveria levar em conta o nível de desafio dos jogos, incentivo para repetibilidade, dar recompensa para o usuário pela sua utilização e apresentar parâmetros de comparação com os colegas, para dar competitividade. Os testes confirmaram a importância do avatar para a motivação da criança e engajamento em relação ao software.

Como resultado, o modelo proposto apresenta tanto ações instrucionistas (*skill and drill*) quanto exploratórias, que buscam

estratégias e resolução de problemas. Faz bastante uso de material expositivo.

Nesse sentido, o modelo concilia as principais correntes teóricas sobre aquisição da linguagem, trabalhando o aprendizado por recompensa (Skinner), o aprendizado por exposição (Chomsky) e o aprendizado por participação (Bruner). Evidentemente há também forte influência *vygotskiana* na definição do modelo, pois é a principal base teórica utilizada nos procedimentos metodológicos da pesquisa. Ao contrário do protótipo experimental, o modelo é construído ao redor de atividades sociais.

7.2 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O modelo proposto é bastante abrangente, sendo composto por:

- Montagem do avatar;
- Cidade virtual;
- Jogos exploratórios;
- Instrução de vocabulário:
 - Animações de apresentação de vocabulário;
 - Animações de contextualização de vocabulário;
 - Jogos de fixação de vocabulário (atividade);
 - Jogos de contextualização de vocabulário (cenário de aprendizagem);
- Contos em Libras;
- Aplicativo de dicas e truques;
- Ambiente de controle;
- *Dashboard*.

O desenvolvimento do sistema completo baseado no modelo proposto demandará elevado montante de recursos financeiros. Sendo assim, a primeira sugestão de trabalho futuro envolve a pesquisa da geração computacional de animações automatizadas em Libras.

O segundo trabalho complementar ao modelo proposto é a definição de uma regra explícita que relacione a pontuação do usuário com seu nível de aprendizagem.

Outra pesquisa seria uma pesquisa empírica sobre as possíveis formatações dos jogos de fixação de vocabulário, sem que tenham como base o relacionamento entre figura e sinal.

Também referente à instrução de vocabulário, deveria ser pesquisado como as animações podem reter a atenção da criança surda.

Por fim, uma pesquisa fundamental é a aplicação em larga escala (pelo menos cem crianças) e por longo período (12 meses) de um sistema que implementasse o modelo proposto e fosse feita a avaliação do resultados, seja em termos de aprendizado propriamente dito ou satisfação.

REFERÊNCIAS

ADOBE. **Statistics: PC penetration**. 2011. Disponível em: <<http://www.adobe.com/products/flashplatformruntimes/statistics.html>>. Acesso em 22 fev. 2012.

ANATEL. **Relatórios consolidados**. Anatel, 2012. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>>. Acesso em 22 fev. 2012.

BAKER, Colin. **Foundations of bilingual education and bilingualism**. 4th ed. Clevedon: Multilingual Matters, 2006.

BAKER, Kim. **Oral Communication versus American Sign Language**. Interdisciplinary Research Conference, Drury University, 2004. Disponível em: <<http://www.drury.edu/multinl/story.cfm?ID=9901&NLID=166>>. Acesso em 22 fev. 2012.

BARBOSA, Alexandre F. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil: TIC lanhouses 2010**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2010.

BIRDSOING, D. (2005). **Interpreting age effects in second language acquisition**. In J. F. Kroll & A. M. B. de Groot (Eds.), *Handbook of bilingualism: Psycholinguistic approaches* (pp. 109–127). New York: Oxford University Press.

BRASIL. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=231344>>. Acesso em 22 fev. 2012.

_____. Lei nº10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a língua brasileira de sinais (libras) e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/2002/L10436.htm>>. Acesso em 22 fev. 2012.

_____. Decreto Federal nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em 22 fev. 2012.

_____. Decreto Federal nº 5.626/2005. Regulamenta a Lei nº 10.436/2002, que oficializa a língua brasileira de sinais (libras). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm>. Acesso em 22 fev. 2012.

_____. Lei Federal nº 12.319/2010. Regulamenta a profissão de tradutor e intérprete da língua brasileira de sinais (libras). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12319.htm>. Acesso em 22 fev. 2012.

BRATHWAITE, Brenda; SCHREIBER, Ian. **Challenges for game designers**. Boston: Charles River Media, 2009.

BRAUN, Daniela; SOARES, Edson. **Desenvolvedor de games: artista dos bytes**. São Paulo: IDG Now!, 30 de março de 2006. Disponível em: <<http://idgnow.uol.com.br/carreira/2006/03/30/idgnoticia.2006-03-29.0790506940/>>. Acesso em 22 fev. 2012.

BROWN, Roger. **A first language: The early stages**. Cambridge: Harvard University, 1973.

BRUNER, Jerome. **Child's talk: Learning to use language**. New York: Norton, 1983.

_____. **Play, thought and language**. Prospects: Quarterly Review of Education, v. 16, n. 1, p. 77-83, 1986.

BUCHANAN, Kym. **Beyond attention-getters: Designing for deep engagement**. 235 f. Dissertação (Ph. D.) - Dept. of Counseling, Educational Psychology & Special Education, Michigan State University, East Lansing, 2006.

BURNHAM, Judy F. **Scopus database**: A review. *Biomedical Digital Libraries*, v. 3, n. 1, 8 Mar. 2006. Disponível em: <<http://www.bioglib.com/content/3/1/1>>. Acesso em 22 fev. 2012.

BURRELL, G., and MORGAN G., **Sociological Paradigms and Organisational Analysis**. London: Heinemann Educational Books, 1979.

BYGSTAD, Bendik, FAGERSTRØM, Asle. **Exploring the relationship between software development processes and IT based business innovation**: A quantitative study in Norway. In: *Proceedings of NOKOBIT 2004: Norsk konferanse for organisasjoners bruk av IT*, Stavanger, Norway.

_____; GHINEA, Gheorghita; BREVIK, Eivind. 2008. **Software development methods and usability**: Perspectives from a survey in the software industry in Norway. *Interact. Comput.* 20, 3 (May 2008), p. 375-385.

CAPOVILLA, Fernando César. **A evolução nas abordagens à educação da criança surda**: Do oralismo à comunicação total e desta, ao bilinguismo. In: F. C. Capovilla & W. D. Raphael, *Dicionário enciclopédico ilustrado trilingue da língua de sinais brasileira*. (2ª ed., pp. 1479-1490). São Paulo: Edusp/Imprensa Oficial do Estado.

CARVALHO, Rosângela Saraiva; Ivanildo J. Melo Filho; AMORIN, Ricardo J. R.; VIDAL, Thiago Carvalho; ROLIM, Ana Luiza S.; GOMES, Alex Sandro. **Integração entre o sistema de gestão acadêmica e o sistema de gestão da aprendizagem: ação reflexiva na prática docente**. *Revista Opara*, v.1, n.1, 2011. Disponível em: <<http://revistaopara.facape.br/index.php/opara/article/download/34/24>>. Acesso em 22 fev. 2012.

CECATTO, Suzana B.; GARCIA, Roberta I. D.; COSTA, Kátia S.; ABDO, Tatiana R. T.; REZENDE, Carlos E. B.; RAPOPORT, Priscila B. **Análise das principais etiologias de deficiência auditiva em Escola Especial "Anne Sullivan"**. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 69, n. 2, p. 235-40, Mar./Apr. 2003.

CHOMSKY, Noam. **A review of B.F. Skinner's Verbal Behavior**. *Language*, n. 35, p. 26-58, 1959.

_____. **On the nature, use, and acquisition of language.** Handbook of child language acquisition. New York: Academic, 1999. p. 33-54.

CONGER, Sue. **Software development Life cycles and methodologies:** Fixing the old and adopting the new. International Journal of Information Technologies and Systems Approach, 2011.

CUPANI, Alberto. **La peculiaridad del conocimiento tecnológico.** *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 353 – 371, 2006.

DAMAZIO, Mirlene Ferreira Machado. **Atendimento educacional especializado:** pessoa com surdez. São Paulo: MEC/SEESP, 2007.

DEDE, Chris; NELSON, Brian; KETELHUT, Diane Jass; CLARKE, Jody; BOWMAN, Cassie. **Design-based research strategies for studying situated learning in a multi-user virtual environment.** In Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences (ICLS '04). International Society of the Learning Sciences, p. 158-165, 2004.

DENIS, Guillaume; JOUVELOT, Pierre. **Motivation-driven educational game design:** applying best practices to music education. In Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology (ACE '05). New York: ACM, p. 462-465, 2005.

DFC INTELLIGENCE. **Worldwide Market Forecasts for the Video Game and Interactive Entertainment Industry.** San Diego: DFC Intelligence, Sep. 2011.

DICKEY, Michele D. **Game design narrative for learning:** Appropriating adventure game design narrative devices and techniques for the design of interactive learning environments. Educational Technology Research and Development, v. 54, n. 3, p. 245-263, Jun. 2006.

DONDLINGER, Mary Jo. **Educational Video Game Design:** A Review of the Literature. Journal of Applied Educational Technology, v. 4, n.1, p. 21-31, 2007.

EGLESZ, Dénes; FETEKE, István; KISS, Orhidea Edith; IZSO, Lajos. **Computer games are fun? On professional games and players' motivations.** Educational Media International, v. 42, n. 2, p. 117-124, 2005.

ELLIOT, Geoffrey. **Global business information technology: an integrated systems approach.** Pearson Education, 2004.

ELLIS, Kirsten. **Tools for inclusive play: developing "Auslan for kinder".** In Proceedings of the Third International Conference on Information Technology and Applications (ICITA'05), v. 2. Washington: IEEE Computer Society, p. 147-152, 2005.

ESA. **The 2011 Essential Facts About the Computer and Video Game Industry.** Washington: Entertainment Software Association, 2011. Disponível em: <http://www.theesa.com/facts/pdfs/ESA_EF_2011.pdf>. Acesso em 22 fev. 2012.

FACER, Keri. **Screenplay: Children and computing in the home.** London: RoutledgeFalmer, 2003. 262p.

FCEE. **Centro de Capacitação de Profissionais da Educação e de Atendimento às Pessoas com Surdez: Caderno Técnico.** São José: Fundação Catarinense de Educação Especial, 2008.

FERNANDES, Sueli. **Educação Bilíngüe para Surdos: desafios à Inclusão.** Curitiba: SEED/SUED/DEE, 2005. Disponível em: <http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br/portals/portal/intitucional/dee/dee_surdez.php>. Acesso em 22 fev. 2012.

FINGER, Ingrid. **A abordagem conexcionista de aquisição da linguagem.** In. FINGER, Ingrid; QUADROS, Ronice Müller (eds). Teorias de aquisição da linguagem. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

FITZGERALD, Brian. 1998. **An empirical investigation into the adoption of systems development methodologies.** Information & Management 34, p. 317-328.

FREIRE, Isa Maria. **Janelas da cultura local: abrindo oportunidades para inclusão digital de comunidades.** Ciência da Informação, v. 35, p. 227-235, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v35n3/v35n3a22.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2012.

GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy.** New York: Palgrave Macmillan. 2003.

GENTILE, Douglas A., GENTILE, J. Ronald. **Violent video games as exemplary teachers:** A conceptual analysis. Journal of Youth Adolescence, v. 37, n. 2, p. 127-141, 1 Feb 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

GOLDFELD, Marcia. **A criança surda:** linguagem e cognição numa perspectiva sócio-interacionista. 2ª edição. São Paulo: Plexus, 2002.

GOLDIN-MEADOW, Susan. **The resilience of language:** What gesture creation in deaf children can tell us about how all children learn language. New York: Psychology, 2005.

GROFF, Jennifer; MOUZA, Chrystalla. **A framework for addressing challenges to classroom technology use.** AACE Journal, v. 16, n. 1, p. 21-46, 2008.

HAMLEN, Karla R.. 2011. **Children's choices and strategies in video games.** Computers in Human Behavior, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 532-539. Jan. 2011.

HAWKINS, Larry; BRAWNER, Judy. **Educating children who are deaf or hard of hearing:** Total communication. ERIC Digest, Reston, n. 559, 1997. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED414677.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2012.

HENDERSON, Valeri; LEE, Seungyon; BRASHEAR, Helene; HAMILTON, Harley; STARNER, Thad; HALMILTON Steven. **Development of an American Sign Language game for deaf children.** In Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children (IDC '05). New York: ACM, p. 70-79, 2005.

HINCKLEY, Ken. **Input technologies and techniques**. In J. A. Jacko & A. Sears (Eds), *The Human-computer interaction handbook: fundamentals, evolving technologies, and emerging applications*. London: Lawrence Erlbaum Associates, p. 151-168, 2002.

HONIG, Alice Sterling. **Oral language development**. *Early Child Development and Care*, London, v. 177, n. 6 & 7, p. 581-613, August 2007.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

IBGE. **Censo Demográfico 2000 Características gerais da população - Tabela 1.4.1 - População residente, por tipo de deficiência, segundo a situação do domicílio**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2001. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servicodados/Download/Download.ashx?u=ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2000/populacao/Brasil/Brasil_deficiencia.zip>. Acesso em 22 fev. 2012.

_____. **Estimativas de população para 1º de julho de 2009 enviadas para o TCU em 29/10/2009**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP_2009_TCU.pdf>. Acesso em 22 fev. 2012.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2004/default.shtm>>. Acesso em 22 fev. 2012.

IDSAs. **State of the industry report 2000-2001**. Washington: Interactive Digital Software Association, 2001. Disponível em: <http://banners.noticiasdot.com/termometro/boletines/docs/consultoras/idsa/2001/idsa_SOTI2001.pdf>. Acesso em 22 fev. 2012.

INEP. **Censo Escolar do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais 2003**. Brasília: Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em: 14 maio 2010.

KARNOPP, Lodenir; QUADROS, Ronice Muller de. **Educação infantil para surdos**. In: ROMAN, Eurilda Dias; STEYER, Vivian Edite. (Org.). A criança de 0 a 6 anos e a educação infantil: um retrato multifacetado. Canoas, 2001, p. 214-230.

KELLEHER, Caitlin; PAUSCH, Randy. **Using storytelling to motivate programming**. Communications Of The Acm, New York, v. 50, n. 7, p. 58-64, 7 July 2007.

KERAWALLA, Lucinda; CROOK, Charles. **Children's computer use at home and at school: Context and continuity**. British Educational Research Journal, v. 28, n. 6, p. 751-771, 2002.

KINZIE, Mabble B.; JOSEPH, Dolly R. D. **Gender differences in game activity preferences of middle school children: Implications for educational game design**. Educational Technology Research & Development, v. 56, n. 5-6, p. 643-663, Dec. 2008.

KIRRIEMUIR, John; MCFARLANE, Angela. **Literature review in games and learning: a report for NESTA Futurelab**. NESTA Futurelab, 2004. Disponível em: <www.futurelab.org.uk/research/lit_reviews.htm>. Acesso em 22 fev. 2012.

KIYMAZARSLAN, Vedat. **A discussion of language acquisition theories**. 2002. Disponível em: <charttesl.wordpress.com/2011/01/18/a-discussion-of-language-acquisition-theories/>. Acesso em 22 fev. 2012.

KLEIN, Madalena. **Os discursos sobre surdez, trabalho e educação e a formação do surdo trabalhador**. In: SKLIAR, Carlos (Org.). A surdez: um olhar sobre as diferenças. Porto Alegre: Mediação, 1998. p. 75-93.

KUHN, Lesley. **Why utilize complexity principles in social inquiry?** World Futures, Chicago, v. 63, n. 3, p. 156-175, 2007.

LAKHMANI, Shan; BOWERS, Clint A.; SHUMAKER, Randall. **Reflected in a liquid crystal display: personalization and the use of avatars in serious games**. 6774. In: HCI (14) : Springer, 2011 (Lecture Notes in Computer Science). - ISBN 978-3-642-22023-4, S. 237-242

LEE, Jeremy; LUCHINI, Kathleen; MICHAEL, Benjamin; NORRIS, Cathie; SOLOWAY, Elliot. **More than just fun and games: Assessing the value of educational video games in the classroom.** In CHI '04 extended abstracts on Human factors in computing systems (CHI EA '04). New York: ACM, p. 1375-1378, 2004.

LENNEBERG, Eric Heinz. **Biological Foundations of Language.** New York: Wiley, 1967.

LEOPOLD, Werner F. **Speech development of a bilingual child: A linguist's record.** New York: AMS, 1970.

LI, Rong-Chang; TOPOLEWSKI, David. **ZIP & TERRY: a new attempt at designing language learning simulation.** Simulation and Gaming, v. 33, n. 2, p. 181-186, Jun. 2002.

LIU, Chen-Chung et al. **Applying tangible story avatars to enhance children's collaborative storytelling.** British Journal of Educational Technology, Oxford, v. 43, n. 1, p. 39-51, January 2012.

LIU, Min; MOORE, Zena; GRAHAM, Leah; LEE, Shinwoong. **A look at the research on computer-based technology use in second language learning: A review of the literature from 1990-2000.** Journal of Research on Technology in Education, v. 34, n. 3, p. 250-273, 2002.

LIVINGSTONE, Sonia. **Young People and New Media: Childhood and the Changing Media Environment.** London: SAGE, 2002.

LODI, Ana Claudia Balieiro. **Plurilingüismo e surdez: uma leitura bakhtiniana da história da educação dos surdos.** Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 409-424. set/dez 2005.

LUBBERS, Peter, GRECO, Frank, **HTML5 Websockets: A Quantum Leap in Scalability for the Web.** 2011. Disponível em <<http://websocket.org/quantum.html>>. Acesso em 22 fev. 2012.

LYONS, J. **Linguagem e Lingüística: uma introdução.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

MACWHINNEY, Brian. **The CHILDES project: Tools for analyzing talk (2nd ed.).** Hillsdale: Erlbaum, 1995.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARSCHARK, Marc; LANG, Harry G.; ALBERTINI, John A. **Educating deaf students**: From research to practice. New York: Oxford, 2002.

MARTINOVIC, Dragana; ZHANG, Zuochen. **Situating ICT in the teacher education program**: Overcoming challenges, fulfilling expectations. *Teaching and Teacher Education*, v. 28, n. 3, p. 461-469, Apr. 2012.

MEC: Saberes e práticas da inclusão : desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos surdos. [2. ed.] / coordenação geral SEESP/MEC. - Brasília : MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006. 116 p. (Série : Saberes e práticas da inclusão)

MICH, Ornella; BETTA, Elena; GIULIANI, Diego. **PARLING**: e-literature for supporting children learning english as a second language. In *Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces (IUI '04)*. New York: ACM, p. 283-285, 2004.

MIRANDA, Andréa; MARTINS, Janae Gonçalves; SANTOS, Juliano Soares dos; LOUREIRO, Sabrina; RODRIGUEZ, Alejandro Martins; SPECIALKI, Elizabeth; BARCIA, Ricardo Miranda. **Vias-Ka**: modelo de acessibilidade para sistemas computacionais de educação a distância. In *Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction (CLIHC '05)*. New York: ACM, p. 202-210, 2005.

MITCHELL, Ross E.; KARCHMER, Michael A. **Chasing the mythical ten percent: Parental hearing status of deaf and hard of hearing students in the United States**. In: *Sign Language Studies*, v. 4, n. 2, p. 138-163, 2004.

MOLLICK, Ethan. **Establishing Moore's Law**. *IEEE Annals of the History of Computing*, v. 28, n. 3, p. 62-75, July 2006.

MORGAN, Gareth. **Paradigms, metaphors, and puzzle solving in organization theory**. *Administrative Science Quarterly*, New York, v. 25, n. 4, p. 605 – 622, 1980.

NOVAES, Beatriz Cavalcanti de Albuquerque Caiuby; BALIEIRO, Clay Rienzo. **Terapia fonoaudiológica da criança surda**. In: FERREIRA, Léslie Piccolotto; BEFI-LOPES, Debora Maria; LIMONGI, Suelly Cecília Oliván (Org.). Tratado de fonoaudiologia. São Paulo: Rocca; 2004. p.732-39.

OLIVEIRA, Dayane Rocha; ARAUJO, Doracina Aparecida de Castro. **Surdez**: tendências de comunicação e suas implicações no ensino. In: Simpósio Científico-Cultural, 2010, Paranaíba. SCIENCULT Direitos Humanos e Inclusão, 2010. p. 117-124.

OLTHOUSE, Jill M. **Video Games**: Why Kids Play and What They Learn. Meridian Middle School Computer Technologies Journal, v. 12, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/meridian/winter2009/olthouse>>. Acesso em 22 fev. 2012.

ONTARIO MINISTRY OF EDUCATION. **The Ontario Curriculum** – Grades 9 & 10, Technological Education, 2009. Disponível em: <<http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/teched910curr09.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2012.

PINKER, Steven. **Learnability and cognition**: The acquisition of argument structure. Cambridge: MIT Press, 1989.

PIRES, Vanessa De Oliveira Dagostim. **Andaimento Coletivo como Prática de Ensino-Aprendizagem de Língua Portuguesa para Surdos**. 2009. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Linguística Aplicada, Universidade do Vale do Rio Dos Sinos, São Leopoldo, 2009.

PLUNKETT, K. **Connectionist approaches to language acquisition**. The handbook of child language, Cambridge: Blackwell, p. 36-72, 1995.

POKER, Rosimar Bortolini. **Abordagens de ensino na educação da pessoa com surdez**. UNESP, 2007. Disponível em: <http://www.marilia.unesp.br/Home/Extensao/Libras/mec_texto2.pdf>. Acesso em 22 fev. 2012.

PRENSKY, Marc. **Digital Game-Based Learning**. New York: McGraw-Hill, 2001.

QUADROS, Ronice Muller de. **Situando as diferenças implicadas na educação de surdos: inclusão/exclusão.** Florianópolis: NUP, Revista Ponto de Vista, n.5, p. 81-112, 2003.

_____. **Língua Brasileira de Sinais.** In: MEC. O tradutor intérprete de língua brasileira de sinais e língua portuguesa. Brasília: MEC/SEESP, 2004.

_____. **Educação de surdos: efeitos de modalidade e práticas pedagógicas.** MENDES, E. G.; ALMEIDA, M. A.; WILLIAMS, L. C. A. (Org.). Temas em educação especial: avanços recentes. São Carlos, SP: Editora da UFSCar, 2004. p. 55-60.

_____; SCHMIEDT, Magali L. P. **Idéias para ensinar português para alunos surdos.** Brasília: MEC, SEESP, 2006.

RAFAELI, Kátia Solange Coelho; SILVEIRA, Maria Dalma Duarte. **Caderno de estudos:** libras. Indaial : ASSELVI, 2009.

REESE, George. **Database programming with jdbc and java, second edition.** Sebastopol: O'Reilly, 2000.

RESNICK, Mitchel et al. **Growing up programming: democratizing the creation of dynamic, interactive media.** In: CHI EXTENDED ABSTRACTS, 27., Boston, 2009. Proceedings.... New York: Acm, 2009. p. 3293 - 3296.

RINALDI, G. (Org) **Educação Especial - Deficiência Auditiva:** Série Atualidades Pedagógicas. Brasília: SEESP, n. 4, 1997.

ROHDE, D. L. T.; PLAUT, D. C. **Connectionist models of language processing.** Cognitive Studies, v. 10, n. 1, p. 10-28, 2003.

RUSSELL, Michael; BEBELL, Damian; O'DWYER, Laura; O'CONNOR, Kathleen. **Examining teacher technology use: Implications for preservice and inservice teacher preparation.** Journal of Teacher Education, v. 54, n. 4, p. 297-310, Sep. 2003.

RYAN, M. Richard; RIGBY, C. Scott; PRZYBYLSKI, Andrew. **The motivational pull of video games: A self-determination theory approach.** Motivation and Emotion, v. 30, n. 4, p. 347-363, 1 Dec. 2006.

SALLES, Heloísa Maria Moreira Lima et al. **Ensino de Língua Portuguesa para Surdos**: caminhos para a prática pedagógica. Brasília: MEC/SEESP, 2004.

SANFORD, K., & Madill, L. (2007). **Understanding the power of new literacies through video game play and design**. Canadian Journal of Education, Ottawa, v. 30, n. 2, p. 432-455, 2007.

SANTAELLA, Lúcia. **Culturas e artes do pós-humano**: das culturas das mídias à cibercultura. São Paulo: Paulus, 2003.

SANTOS, Cimone Fátima dos (Org.). **Implementação e acompanhamento do desenvolvimento da educação bilíngue no Estado de Santa Catarina**. São José: FCEE, 2011.

SANTOS, Juliano Soares dos. **Nuvens virtuais como exemplo de técnicas de jogos para gráficos tridimensionais em tempo real**. 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SCHAFF, Adam. **Linguagem e conhecimento**. Coimbra: Almedina, 1974.

SCHELL, Bob. **The art of game design**. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008.

SCHREIBER, Guus; et al. **Knowledge Engineering and Management: The Commomkads Methodology**. Cambridge: The MIT Press, 2000.

SCHRIER, K. **Using augmented reality games to teach 21st century skills**. In ACM SIGGRAPH 2006 Educators program (SIGGRAPH '06). New York: ACM, Article 15, 2006.

SCIVERSE. **SciVerse Scopus**: Content coverage. Elsevier, 2011. Disponível em: <http://www.info.sciverse.com/UserFiles/sciverse_scopus_content_coverage_0.pdf>. Acesso em 22 fev. 2012.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertações**. Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVA, Ivani Rodrigues . **Línguas em contato e em Conflito: A Trajetória do Aluno Surdo na Escola.** In: II Simposio Internacional sobre Bilinguismo, 2002, Galicia. Actas/Proceedings II Simposio Internacional Bilinguismo, 2002. p. 1807-1813.

SKINNER, Burrhus Frederic. **Verbal Behavior.** New York: Appleton-Century-Crofts, 1957.

SOARES, Maria Aparecida Leite. **O oralismo como método pedagógico:** Contribuição ao estudo da história da educação dos surdos no Brasil. 1996. 223 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

SØRENSEN, Birgitte Holm; MEYER, Bente. **Serious games in language learning and teaching:** A theoretical perspective. In Proceedings of the 2007 Digital Games Research Association Conference. Tokyo: Digital Games Research Association, p. 559-566, 2007.

SPELL, P.H. **Conceptual modelling for knowledge-based Systems.** Encyclopedia of Computer Science and Technology, Marce Dekker Inc., New York, p. 1-24, 2002.

SQUIRE, Kurt. **From content to context:** Videogames as designed experiences. Educational Researcher, v. 35, n. 8, p. 19-29, Nov. 2006.

_____. **Video games in education.** International Journal of Intelligent Simulations and Gaming, v. 2, n. 1, p. 49-62, Oct. 2003.

STERN, Clara; STERN, William. **Die kindersprache.** Leipzig: Barth, 1907.

STUBBS, Kristen. **Kana no senshi (kana warrior):** a new interface for learning Japanese characters. In CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems (CHI EA '03). New York: ACM, p. 894-895, 2003.

TENOR, Ana Claudia. **A inclusão do aluno surdo no ensino regular na perspectiva de professores da rede municipal de ensino de Botucatu.** 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

TRASK, R.L. **Key concepts in language and linguistics**. London: Routledge, 2007.

ULICSAK, Mary; CRANMER, Sue. **Gaming in families**: Final report. Bristol: Futurelab. 31 Mar. 2010. Disponível em: <http://www2.futurelab.org.uk/resources/documents/project_reports/Games_Families_Final_Report.pdf>. Acesso em 22 fev. 2012.

_____; WRIGHT, Martha; CRANMER, Sue. **Gaming in families**: A literature review. Bristol: Futurelab. Aug. 2009. Disponível em: <http://www2.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Gaming_in_Families_review_09.pdf>. Acesso em 22 fev. 2012.

VYGOTSKY, Lev Semenovich; LURIA, Alexander; LEONTIEV, Alexei Nikolaievich. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1988.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WALTER, Chip. **Kryder's Law**. Scientific American, Jul. 2005. Disponível em: <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=kryders-law&ref=sciam>>. Acesso em 22 fev. 2012.

WEISERT, Conrad. **There's no such thing as the Waterfall Approach!**. 2003. Disponível em: <<http://www.idinews.com/waterfall.html>>. Acesso em 22 fev. 2012.

WIKIPEDIA. **Hard drive capacity over time**. Wikipedia, 2011. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hard_drive_capacity_over_time.svg>. Acesso em 22 fev. 2012.

WIKIPEDIA. **Transistor Count and Moore's Law - 2011**. Wikipedia, 2011. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistor_Count_and_Moore%27s_Law_-_2011.svg>. Acesso em 22 fev. 2012.

ZAFRULLA, Zahoor; BRASHEAR, Helene; YIN, Pei; PRESTI, Peter; STARNER, Thad; HAMILTON, Harley. **American sign language phrase verification in an educational game for deaf children.** in International Conference on Pattern Recognition (ICPR). IEEE, p. 3846-3849, 2010.

ZANATA, Eliana Marques. **Práticas pedagógicas inclusivas para alunos surdos numa perspectiva colaborativa.** 2004. 198 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

ZANCANARO, Airton; SANTOS, Paloma Maria; TODESCO, José Leomar. **Ginga-J ou Ginga-NCL:** características das linguagens de desenvolvimento de recursos interativos para a TV Digital. In: I Simpósio Internacional de Televisão Digital, 2009, Bauru. SIMTVD 2009, 2009. p. 1084-1108.