ALEXANDRA CAMARGO ALVES

SISTEMAS DE AUTORIA PARA PRODUÇÃO DE ANIMAÇÕES POR CRIANÇAS
UTILIZANDO INTERFACES NATURAIS

São Paulo

2011

ALEXANDRA CAMARGO ALVES

SISTEMAS DE AUTORIA PARA PRODUÇÃO DE ANIMAÇÕES POR CRIANÇAS
UTILIZANDO INTERFACES NATURAIS

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Engenharia
Elétrica.

Área de Concentração:
Sistemas Eletrônicos

Orientadora: Profa. Dra.
Roseli de Deus Lopes

São Paulo

2011

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 07 de agosto de 2011.

Assinatura do autor

Assinatura do orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Alves, Alexandra Camargo

Sistemas de autoria para produção de animações por crianças utilizando interfaces naturais / A.C. Alves. -- São Paulo, 2011.

182 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos.

1. Animação (Computação gráfica) (Produção) 2. Interfaces naturais I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos II. t.

DEDICATÓRIA

Ao meu marido Djalma, que com muita paciência, dedicação e amor abdicou de muitas coisas para me acompanhar neste longo caminho e igualmente ao meu filho Henrique, que em muitos momentos teve que esperar a mamãe terminar de estudar para poder brincar com ela.

AGRADECIMENTOS

Como não poderia deixar de ser, quero agradecer primeiramente ao meu marido, que sem o seu apoio, compreensão e dedicação não teria sido possível a mim chegar até aqui. Agradecer à minha família por entender minha ausência em muitos momentos, principalmente ao meu filho que passou muitos momentos de sua primeira infância ao lado de sua mãe acompanhada de um computador. Ao meu pai, que mesmo em sua ausência, sei que estaria muito orgulhoso de ver sua filha chegar até aqui. A todos os meus amigos, que direta ou indiretamente participaram desta jornada.

Quero agradecer em especial à professora Dra. Roseli de Deus Lopes, pela capacidade de acreditar nas pessoas e de conseguir extrair delas coisas boas, sempre com muita paciência. Foi com ela que caminhei durante longos nove anos e aprendi muito sobre o potencial que se pode descobrir escondido em alguém.

Quero agradecer ao professor Dr. Luiz Velho que, nestes últimos três anos, me acompanhou nesta jornada e me guiou em muitos momentos em que me achava perdida. Quero agradecer por sua paciência e sensibilidade em entender meus momentos de crise e meus problemas e respeitá-los.

A todos do LSI-EPUSP, que estiveram presentes em minha vida e principalmente em minha jornada de pesquisas e trabalhos. À minha amiga Irene, que sempre foi meu porto seguro, quando precisava de um ombro amigo. À Malu e à Maria Alice, por me ensinarem que trabalhar em equipe com pessoas com perfis tão diferentes pode ser muito difícil, mas o resultado é compensador. Ao professor Dr. Marcelo Zuffo, pela força que sempre deu aos nossos trabalhos, mesmo sabendo o quão difícil é desejar mudar a educação neste país. A todos os estagiários que passaram pelo NATE e que abraçaram a nossa causa por uma educação melhor e mais democrática.

À coordenação do VISGRAF-IMPA por me aceitar em seu grupo e me ajudar em muitos momentos, principalmente por disponibilizar a infraestrutura necessária para a realização de parte significativa deste trabalho. A todos aqueles com quem tive a oportunidade de cursar alguma disciplina e realizar alguma atividade acadêmica. Aos que me ajudaram em momentos difíceis e que contribuíram de alguma maneira com o meu trabalho.

Como não poderia deixar de fazê-lo, mesmo para os que não entendam, gostaria de agradecer ao Brutus e a Lili por ainda me amarem, mesmo perdendo tanto de mim nestes longos anos de estudo.

RESUMO

O Governo Brasileiro, juntamente com outros órgãos públicos e representantes do terceiro setor, criou um grande número de projetos que tentam disseminar o uso das tecnologias e promover a inclusão digital. Esses projetos são consequência da importância dada à inclusão digital e à capacitação do cidadão como ser autônomo e crítico no uso das tecnologias e na construção do seu conhecimento. Entretanto, a escola, que deveria ser considerada a principal responsável pelo futuro cidadão, ainda não consegue acompanhar o avanço das tecnologias e da sociedade fora dos seus muros, vivendo um momento de grandes questionamento. As tecnologias já fazem parte do cotidiano da escola, mas não provocaram mudanças significativas nos processos de ensino e aprendizado como as que se observam fora dos muros da escola. Nossos alunos vivem hoje uma realidade fora da escola muito diferente da que a escola lhes oferece, o que prejudica a relação da escola com o aluno e com a sociedade. As mídias, poderosos recursos para a produção de conteúdos educacionais, estão presentes no cotidiano desses usuários, ávidos em consumirem desenhos animados, filmes e jogos eletrônicos. Entretanto, os usuários ainda são tratados como meros espectadores, que não passam de passivos consumidores que recebem todas as informações prontas, continuando reféns de uma parcela da sociedade que possui o poder de produzir e manipular estas informações. Este trabalho apresenta um estudo sobre interfaces naturais em sistemas de autoria para filmes de animação, bem como a concepção, desenvolvimento e resultados de testes de dois protótipos de sistemas. Apresenta também considerações e subsídios para o desenvolvimento de sistemas de autoria que estimulem a produção de filmes de animação de maneira fácil e intuitiva a partir de interfaces naturais com foco no processo de produção do usuário. Em vivência, os protótipos desenvolvidos se mostraram de fácil e rápida apropriação por crianças de diferentes faixas etárias, que se mostraram interessadas em explorar e construir suas animações. Os resultados obtidos mostram a viabilidade da proposta do trabalho e fornecem subsídios para o desenvolvimento de novos sistemas.

PALAVRAS CHAVE: Sistemas de Autoria, Interfaces Naturais, Animação por Computador, Histórias Digitais

ABSTRACT

The Brazilian Government, along with other public agencies and representatives of the third sector, has created a large number of projects that try to spread the use of technologies and promote digital inclusion. These projects are the result of the importance given to digital inclusion and empowerment of the citizen as an autonomous being and critical user of technology as well as autonomous in his knowledge construction. However, the school, which should be considered the main responsible for the citizens' future, still can not keep pace with advancing technology and society outside its walls, living a moment of great questions, since the technologies are already part of its daily but caused no significant changes in the teaching and learning as occurring outside the school walls. Today, student's reality outside school is very different from what school offers them, which undermines the school's relationship with the student and society. The digital media, with powerful resources for content production, are present in daily lives of the users, eager to consume cartoons, movies and computer games. However, users are still treated as simple spectators who are merely passive consumers and receive all the information ready, still hostage to a portion of the society that has the power to manipulate and produce this information. This work presents a study on natural interfaces to authoring systems for animation films, as well as presents the design, development and results of tests of two prototypes. It also presents considerations and subsidies for the development of authoring systems that encourage production of animated films in an easy and intuitive way, using natural interfaces and focussing on the production process and user evolution. In preliminary experiments, the prototypes proved to be easy and quickly learned, which matches the goals of this project to attract users in different age groups who had shown interest in exploring and building their own animations. The results and contributions obtained show the feasibility of the proposed work and can also provide subsidies for the development of new systems.

KEYWORDS: authoring system, natural interfaces, computer animation, digital stories

Sumário

1	Introdução.....	17
1.1	Motivação.....	21
1.2	Hipótese.....	23
1.3	Objetivo.....	24
1.4	Metodologia.....	24
1.5	Organização do Trabalho.....	25
2	Fundamentação Teórica e Estado da Arte.....	27
2.1	Sistemas de Autoria para a Educação.....	28
2.2	Contar Histórias.....	32
2.3	Animação.....	35
2.3.1	Ajustes de Câmera e Cena.....	36
2.3.1.1	Posições de Câmera.....	37
2.3.1.2	Movimentos de Câmera.....	40
2.3.1.3	Transições entre Cenas.....	41
2.3.2	Animação em 2D.....	42
2.3.2.1	Produção.....	43
2.3.3	Animação em 3D.....	43
2.3.3.1	Produção.....	44
2.3.3.2	Modelagem.....	44
2.3.3.3	Renderização.....	45
2.3.3.4	Criação de Movimento.....	46
2.3.4	Técnicas de Animação.....	46
2.3.4.1	Animação por Quadro-Chave.....	47
2.3.4.2	Animação Procedural.....	48
2.3.4.3	Animação por Script.....	48
2.3.4.4	Captura de Movimentos.....	49
2.3.5	Animação como Recurso Educacional.....	49
2.4	Interfaces.....	50
2.4.1	Evolução das Interfaces.....	51
2.4.2	Interfaces Naturais.....	53
2.4.2.1	Interfaces Tangíveis.....	57
2.4.2.2	Interfaces Multi-Toque	59
2.4.2.3	Interfaces Mistas ou Multimodais.....	61

2.5	Sistemas de Autoria com Interfaces Naturais.....	63
2.5.1	Sistemas de Autoria com Interfaces Tangíveis.....	63
2.5.2	Sistemas de Autoria com Interfaces Multi-Toque.....	67
2.5.3	Sistemas de Autoria com Interfaces Mistas ou Multimodais.....	71
2.6	Conclusões.....	73
3	Proposta de Sistema de Autoria para Produção de Animação por Crianças.....	76
3.1	Público-Alvo.....	78
3.2	Interface.....	80
3.3	Sistemas de Autoria para Filmes de Animação.....	82
3.4	Requisitos Funcionais	82
3.4.1	Requisitos Funcionais para o Sistema 2D.....	83
3.4.2	Requisitos Funcionais para o Sistema 3D.....	84
3.5	Animando em Duas Dimensões.....	85
3.5.1	Recursos.....	88
3.5.2	Processo de Criação.....	89
3.5.3	Interação com o Sistema.....	90
3.5.3.1	Definição de Cenário.....	97
3.5.3.2	Definição de Personagens.....	97
3.5.3.3	Definição de Objetos.....	98
3.5.3.4	Eliminação de Elementos Inseridos no Cenário.....	98
3.5.3.5	Alteração de Cenário.....	98
3.5.3.6	Gravação de Cena Temporária.....	99
3.5.3.7	Gravação de Cena em Disco.....	99
3.5.3.8	Gravação de Som em Disco.....	99
3.5.3.9	Visualização de Resultado.....	100
3.5.3.10	Resultado.....	100
3.6	Animação em 3D.....	101
3.6.1	Interface.....	104
3.6.2	Recursos.....	105
3.6.3	Processo de Criação.....	105
3.6.4	Interação com o Ambiente.....	107
3.6.4.1	Definição de Cenário.....	114
3.6.4.2	Definição de Personagens.....	114
3.6.4.3	Definição de Objetos.....	115
3.6.4.4	Eliminação de Objetos e Personagens do Cenário.....	115

3.6.4.5	Gravação de Cena.....	116
3.6.4.6	Visualização de Cena.....	116
3.6.4.7	Manipulação de Câmera.....	117
3.6.4.8	Resultado.....	117
3.7	Conclusões.....	118
4	Prototipação.....	123
4.1	Requisitos de Hardware.....	124
4.2	Requisitos de Software.....	125
4.3	Protótipo do Reactoon 2D.....	127
4.3.1	Recursos.....	127
4.3.2	Módulos.....	130
4.3.3	Problemas e Soluções.....	133
4.4	Protótipo do Reactoon 3D.....	133
4.4.1	Recursos.....	133
4.4.2	O projeto.....	138
4.4.3	Problemas e Soluções.....	141
4.4.4	Conclusões.....	142
4.5	Síntese das Principais Características do Reactoon 2D e 3D.....	143
5	Resultados.....	149
5.1	Vivência.....	149
5.1.1	Objetivos da vivência.....	149
5.1.2	Público Alvo.....	150
5.1.3	cronograma.....	152
5.1.4	Evolução.....	155
5.1.5	Adaptação.....	156
5.1.6	Novos Recursos.....	157
5.1.7	Transição.....	158
5.1.8	Gestos.....	159
5.1.9	Colaboração.....	160
5.2	Conclusões.....	160
6	Conclusão.....	162
6.1	Considerações Finais.....	163
6.2	Contribuições.....	165
6.3	Trabalhos Futuros.....	166
Apêndice 1 – Questionário aplicado pela autora na forma de entrevista aos participantes		

dos experimentos.....182

Lista de Figuras

Figura 1: A posição wide shot mostra todo o personagem e também um visão geral do cenário (White, 2006).....	37
Figura 2: A posição mid shot nos aproxima do sujeito que receberá a atenção do público (White, 2006).....	38
Figura 3: O close-up chama a atenção do público para o sujeito, sua ação e reação.....	38
Figura 4: O extre close-up força que o público volte sua atenção para uma ação em particular, neste caso para mostrar as marcas de balas (White, 2006).....	39
Figura 5: O ultra-wide shot mostra uma grande parte do cenário e também o sujeito (neste caso, a placa stop) como uma parte muito pequena do todo (White, 2006).....	39
Figura 6: Criança interagindo com o sistema DallTalk (Vaucelle; Jehan, 2002).....	64
Figura 7: Aparência do Jabberstamp (Raffle at al., 2007; Rafelandia, 2006).....	65
Figura 8: A configuração do sistema wlzQubes (Zhou et al., 2008).....	66
Figura 9: Interface do PDH (Shen; Lesh; Vernier, 2003).....	68
Figura 10: Algumas interações possíveis com uma ou duas canetas.....	69
Figura 11: Crianças desenhando e programando seus cartões. [Ryokai; Lee. Breitbart, 2009].....	72
Figura 12: Componentes do sistema.....	89
Figura 13: Criando com o Reactoon.....	90
Figura 14: (1) Início – Luz verde indica o funcionamento do sistema.....	91
Figura 15: (2) Cenário – Carregando um cenário.....	91
Figura 16: (3) Personagens e Objetos – Adicionando um personagem ou objeto.....	92
Figura 17: (4) O personagem ou objeto é adicionado na posição onde é colocado seu objeto tangível.....	92
Figura 18: (5) Posicionando o personagem no cenário.....	93
Figura 19: (6) Montagem final de uma cena.....	93
Figura 20: (7) Colocando o objeto tangível “gravar cena” para gravar a primeira.....	94
Figura 21: (8) Animando uma cena – basta manipular seus objetos e personagens realizando as ações na cena.....	94
Figura 22: (9) Colocando o objeto tangível “play” para assistir à cena atual.....	95
Figura 23: (10) Armazenando a cena atual em disco e associando a um objeto tangível “cena”.....	95
Figura 24: (11) Editando o filme, ordenando as cenas.....	96
Figura 25: (12) Colocando o objeto tangível “play” para assistir ao filme editado.....	96

Figura 26: (1) Início – Modelo de cenário padrão já carregado ao iniciar o sistema.....	107
Figura 27: (2) Adicionando o objeto tangível “biblioteca”	108
Figura 28: (3) Menu biblioteca e as opções de bibliotecas disponíveis pelo sistema.....	108
Figura 29: (4) Escolhendo uma das bibliotecas disponíveis.....	109
Figura 30: (5) Escolhendo um personagem da biblioteca “personagens”	109
Figura 31: (6) Manipulando o personagem (menu de opções de controles do “personagem”).....	110
Figura 32: (7) Escolhendo a opção “animar”	110
Figura 33: (8) Opções possíveis de serem aplicadas ao personagem. Escolha da animação, definição de caminho, velocidade e tempo da animação e assistir à animação	111
Figura 34: (9) Assistindo à animação criada.....	111
Figura 35: (10) Fechando o menu animar.....	112
Figura 36: (11) Mudando o plano de edição.....	112
Figura 37: (12) Fechando o menu de opções de controles do “personagem”	113
Figura 38: (13) Acessando o menu para manipulação da câmera (objeto tangível “camera”).....	113
Figura 39: (15) Assistindo a animação (Objeto tangível “play”	114
Figura 40: Diagrama do framework ReactIVision e a configuração física da mesa (http://reactivision.sourceforge.net/).....	124
Figura 41: Exemplos de marcadores fiduciais disponibilizados pelo framework (http://reactivision.sourceforge.net/).....	126
Figura 42: Imagem processada pelo ReactIVision (http://reactivision.sourceforge.net/).	126
Figura 43: Cenário criado para a biblioteca cenário.....	128
Figura 44: Personagem: Jogador. Criado para a biblioteca personagens.....	129
Figura 45: Personagem: Goleiro. Criado para a biblioteca personagens.....	129
Figura 46: Bola criada para a biblioteca objeto.....	129
Figura 47: Objeto claquete - Função gravar cena.....	129
Figura 48: Objeto televisão - Função tocar cena.....	129
Figura 49: Objeto microfone - Função gravar som.....	129
Figura 50: Objeto cena - Representa as cenas gravadas.....	130
Figura 51: Diagrama da arquitetura básica da aplicação.....	131
Figura 52: Diagrama das principais classes do Reactoon 2D	132
Figura 53: Diagrama de pacotes do Reactoon 2D.....	132
Figura 54: Objeto filmadora - Função gravar cena.....	134

Figura 55: Objeto televisão - Função tocar cena.....	134
Figura 56: Objeto microfone - Função gravar som.....	134
Figura 57: Menu de acesso as bibliotecas.....	135
Figura 58: Menu de acesso aos elementos da biblioteca objetos.....	135
Figura 59: Menu de acesso aos elementos da biblioteca personagens.....	136
Figura 60: Menu de transformações para objetos e personagens.....	137
Figura 61: Menu de controle da animação.....	137
Figura 62: Diagrama da arquitetura básica da aplicação.....	139
Figura 63: Diagrama das principais classes do Reactoon 3D.....	140
Figura 64: Diagrama de pacotes do Reactoon 3D.....	141

Lista de Tabelas

Tabela 1: Principais características dos projetos levantados.....	75
Tabela 2: Modos de interações com a aplicação Reactoon 2D.....	121
Tabela 3: Modos de interações com a aplicação Reactoon 3D.....	121
Tabela 4: Resumo das principais características do Reactoon 2D e 3D.....	144
Tabela 5: Resumo das principais características do público participante.....	150

LISTA DE ABREVIATURAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
CDTC	Centro de Difusão de Tecnologia e Conhecimento
CIDs	Centros de Inclusão Digital
CLI	Command Line Interface (Interface de Linha de Comando)
CVT	Centros Vocacionais Tecnológicos
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
HMD	<i>Head Mounted Display</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
IHC	Interação Homem-Computador
IMPA	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
IDN	Índice de Desenvolvimento Humano
LSI	Laboratório de Sistemas Integráveis
MSN	<i>Microsoft Service Network</i>
NATE	Núcleo de Aprendizagem, Trabalho e Entretenimento
NUI	Natural User Interface (Interface Natural com o usuário)
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	<i>Personal Computer</i> (Computador Pessoal)
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i> (Assistente Pessoal Digital)
PDH	<i>Personal Digital Historian</i> (História Pessoal Digital)
PROINFO	Programa Nacional de Informática na Educação
PROUCA	Programa Um Computador por Aluno
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i> (Identificação por Rádio-Frequência)
TICS	Tecnologias da Informação e Comunicação
TUI	<i>Tangible User Interface</i> (Interface Tangível com o usuário)
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USB	Universal Serial Bus
VISGRAF	Laboratório de Visão e Computação Gráfica

1 INTRODUÇÃO

Como consequência da preocupação dos governantes de todo mundo em incluir seus cidadãos na chamada “sociedade digital”, o uso das tecnologias digitais na educação tem crescido mundialmente. Juntamente com esse crescimento e a rapidez com que acontecem os avanços tecnológicos, a urgência de mudanças nos processos de ensino e aprendizado faz com que grandes centros de pesquisa busquem atender às demandas dessa área. Equipes multidisciplinares trabalham no desenvolvimento de processos e soluções tecnológicas educacionais com o objetivo de proporcionar melhorias significativas na qualidade da educação, que acompanhem a evolução da sociedade e suas tecnologias. Entretanto, a velocidade com que as tecnologias evoluem não é acompanhada pelo sistema educacional, causando aí um fosso entre o que se tem dentro e fora dos muros da escola.

O Governo Brasileiro, por meio do Ministério da Educação, buscando soluções para os problemas educacionais conjuntamente com a necessidade de cumprir seu papel de incluir seus cidadãos na chamada “Sociedade Digital”, criou em 1997 o ProInfo – Programa Nacional de Informática na Educação - responsável por informatizar as escolas públicas com computadores, recursos digitais e conteúdos educacionais. O programa tem como objetivo promover o uso pedagógico da informática na rede pública de ensino.

Além do ProInfo que tem como foco a Escola, o Governo Federal, juntamente com outros órgãos públicos e do terceiro setor, mantém um grande número de projetos com o objetivo em comum de disseminar o uso das tecnologias e promover a inclusão digital. Projetos como: Casa Brasil¹ – responsável pela implantação de espaços multifuncionais em comunidades de baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que disponibilizam para a comunidade computadores e conectividade e desenvolvem atividades voltadas a promover a apropriação autônoma e crítica em relação às tecnologias, como o uso de software livre e a democratização das

1 <http://www.casabrasil.gov.br/>

comunicações; CDTC² - Centro de Difusão de Tecnologia e Conhecimento – qualifica servidores públicos e cidadãos em geral no uso de software livre, por meio do ensino à distância pela Internet; CIDs³ - Centros de Inclusão Digital - são instrumentos de promoção da inclusão social que disponibiliza à população menos favorecida o acesso às tecnologias da informação buscando o aperfeiçoamento da qualidade profissional; CVT⁴ – Centros Vocacionais Tecnológicos – são espaços de ensino profissionalizante voltado para a capacitação tecnológica da população que levam em conta a vocação da região onde se inserem; Programa Estação Digital⁵ - busca aproximar o computador e a Internet da vida do estudante, dona de casa, trabalhador, da população tradicional e cooperativas, criando novas perspectivas e melhorando a qualidade de vida da população, atuando sempre em comunidades que não têm acesso a essas tecnologias; Telecentros – Programa Nacional de Apoio à Inclusão Digital nas Comunidades – programa de apoio a espaços públicos e comunitários de inclusão digital por meio de doação de computadores, conexão à Internet e bolsas de auxílio para monitores.

Cabe mencionar também que, em junho de 2010, o Governo Federal lançou o PROUCA⁶, Programa Um Computador por Aluno, que se encontra na fase piloto, com a implantação inicial em aproximadamente 300 escolas de diferentes municípios em todas as unidades da federação. Este programa envolve a implantação de conexão à Internet e de rede sem fio na Escola e a distribuição de *laptops* educacionais para todos os estudantes, professores e gestores das escolas envolvidas. Também faz parte do PROUCA um programa de formação para uso pedagógico para gestores e professores.

Com essa pequena amostra de ações do Governo conjuntamente com órgãos públicos e do terceiro setor, podemos perceber a importância que é dada à inclusão digital e à capacitação do cidadão como ser autônomo e crítico no uso das tecnologias e na construção do seu conhecimento. Com a necessidade de desenvolver novas habilidades em seus alunos relacionadas ao uso das TICs e às

2 <http://www.cdtc.org.br/>

3 <http://www.fb.org.br/Institucional/AcoesComunitarias/CentrosDeInclusaoDigital/>

4 <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77600.html>

5 <http://www.fbb.org.br/estacaodigital/pages/publico/index.jsp>

6 <http://www.uca.gov.br>

competências do novo milênio, as escolas buscam, através de projetos pedagógicos que exploram o uso das tecnologias, atender às necessidades da nova sociedade e realizar melhorias na qualidade dos processos de ensino e aprendizado.

Sem as mudanças necessárias, “a escola passa a ser uma ilha, uma sociedade fechada com ritmos e rituais próprios, diferentes daqueles que o aluno vive ‘lá fora’; dentro da escola ele não é mais uma criança ou um adolescente, ele é um aluno” (Ribeiro, 1977⁷ apud Leite, 1996). A visão do aluno como depósito, como citado por Freire, deve deixar de coexistir com a proposta de mudança e modernização do processo educacional. Não adianta, equipar as escolas com modernos aparatos tecnológicos se seus alunos ainda são tratados como receptáculos da informação. É preciso mudar, e esta mudança tem que acontecer com urgência, e requer que mude a forma como o professor e o aluno se relacionam entre si e com a informação.

A apropriação da tecnologia depende muito do espaço em que ela está presente e de quem a usa. Quando se trata do uso nas escolas, depende principalmente dos professores e seus superiores. Para que um usuário possa se apropriar de uma tecnologia ele precisa de tempo e liberdade para explorá-la e extrair dela o que ela pode lhe oferecer. Entretanto, mesmo hoje, são poucas essas oportunidades no ambiente escolar, e muitas das atividades envolvendo o uso de tecnologias já estão preparadas pelo professor, muitas vezes envolvendo apenas uma busca na Internet sobre um tema trabalhado ou a ser trabalhado em classe ou o uso de um aplicativo com informações prontas onde não existe a oportunidade de autoria do usuário. A participação do aluno na construção do seu conhecimento, na exposição de suas ideias e conceitos sobre seu aprendizado é muito pequena.

Tratando-se das Tecnologias da Comunicação e Informação (TICs), os alunos, em sua grande maioria, ficam só com a Informação, pois poucas são as oportunidades de Comunicação. Normalmente, existe pouco tempo para a comunicação entre aluno e professor e aluno e aluno. Entenda-se aqui como comunicação, o uso de um meio para se expressar e se comunicar, passando uma

7 Ribeiro, Silvia. Em busca de uma metodologia para uma educação libertadora, Dissertação apresentada à PUC/SP, 1977.

mensagem que tenha significado para o autor, que esteja dentro de seu contexto cultural e social, que faça parte de sua história e que lhe permita mostrar à sociedade seu entendimento do mundo e do que lhe rodeia.

Mesmo com tanto avanço tecnológico e tantas tecnologias que favoreçam a comunicação, o público infanto-juvenil continua mudo para muitos dos adultos que fazem parte de seu cotidiano. Poucos são aqueles que colocam suas vozes em alguma mensagem ou forma de expressão que será ouvida pela sociedade e por seus iguais. Grandes consumidores de mídias, poucos são os que produzem algum conteúdo midiático, que se apropriam destes recursos tecnológicos como meios de comunicação e expressão de suas ideias e suas percepções do mundo e da sociedade.

Segundo [Jorge Wertheim, 2002], Diretor da UNESCO no Brasil, “a participação na mídia é uma forma de o indivíduo expressar suas opiniões sobre aquilo que o afeta”.

"Basicamente, as questões de educação para a mídia e participação das crianças estão relacionadas aos direitos da criança, não só com relação à mídia, mas também na sociedade — direitos que são fundamentais para ampliar a democracia. De acordo com a Convenção da ONU sobre os Direitos da Criança — cuja vigência completou dez anos em 1999 — a criança deve ter acesso a informações e materiais de várias fontes nacionais e internacionais, especialmente àquelas que objetivam a promoção de seu bem-estar social, espiritual e moral (do artigo 17); a criança deve ter direito à liberdade de expressão (do artigo 13); e a criança tem o direito de expressar sua opinião com relação a todos os assuntos que a afetam (do artigo 12). Ainda mais hoje em dia — quando a mídia/telecomunicações representa/am uma área com crescimento recorde nas duas últimas décadas — a explosão da mídia significou uma verdadeira globalização. Além disso, como a mídia é, em muitos aspectos, pré-requisito para o funcionamento da sociedade atual, nem sempre é possível diferenciar mídia de sociedade" [Cecilia von Feilitzen (2002), Coordenadora Científica da Câmara Internacional da UNESCO para Crianças e a Violência na Tela].

Para [Feilitzen, 2002], “um elemento essencial para atingir o pensamento crítico é a própria produção do aluno”. Vários artigos mostram que o pensamento crítico se desenvolve não só com a análise crítica da mídia, mas também com a sua produção. Feilitzen cita que para alguns autores a produção é um meio para a comunicação e expressão; para outros, a produção é um ciclo que envolve a ação,

reflexão e diálogo; alguns acham que este ciclo pode, em longo prazo, implicar uma comunicação criativa e crítica de histórias e representações de si mesmo. Ainda segundo a autora, as crianças, quando participam no processo de construção da mídia, orgulham-se de si, de sua potencialidade e de sua auto-estima, percebendo-se pertencentes à sua comunidade, onde agora são ouvidas.

As observações e questionamentos iniciais que deram origem a este trabalho vieram de vivências em outros projetos realizados em ambientes escolares nos quais a autora participou [Franco et al, 2007a, 2007b; Alves; Blikstein; Lopes, 2005; Cavallo et al, 2004; Sipitakiat et al, 2003; Alves et al, 2004]. Foi possível, durante este período, observar a pouca produção de conteúdo realizada pelos alunos bem como a pouca oferta de produtos voltados ao público infanto-juvenil que permitam a produção de histórias digitais. A partir destas vivências, foram identificados alguns requisitos importantes que precisam ser proporcionados quando se usam tecnologias em ambiente escolar, são eles:

- propiciar ao aluno um ambiente de autoria adequado ao seu perfil cognitivo;
- permitir a produção de conteúdos com os quais o aluno esteja familiarizado dentro do seu contexto cultural e social;
- melhorar, facilitar e tornar mais natural a interação do usuário com a interface;
- estimular a criatividade, a comunicação e a capacidade de expressão desses usuários.

1.1 MOTIVAÇÃO

Apesar das possibilidades de acesso às tecnologias digitais presentes em nosso cotidiano em bancos, lanchonetes, museus e escolas, muitas pessoas ainda resistem ao seu uso e alguns apresentam verdadeira aversão a este tipo de tecnologia [Palhares; Silva; Rosa, 2002]. Além disso, muitos dos que utilizam o computador, o fazem apenas para consumir informação pronta. Poucos são produtores de conteúdo, mesmo dentro de espaços que deveriam ser considerados principais precursores nestas ações, como as escolas.

Os computadores já fazem parte do cotidiano escolar há algumas décadas. Entretanto, apesar da grande evolução tanto de *hardware* como de *software*, ainda faltam *software* adequados que atendam às necessidades deste público específico. Muitas vezes com *software* pouco apropriados e interfaces complexas, atividades que poderiam ser realizadas, beneficiando-se das tecnologias, transformam-se em verdadeiras odisséias, em que uma simples edição de texto leva o usuário a se confrontar com uma interface “monstro”, repleta de menus e barras de ferramentas, que poluem a área de trabalho e confundem, ao invés de oferecer recursos básicos para realizar o que o professor deseja, a produção de um texto.

Atualmente, as escolas têm em suas salas de aula o que podemos chamar de nativos digitais, isto é, indivíduos que nasceram e cresceram convivendo com as tecnologias digitais. Estes nativos digitais vivem em um mundo real cercado de recursos digitais, em que a comunicação acontece na forma de um bate-papo pela internet, o envio de uma mensagem pelo MSN (*Microsoft Service Network*) e até mesmo pelo envio de um vídeo ou foto pelo celular. Esses usuários encontraram novas formas de se comunicar e se expressar, indo além da conversa face a face e até mesmo de textos escritos linearmente. Novos meios trouxeram novas formas de comunicação e expressão, e com elas se misturam texto, som, vídeo, imagens e *hiperlinks* [Prensky, 2001a, 2001b].

O papel de uma aplicação educacional não é o de formar um profissional no uso de uma ferramenta, mas sim oferecer novos meios para facilitar e estimular os processos de ensino e aprendizado. Para isso, este trabalho apresenta um estudo que busca o desenvolvimento de sistemas de autoria que explorem novas formas de interação e interfaces com o usuário de modo a contribuir com a produção do conhecimento. Por meio de uma interação mais natural e intuitiva, os sistemas de autoria com interfaces naturais podem diminuir o tempo necessário para a familiarização e para a produção do conhecimento. Neste sentido pode também contribuir para reduzir ou eliminar a rejeição à tecnologia, que acontece muitas vezes por falta de experiência no uso e/ou dificuldades de interação.

O mundo dos desenhos animados, das produções cinematográficas de animações e dos jogos eletrônicos fazem parte do cotidiano desses usuários. O ato

de ouvir histórias por meio de imagens animadas é familiar a esses usuários que podem passar de consumidores a produtores desses conteúdos. A escolha por um ambiente de autoria que permita a produção de simples filmes de animação, permite juntar todos esses meios citados anteriormente e também utilizar formas bem conhecidas pelos usuários em foco.

Este trabalho se apoia em pesquisas na área de Interfaces naturais, ferramentas de autoria, colaboração face a face e produção de filmes de animação, para tecer considerações e fornecer subsídios para o desenvolvimento de ambientes de autoria com interfaces naturais que estimulem e facilitem a produção de conteúdos por usuários com pouca ou nenhuma experiência no uso desses recursos.

Esta pesquisa tem como objetivo principal investigar o tema interfaces naturais em ambientes de autoria para produção de filmes de animação por crianças. Para aprofundar a investigação sobre este tema foram concebidos dois protótipos que exploram as interfaces naturais em ambientes de autoria para animações em 2D e em 3D. Os testes realizados permitiram fazer considerações e fornecer subsídios para futuros desenvolvimentos na área.

1.2 HIPÓTESE

A hipótese levantada aqui neste trabalho é propor um sistema de autoria que permita:

- O seu uso por crianças;
- A adoção das interfaces naturais em sistemas de autoria;
- A manipulação de recursos midiáticos de forma fácil e intuitiva através de uma interface natural;
- Manter a proposta de uma interface natural mesmo quando o grau de complexidade da interação aumenta;
- Manipular de forma fácil e intuitiva tanto um ambiente bidimensional quanto um tridimensional.

1.3 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é a produção de um estudo sobre sistemas de autoria com interfaces naturais. Para isso foram realizadas pesquisas exploratórias envolvendo levantamento bibliográfico e a concepção, desenvolvimento e testes de um ambiente de autoria para produção de filmes de animação em 2D e em 3D que oferece uma interface natural como meio de interação do usuário com o ambiente, voltado para o usuário não-experiente. Este estudo busca apresentar considerações e subsídios para o desenvolvimento de novos ambientes de autoria voltados a usuários não-experientes no uso e produção de conteúdos midiáticos a partir da exploração das interfaces naturais.

Os objetivos específicos deste trabalho são: identificar características particulares dos sistemas de autoria com interfaces naturais; conceber, desenvolver e testar um ambiente de autoria para criação de filmes de animação com interface natural; testar o ambiente de autoria para filmes de animação em duas ou em três dimensões com crianças; realizar análise para trazer subsídios para contribuir com a comunidade científica em novas pesquisas na área.

1.4 METODOLOGIA

Este trabalho adotou a estratégia da pesquisa exploratória, buscando na literatura, na prototipação e na observação subsídios para a realização da pesquisa.

As etapas da pesquisa podem ser resumidas em cinco fases principais, comentadas a seguir:

1. Levantamento bibliográfico sobre ferramentas de autoria, recursos midiáticos e interfaces naturais, em que se focou:
 - O estado da arte em Sistemas de Autoria para Contar Histórias em que eram exploradas as interfaces naturais;
 - A exploração das animações em 2D e em 3D como recurso midiático na

- construção de histórias;
 - Diferentes tipos de interfaces naturais;
 - Recursos midiáticos como imagens em 2D e modelos em 3D para construção de bibliotecas a serem disponibilizadas juntamente com o sistema.
2. Vivências em campo, na qual se levantou o perfil dos usuários e características relevantes no ambiente escolar. Esta pesquisa foi realizada por meio de projetos executados dentro de escolas de ensino fundamental durante um período de 6 anos.
 3. Elaboração do ambiente proposto baseado nos vários estudos anteriores, em que se buscou desenhar as interações possíveis a partir dos recursos a serem disponibilizados pelo sistema.
 4. Realização de testes de conceito, por meio da modelagem e implementação de protótipos dos sistemas com recursos considerados relevantes à produção do conteúdo pelos usuários. Para isso, foi montada uma biblioteca de objetos e personagens, tanto em 2D como em 3D, modelada uma interface mista para permitir uma interação mais natural do usuário com o ambiente em seu processo de criação, e também testes com o usuário final.
 5. Análise dos dados obtidos através da literatura, do desenvolvimento dos protótipos e dos experimentos com o público final.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em 6 capítulos conforme descrito a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: Este capítulo apresenta uma visão geral do trabalho, motivação, objetivos, a metodologia para desenvolvimento e organização, na qual este tópico está inserido.

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica e Estado da Arte: Inicialmente apresenta os conceitos fundamentais essenciais ao desenvolvimento da pesquisa, como: sistema

de autoria para a educação, ajustes de câmera e cena, animação em 2D, animação em 3D, técnicas de animação e interfaces. Em seguida, apresenta um levantamento do estado da arte na área em que se insere a pesquisa. Foi realizada uma extensa pesquisa com a qual foi possível identificar os trabalhos de referência para a fundamentação das ideias propostas, além dos trabalhos relevantes, relacionados, direta ou indiretamente, com o tema proposto e o estado da arte na área da pesquisa.

Capítulo 3 – Proposta de Sistema de Autoria para Produção de Animação por Crianças: Apresenta o público alvo, a proposta da interface, os requisitos funcionais para o sistema 2D e 3D e o processo de animação em 2D e em 3D.

Capítulo 4 – Prototipação: Este capítulo descreve os dois protótipos desenvolvidos para o estudo de caso, detalhando o ambiente proposto e ressaltando suas principais características.

Capítulo 5 – Resultados: Neste capítulo, são apresentados os principais resultados bem como uma discussão sobre estes resultados.

Capítulo 6 - Conclusões: Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais do trabalho e destacadas as principais contribuições e apresentadas sugestões para futuros trabalhos.

Referências: Apresenta uma listagem das referências bibliográficas consultadas para a realização da pesquisa.

Apêndice 1: Apresenta o questionário aplicado aos participantes dos experimentos com o ambiente de autoria.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO DA ARTE

Atualmente, podemos nos valer de inúmeros recursos tecnológicos para contar histórias, mas nem sempre foi assim. É impossível saber precisamente quando se deu o início ao costume de contar histórias. Possivelmente tenha surgido concomitantemente à linguagem oral. Esta é uma hipótese que nos reporta a tempos muito distantes, dos quais a escrita não fazia parte. Contar histórias apoiadas por narrativas orais, gestos e desenhos pode ser considerada uma arte bem antiga, se os desenhos encontrados nas paredes das cavernas puderem ser considerados recursos para contar histórias. A utilização de desenhos animados, uma forma de contar histórias apoiadas por desenhos em movimento, também é uma arte muito antiga, com técnicas bem consolidadas e que serviram de embasamento para uma grande variedade de técnicas utilizadas até hoje. Atualmente, junto com o advento das tecnologias digitais, os recursos e as formas para contar histórias se ampliaram. Com a disponibilidade de uma grande diversidade de mídias, principalmente as digitais, é possível oferecer ao espectador experiências ricas em estímulos e sensações.

Um campo que vem sendo muito pesquisado atualmente trata da prática de contar histórias a partir de narrativas pessoais e recursos multimídia, conhecido como narrativas digitais (*digital storytelling*). Esta forma de contar histórias digitalmente tem sido adotada por escolas em todo o mundo. Entretanto, ensinar o processo de contar histórias apoiadas por narrativas digitais apresenta vários desafios para os professores, uma vez que exige certo grau de criatividade ao contar uma história no formato de um filme, em que é necessário uma alfabetização visual e midiática, bem como facilidade no uso das tecnologias. A utilização de narrativas digitais oferece oportunidades diferenciadas para os alunos adquirirem muito mais do que habilidades com as novas tecnologias, permite representar suas vozes de uma forma pouco abordada pelos currículos ao mesmo tempo em que praticam as habilidades de alfabetização digital que serão importantes para a sua inclusão na chamada sociedade digital [Lambert, 2010].

Entretanto, fazemos parte de uma sociedade acostumada a consumir histórias onde poucos são os que as produzem, principalmente o público infanto-juvenil. Dar ao público infanto-juvenil a possibilidade de construir suas próprias histórias apoiada por recursos como sons, imagens e animações disponibilizando ambientes de autoria que potencializem a criação e a criatividade a partir de interações naturais e intuitivas a seu contexto é um desafio que envolve tópicos de pesquisas realizadas recentemente.

O estudo sobre sistemas computacionais com interfaces naturais não é algo novo, entretanto o interesse nesta área cresceu nos últimos anos graças às possibilidades de implementação tecnológica de baixo custo. Analisando a bibliografia, é possível perceber que as pesquisas são diversificadas, cada grupo se baseia em diferentes tecnologias e público-alvo. Neste capítulo, são apresentados os principais trabalhos na área voltados para o público infanto-juvenil.

O tema proposto nesta tese é multidisciplinar, isto é, envolve diversas áreas como a Educação, Autoria, Animação, Comunicação e Interfaces com o Usuário.

2.1 SISTEMAS DE AUTORIA PARA A EDUCAÇÃO

Atualmente, mesmo com o grande número de *software* educacionais disponíveis, poucos tiveram a participação de profissionais experientes da educação durante seu desenvolvimento. A produção de um *software* educacional requer uma equipe multidisciplinar composta principalmente por profissionais da computação e da educação, que trabalham conjuntamente em um objetivo comum a partir de conhecimentos distintos mas unidos de forma a obter um resultado adequado ao público em questão.

Uma outra forma de incluir o profissional da educação na produção de recursos educacionais de qualidade é, além de incluí-lo no desenvolvimento dos *software* educacionais em geral, disponibilizar ferramentas de autoria ao invés de ferramentas com conteúdos e atividades prontas. As ferramentas de autoria educacionais surgem da necessidade de agilizar e facilitar a produção de recursos

mediáticos educacionais produzidos por usuários não especialistas em computação, principalmente pelos próprios profissionais da educação. O uso da multimídia como recurso educacional só foi possível após a evolução das tecnologias necessárias à sua produção, uma vez que para produzir materiais no formato multimídia eram utilizados *software* muito caros, o que dificultava sua aquisição pelas escolas [Kasim; Silva, 2008].

Atualmente, com o avanço tecnológico e o barateamento dos mesmos, os professores podem contar com um verdadeiro arsenal de sistemas de autoria a sua disposição, livres ou proprietários. A grande maioria desses sistemas é voltada para a Internet para serem usados em rede como cursos à distância ou material de apoio extraclasse. Diversos exemplos de sistemas de autoria podem ser encontrados na literatura, podendo-se citar o Visual Class⁸, Hot Potatoes⁹, QTItolls¹⁰, Chamillo¹¹, Everest¹² e o NeoBook¹³. Com esse tipo de ferramenta o próprio professor pode desenvolver conteúdos para suas aulas com recursos midiáticos, sem a necessidade de apoio de profissionais da área da computação. Esta possibilidade permite ao professor participar da produção dos materiais a serem utilizados em suas aulas e oferecer aos seus alunos uma aula mais interessante e personalizada. Um aspecto positivo citado por [Kasim; Silva, 2008] é que o educador no papel de autor passa a buscar novas formas de aprender e ensinar.

Entretanto, mesmo com a possibilidade de ter o professor como autor do conteúdo digital a ser utilizado pelos seus alunos, muitos desses sistemas de autoria apresentam recursos que impossibilitam um melhor aproveitamento do potencial dos computadores uma vez que, em sua grande maioria, o conteúdo produzido nada mais é do que um novo meio de transmitir a informação ou de avaliar o aluno, a partir de exercícios de múltipla escolha ou de completar lacunas. Pouco ou nada muda no paradigma atual de ensino e aprendizado.

Mesmo com todos os avanços nos sistemas de autoria para produção de

8 <http://www.classinformatica.com.br/>

9 <http://hotpot.uvic.ca/>

10 <http://sourceforge.net/projects/qtitools/files/>

11 <http://www.chamilo.org/pt-br>

12 <http://www.geracaobyte.com.br/Everest.html>

13 <http://www.neossoftware.com/nbw.html>

conteúdo pelos professores e o reconhecimento de suas potencialidades, o paradigma que tem o professor como detentor e transmissor do conhecimento com o aluno numa posição de receptor passivo tem que mudar urgentemente.

Os computadores desempenham muito bem o papel de transmissores da informação, mas eles são muito mais do que um meio para transmitir e acessar a informação. Segundo [Resnick, 2007] eles são “um novo meio através do qual as pessoas podem criar e se expressar”.

Na nova sociedade, a informação está em todo lugar, não é mais propriedade de poucos e qualquer pessoa, em qualquer lugar e a qualquer momento pode ter acesso à informação. Surge a necessidade de mudar o modo como o aluno aprende, estimulando a sua autonomia no processo de ensino e aprendizado, de forma que ele desenvolva habilidades em buscar e construir seu próprio conhecimento.

Com a intenção de mudar este paradigma de transmissão do conhecimento para um paradigma em que o aluno passa a ser produtor do seu conhecimento, surgiram as ferramentas de autoria para os alunos. Estas ferramentas, permitem ao professor atuar como mediador nos processos de ensino e de aprendizado, se beneficiando de sistemas de autoria que estimulam seus alunos à exploração e produção de conteúdos, construindo junto com eles o conhecimento. Neste momento o aluno passa de consumidor a produtor do seu conhecimento.

Estes sistemas de autoria são baseados na concepção construtivista, em que o foco está na construção do conhecimento e no desenvolvimento cognitivo a partir da exploração e manipulação de objetos e ideias, sejam abstratas ou concretas. Nesta concepção o aprendizado acontece por meio das interações do indivíduo com o meio. Piaget, Vygotsky e Papert são pensadores contemporâneos destas ideias.

Segundo [Souza, 2006], “a concepção construtivista é a que tem gerado mais benefícios e a que melhor contextualiza e aproveita os recursos tecnológicos para os processos de ensino e aprendizagem”. O uso de sistemas de autoria multimídia no processo de construção do conhecimento mostra-se eficiente para o desenvolvimento cognitivo do autor [Pamboukian et al., 2007].

Para [Valente, 1998], depois que o aluno produz um conteúdo multimídia ele:

“pode refletir sobre e com os resultados obtidos, depurá-los em termos da qualidade, profundidade e do significado da informação apresentada. Construir um sistema multimídia, cria a chance para o aprendiz buscar informação, apresentá-la de maneira coerente, analisar e criticar essa informação apresentada” .

As novas linguagens sensibilizam os alunos e os motivam na busca pelo conhecimento, logo, a escola deve proporcionar a esses alunos oportunidades de construírem seus conhecimentos explorando estas novas linguagens, com atividades que envolvam a escrita, a dramatização, entrevistas, programas de rádio e produção de vídeo.

A motivação dos alunos aumenta significativamente quando realizam pesquisas, onde se possam expressar em formato e códigos mais próximos da sua sensibilidade. Mesmo uma pesquisa escrita, se o aluno puder utilizar o computador, adquire uma nova dimensão e, fundamentalmente, não muda a proposta inicial [Moran, 2007].

Para [Moran, 2007] é urgente a necessidade de promover uma educação para as mídias, de forma que o aprendiz possa compreendê-las, criticá-las e utilizá-las em seu benefício e em benefício da humanidade.

O grande apelo pedagógico da multimídia é o fato de estar baseada nas habilidades naturais humanas de processamento de informações. Os nossos olhos e ouvidos, em conjunto com o nosso cérebro, compõem um formidável sistema para transformar dados sem sentido em informação, embutindo estes dados de significado. Para o estudante, uma das primeiras vantagens do *software* multimídia é o fato de serem programas mais agradáveis de utilizar, além da possibilidade de interação do usuário com a aplicação, na medida em que este escolhe os caminhos a serem seguidos na sua navegação, utilizando o potencial pleno de fala, audição, controles manuais e por vezes *feedback* tátil [Souza, 2006].

As ferramentas de autoria permitem explorar recursos técnicos de uma determinada área de maneira natural às atividades dessa mesma área, sem se preocupar com a tecnologia envolvida. Podemos citar como ferramentas de autoria todo o pacote OpenOffice, que permite a usuários não especialistas na área da computação construir planilhas eletrônicas, produzir textos formatados e ilustrados e criar apresentações em *slides*. Estas ferramentas apresentam uma grande variedade de recursos que conseguem atender desde

um usuário iniciante a um profissional.

Ferramentas de autoria estão em toda parte e apresentam-se de vários modos, desde um processador de textos a um editor de filmes.

2.2 CONTAR HISTÓRIAS

A capacidade de contar e de apreciar uma história é uma característica exclusiva do ser humano. A sociedade desenvolveu meios de se comunicar e se expressar que foram se aperfeiçoando juntamente com a evolução das tecnologias que apoiam essas atividades. Quando ainda não existia a escrita, a palavra oral era o principal meio de comunicação, de modo que as histórias eram transmitidas através das narrativas orais, onde o narrador transmitia aos ouvintes suas experiências. Os mais velhos eram os detentores do conhecimento e quando eles morriam, morriam com eles informações irrecuperáveis.

Com a invenção da escrita a partir de 3200 a.C. [Gomes, 2006; Cagliari], as histórias puderam ser registradas e guardadas para futuras consultas. Com a invenção do papel, foi possível não só o registro, mas também o acesso à informação a distância. O meio mudou e com ele o modo de se comunicar e se expressar. Uma vez que o narrador não estava mais presente para atender ao público, era necessário registrar a informação de forma que a ausência dele não impedisse a compreensão do conteúdo.

O surgimento do rádio trouxe novamente o foco à informação oral, entretanto a diferença estava na distância atingida. O público estava distribuído espacialmente e o narrador só estava presente pelo som produzido pelo rádio.

A televisão trouxe o som e a imagem, o que facilitou ainda mais a compreensão da informação transmitida, uma vez que a notícia passa a ser transmitida por um narrador e ilustrada com imagens, dentro de um contexto que é exibido no momento em que a informação é passada.

O poder da imagem e do som foi muito importante para o desenvolvimento de novos meios de comunicação e expressão. Novelas, filmes, noticiários,

documentários e desenhos animados são frutos desse desenvolvimento.

Com o surgimento do computador e sua evolução, foi possível juntar todos esses meios em uma única tecnologia, na qual som, vídeo e imagem se integram em um produto multimídia.

Essa revolução tecnológica mudou o modo como se conta uma história, as narrativas tiveram que se adequar a um novo paradigma cultural. Elas passaram a ser acompanhadas por recursos de áudio, vídeo, imagens e animação. Estes recursos têm o potencial de enriquecer a história e permitir que seu autor utilize-os para dar vida e significado a sua mensagem e ao mesmo tempo, registrar esta história.

Contar histórias é uma forma do ser humano se expressar, dividir seus conhecimentos e emoções com os outros e perpetuar sua história. Ao contar uma história, o narrador tenta passar aos espectadores suas experiências e sua interpretação do mundo e do que está ao seu redor.

As histórias estão presentes em nossa cultura há muito tempo, sendo consideradas das mais antigas formas de arte. Ouvir ou contar uma história pode ter vários significados, tendo sempre relação com a imaginação, a capacidade de fazer com que seja ouvido ou a de ouvir o outro, se expressar e construir uma identidade. Ao contar uma história o narrador está resgatando sua memória cultural e afetiva.

Na antiguidade, a atividade de contar história era uma forma de conservar e difundir a história de uma cultura, que passava de geração a geração.

Com a evolução da sociedade, as formas de se contar histórias mudaram, mas o fascínio que elas exercem sobre seus espectadores ainda persiste. A humanidade se rende a histórias contadas pelos noticiários, cinema, novelas, desenhos, músicas e até mesmo em uma roda de amigos, em um simples bate-papo.

Segundo [Zanotto, 2003] é quase uma unanimidade o fato de que contar histórias para crianças é importante para a sua formação. O ato de ouvir uma história pode ser “o início da aprendizagem para ser um leitor” porque: permite que a criança desenvolva a lógica de um texto narrativo com seu começo, meio e fim; permite o contato com a linguagem escrita padrão, onde as características da

linguagem escrita é diferente da que usamos no dia a dia para conversar; favorece a ampliação do vocabulário da criança e contribui para seu sucesso no âmbito escolar.

Ainda segundo [Zanotto, 2003], as histórias têm o potencial de: desenvolver a criatividade, porque muitas vezes as crianças se colocam no papel do personagem; aprender a lidar com seus medos e expectativas, ao sentir as emoções como a raiva, alegria, insegurança, tranquilidade por meio dos personagens, auxilia a criança a lidar com seus próprios sentimentos; conhecer novos lugares, épocas e culturas.

Ao ouvir histórias as crianças aprendem a construir narrativas, porque elas conseguem perceber uma sequência e reconstruí-la mentalmente, seja para relembrar ou recontar a história. Elas desenvolvem uma representação mental do que é uma história, dividindo-a em partes: cenário – onde e quando acontece e quem são os personagens; tema – sobre o que é a história; enredo- a trama da história; resolução ou final – como se dá o desfecho. A conexão entre estas partes “é que nos permite relembrar, compreender e mesmo criar histórias originais” [Zanotto, 2003].

Nosso esquema narrativo não é algo inato, ele se desenvolve à medida que somos expostos a uma variedade de histórias bem construídas, onde todas as partes estão presentes. Para [Zanotto, 2003], do ponto de vista cognitivo, os contos de fadas e os contos populares são exemplos de histórias bem construídas.

A atividade de recontar não é uma atividade usual nas classes. Nós adultos, professores e pais, estamos mais acostumados a expor a criança à leitura e/ou a audição de histórias. Quase nunca temos o hábito de atuar como espectadores das crianças em suas manifestações de recontar ou, mesmo, nos contar uma história que ela mesma criou [Zanotto, 2003].

A autora cita o ato de recontar a história como uma estratégia de avaliar o aluno. Para isso o professor deve prestar atenção à maneira como a criança se expressa, sendo possível avaliar alguns aspectos de seu desenvolvimento linguístico. [Zanotto, 2003] dá algumas direções sobre o que deve ser observado quando a criança reconta uma história:

- fluência na linguagem;

- se a trama da história está evidente;
- uso da linguagem coloquial o da linguagem escrita;
- vocabulário;
- a estrutura da história (começo, meio e fim);
- sequência temporal e ligação entre os eventos por meio do uso de conectivos ou explicativos.

Um estudo desenvolvido por [Maimoni, 1992] para verificar o efeito que ouvir uma história tem sobre o comportamento verbal de alunos em fase de alfabetização, mostra que os alunos que mais se beneficiam desta atividade são os que apresentam desempenho abaixo da média de seu grupo. Nestas atividades foram testadas quatro modalidades de treino e os melhores resultados foram obtidos por aqueles alunos que receberam uma maior estimulação visual, auditiva e de reforço.

2.3 ANIMAÇÃO

Imagens animadas conseguem quase que magicamente capturar nossa imaginação. Uma animação se funde em um conjunto de imagens sequenciais, que nos dão a ilusão de movimento e vida. Criar esta ilusão, à mão ou através de recursos computacionais, não é uma atividade fácil [Hodgins; O'Brien, 2000, Taylor, 1996].

Um filme de animação é criado para um propósito, o de se comunicar, seja ele feito para o entretenimento, para educar ou para informar [Taylor, 1996]. É considerada a forma preferida tanto para entretenimento quanto para publicidade. As imagens impressionantes com cores vivas e som têm arrebatado e encantado plateias de todas as idades durante décadas [Byrne, 1999].

Uma grande variedade de técnicas é usada no processo de criação de uma animação. Estas técnicas podem ser agrupadas em duas classes: duas dimensões (2D) e três dimensões (3D). Mesmo tendo muita coisa em comum, as técnicas em 2D tendem a se concentrar mais na manipulação das imagens, enquanto as técnicas

em 3D costumam construir mundos virtuais nos quais os personagens e objetos se movem e interagem [Hodgins; O'Brien, 2000].

Walt Disney foi um dos pioneiros na história da animação convencional. Em seus estúdios foram desenvolvidas várias técnicas que permitiram a evolução dos personagens 2D, onde eles ganharam uma aparência mais humana [White, 2006; Marx, 2007]. Estas técnicas resultaram em vários filmes de animação em 2D. Além de novas técnicas, os estúdios *Disney* também inovaram quando passaram a utilizar música em suas produções [Parent, 2002, Marx, 2007].

Os estágios de desenvolvimento de um filme de animação são muitos, entre eles está a criação da ideia, o desenvolvimento da história, a produção do roteiro, o desenho ou modelos dos personagens, o desenvolvimento do plano de fundo/ambiente entre outros. Sendo alguns estágios mais importantes que outros [White, 2006]. O roteiro é considerado um dos ingredientes mais importantes em qualquer projeto de animação. Entretanto, os personagens têm grande influência na execução deste roteiro [White, 2006].

Já os personagens 3D, ao contrário dos 2D, apresentam limitações pela necessidade de um esqueleto que permita os seus movimentos. É necessário criar um esqueleto que siga uma hierarquia que será responsável pelos movimentos e seus reflexos. Esteticamente, os personagens 3D também evoluíram muito. Enquanto uma animação 2D geralmente é definida como um desenho animado, em uma animação 3D já podemos ver uma aparência mais realista, com texturas e iluminação que nos remetem ao mundo real. Outro avanço significativo nas animações 3D são os efeitos especiais, que são muito difíceis de realizar em uma animação 2D [White, 2006].

Para se produzir um filme de animação, é indicado conhecer alguns princípios básicos, como posição e movimentos de câmera, encenação e transições de cenas.

2.3.1 AJUSTES DE CÂMERA E CENA

Recursos como ajustes de câmera e cena possibilitam ao animador

enriquecer o seu filme aplicando em suas produções posicionamentos de câmera e transições de cenas. Em seguida, são apresentadas algumas posições de câmera e transições de cena padrões utilizados na produção de filmes.

2.3.1.1 POSIÇÕES DE CÂMERA

A posição da câmera tem uma grande influência na produção de uma animação. O cinema desenvolveu técnicas específicas para melhorar nossa interpretação das cenas, aumentando a imersão do espectador. Para explorar a dramatização das cenas, existem três posições básicas de câmera: *wide shot*, *mid shot* e *close-up* e outras duas posições secundárias como: *ultra-wide shot* e *extreme close-up*.

A posição *wide shot* (Figura 1) normalmente define a abertura de uma nova sequência, tendo como objetivo oferecer ao público uma visão geral do cenário e seu conteúdo e relação com o personagem principal ou personagens dentro dele. É indicado para quando se quer oferecer ao público uma visão mais ampla do que está acontecendo [White, 2006; Byrne, 1999; Marx, 2007].

Figura 1: A posição *wide shot* mostra todo o personagem e também um visão geral do cenário (White, 2006).

A posição *mid shot* (Figura 2) exige que a câmera fique mais próxima ao personagem, de forma que ele não fique visível inteiramente. Geralmente esta posição de câmera enquadra o personagem da cintura para cima. É utilizada quando o personagem está fazendo algo que o público precisa ver mais claramente, ou algo que esteja relacionado ao entorno do personagem e que precisa ser visto mais de perto, como uma conversa entre personagens [White, 2006, Byrne, 1999].

Figura 2: A posição *mid shot* nos aproxima do sujeito que receberá a atenção do público (White, 2006).

Figura 3: O *close-up* chama a atenção do público para o sujeito, sua ação e reação (White, 2006).

A posição *close-up* (Figura 3) é usada quando queremos passar alguma coisa mais específica ao público, sem outras distrações, como capturar uma expressão sutil de um personagem. Em geral é feita uma tomada bem próxima ao rosto do personagem, mostrando do pescoço para cima. Ou de um objeto para o qual se deseja chamar a atenção do público [White, 2006; Byrne, 1999].

Figura 4: O *extreme close-up* força que o público volte sua atenção para uma ação em particular, neste caso para mostrar as marcas de balas (White, 2006).

Figura 5: O *ultra-wide shot* mostra uma grande parte do cenário e também o sujeito (neste caso, a placa *stop*) como uma parte muito pequena do todo (White, 2006).

A posição *extreme close-up* (Figura 4) é exatamente o que o nome sugere, a

câmera se move tão próxima ao objeto em questão, que só fica visível uma pequena parte dele, de forma que o público não possa ignorá-lo. É usado principalmente para realçar os olhos e a expressão facial de um personagem. Entretanto, nem sempre tem que ser feito no rosto do personagem. Ele também pode ser usado para destacar uma mão ou um objeto que deva ganhar a atenção do público [White, 2006; Byrne, 1999].

Já a *ultra-wide shot* (Figura 5) é utilizada para dar uma sensação exagerada da escala e proporção em relação ao personagem. Esta posição secundária da câmera é muito utilizada na abertura de filmes ou em uma nova cena [White, 2006].

Com essas cinco posições de câmera, podemos criar várias possibilidades, onde uma sequência de posições de câmera pode destacar uma sequência de eventos que criam um enredo específico para o público [White, 2006].

2.3.1.2 MOVIMENTOS DE CÂMERA

Em uma grande maioria das cenas a câmera é estática, ou quase estática, dependendo da natureza do filme. Entretanto, é frequente a necessidade de se mover a câmera em uma ação. Uma série de movimentos de câmera padrão está disponível para a produção de um filme [White, 2006], o que é importante para o animador tomar conhecimento.

No movimento *fixed shot*, como o nome sugere, a câmera não se move, permanecendo em uma posição fixa e a ação acontece em frente a ela.

No *tracking shot*, a câmera segue ao lado da ação à medida que ela vai acontecendo. Na animação tradicional, o mesmo efeito de movimento, que acontece junto com a ação é conhecido como *panning*. O *panning* pode ocorrer horizontalmente ou verticalmente. Ele dá a ilusão de que um personagem ou objeto está se movendo em um fundo. Ele pode ser usado para dar uma visão mais panorâmica do cenário e é usado frequentemente como abertura de cenas [Byrne, 1999; Marx, 2007].

Já no *zoom shot*, a câmera se move para dentro ou para fora da ação. Pode

ser usado para identificar um propósito específico ou objeto dentro de uma cena mais ampla, que possa ser visto antecipadamente, de longe ou de perto [Byrne, 1999; Marx, 2007].

O movimento *dolly shot* é uma combinação do *track* e do *zoom*, podendo por exemplo realizar uma volta completa de 360 graus ao redor do personagem [Byrne, 1999; Marx, 2007].

2.3.1.3 TRANSIÇÕES ENTRE CENAS

Para mudar de uma cena para outra é comum usar o corte, mas não é uma regra. Existem outras formas de transições entre cenas que podem oferecer uma interpretação diferente na mudança de cenas. É normal utilizar uma transição entre as cenas quando ocorrem mudanças de lugar e tempo [White, 2006; Elarrat, 2009].

- **O corte (*cut*):** O corte é tão comum no cinema que raramente recebe uma definição. Esta é a forma mais comum de passar de uma cena para outra, sem nada entre elas. Embora seja classificado como uma transição de cena, na realidade o corte é feito pelo editor. O último quadro de uma cena está apontando diretamente para o primeiro quadro da cena seguinte. O corte é, portanto, a transição mais simples e direta de todas e, provavelmente, é usada em mais de 90% das vezes [White, 2006; Byrne, 1999].
- **A dissolução (*cross fade*):** O *cross fade* se assemelha a um *fade* em que a imagem desaparece gradualmente. Ela faz uma transição um pouco mais suave. Quando a imagem de uma cena está desaparecendo, a imagem da cena seguinte está começando a aparecer sobreposta sobre a outra. Normalmente é usada para mostrar a passagem do tempo [White, 2006; Byrne, 1999].
- **O desaparecer (*fade*):** Esta é uma transição frequentemente utilizada no início ou no final de uma sequência e pode ser usada para indicar o fim de uma história em particular. Os *fades* costumam ser usados em uma transição

suave, onde uma mudança de humor ou ritmo acontece, ou então onde um próximo movimento vai acontecer. Essencialmente o que acontece é que a abertura da câmera é fechada lentamente, fazendo com que a imagem se desvaneça até sumir. Também pode acontecer o contrário, aonde a imagem vai aos poucos aparecendo [White, 2006; Byrne, 1999].

- **O apagar (*wipe*):** O *wipe* não é uma transição muito utilizada atualmente. Basicamente, um apagar ocorre quando a imagem da cena de entrada limpa toda a tela, eventualmente para eliminar a imagem da cena anterior. O *wipe* pode acontecer horizontalmente, verticalmente, em círculos, em espiral, e em outros padrões, como um tabuleiro de xadrez [White, 2006].

2.3.2 ANIMAÇÃO EM 2D

Criar uma animação em 2D pode ser uma tarefa trivial, dependendo da técnica escolhida, ou uma atividade muito árdua, que demandará muito tempo, pessoal e dinheiro. O computador facilitou muito a produção de pequenas animações, mas dependendo do resultado desejado, só o computador pode não ser suficiente. É onde entra o *software*. Dependendo do que se quer construir, uma animação 2D pode exigir *software* complexos que dificultarão o uso por usuários não experientes.

Para se criar uma animação 2D, o animador pode escolher trabalhar com desenhos feitos pela própria mão, colagem, areia, e outras diversidades de materiais. Entretanto, para se construir uma animação que contará uma história, é necessário pensar no enredo, personagens, objetos de cena e no cenário. E principalmente decidir entre as diferentes técnicas de animações disponíveis a serem utilizadas na produção da animação.

2.3.2.1 PRODUÇÃO

A produção de uma animação, seja ela em 2D ou em 3D, apresenta diferenças significativas. Naturalmente o processo principal em uma produção é a animação. Em uma animação 2D, o animador precisa ter um grau significativo de habilidades artísticas e de desenho, o que não é completamente necessário a um animador em 3D [White, 2006].

Em uma produção em 2D é necessário produzir o pano de fundo (*background*). O pano de fundo é essencialmente qualquer coisa que não se move em uma cena. No pano de fundo definimos a localização, o clima e o estilo visual no qual os personagens animados se movem. Eles podem ser uma base lisa, com uma cor única ou uma pintura complexa [White, 2006; Marx, 2007].

Os personagens a serem desenhados pelos animadores apresentam um grande grau de dificuldade, tratando-se de uma atividade que requer muito tempo do animador, principalmente se desenhados na forma tradicional [White, 2006].

Dar vida a esse personagem, com movimentos convincentes e coerentes não é uma tarefa fácil e é necessário conhecer alguns princípios da animação para se obter um bom resultado.

2.3.3 ANIMAÇÃO EM 3D

Criar uma animação tridimensional pode ser uma tarefa árdua até que se chegue a um resultado satisfatório. Com a popularização do computador pessoal (PC), o uso de técnicas de animação tridimensional tornou-se mais acessível a todos. Entretanto, não é uma tarefa fácil criar um filme de animação.

Quando usamos técnicas de animação em 3D, o animador constrói um mundo virtual no qual os personagens e objetos se movem e interagem. Usar um mundo virtual 3D para gerar imagens para uma animação envolve três passos principais: 1) modelagem; 2) animação e 3) renderização. Resumindo, a modelagem envolve a configuração dos elementos na cena e descrevem cada um desses

elementos. A renderização converte esta descrição dos objetos e seus movimentos em imagens [Hodgins; O'Brien, 2000].

2.3.3.1 PRODUÇÃO

A produção de uma animação 3D é muito mais dependente da tecnologia do que a tradicional animação 2D. Algumas fases como desenvolvimento, pré-produção, produção e conclusão é comum a todos, mas alguns processos específicos de uma produção 3D podem ser muito diferentes [White, 2006].

2.3.3.2 MODELAGEM

Para se produzir uma animação em 3D é necessário modelar os ambientes em que essa animação irá acontecer. Os ambientes estão para a animação 3D assim como os panos de fundo estão para as animações 2D. O artista que modela este ambiente cria cenários e locações onde o personagem irá atuar. No entanto, ao contrário da animação 2D – em que o pano de fundo é um trabalho artístico em duas dimensões – o ambiente 3D deve ser modelado em três dimensões e ser capaz de dar uma visão de câmera em qualquer parte dele, seja de perto ou de longe [White, 2006].

A modelagem de um ambiente 3D difere da modelagem de um personagem uma vez que uma grande parte desse modelo é estático. Em algumas produções, partes deste ambiente podem ser animadas como, por exemplo, um vulcão em erupção ou uma queda d'água. Este tipo de movimento é modelado utilizando recursos como a modelagem de sistemas de partículas, citado brevemente em seguida.

Para criar movimento, o animador precisa de duas coisas: uma descrição estática do objeto e informações sobre como este objeto se move. Um jeito normalmente utilizado para especificar esta informação é usando um modelo

articulado. Um modelo articulado é uma coleção de objetos ligados hierarquicamente entre si, por junções, em uma estrutura de árvore [Hodgins; O'Brien, 2000, White 2006]. Neste trabalho iremos disponibilizar alguns desses modelos articulados com algumas animações já prontas.

Outro tipo de modelo usado em animações é o sistema de partículas ou coleções de pontos. Os movimentos das partículas no espaço são determinados por um conjunto de regras. As leis da física muitas vezes fornecem uma base para os movimentos, de modo que as partículas estão sobre as leis da gravidade e da colisão com outros objetos [Hodgins; O'Brien, 2000]. Neste trabalho não iremos abordar este modelo de animação.

Objetos deformáveis são outro tipo de modelo e incluem objetos que não têm juntas articuladas bem definidas, entretanto, apresentam uma estrutura muito fácil de ser representada por um sistema de partículas [Hodgins; O'Brien, 2000]. Também não abordaremos este modelo de animação neste trabalho.

Cada um desses tipos de modelos de animação descritos acima pode ser utilizado para descrever uma grande variedade de objetos. Quando se tem sistemas complexos frequentemente é necessário utilizar uma combinação desses modelos [Hodgins; O'Brien, 2000]. Entretanto, neste trabalho iremos apenas trabalhar com modelos estáticos e articulados, não disponibilizando modelos de animações por sistemas de partículas ou deformação. Essa decisão se deu a característica das modelagens disponibilizadas pelos projetos Alice, Blender e Panda 3D, que não disponibilizam animações de partículas ou deformação.

2.3.3.3 RENDERIZAÇÃO

Após a modelagem e a definição das características dos objetos e animação dos personagens, é necessário que toda essa informação seja transferida para uma imagem final bidimensional, ou no caso de uma animação, para uma sequência de imagens bidimensionais. Este processo é conhecido como renderização.

2.3.3.4 CRIAÇÃO DE MOVIMENTO

Especificar o movimento de um objeto animado no computador, como uma bola quicando, pode apresentar vários problemas. Esta tarefa é difícil porque o ser humano possui a habilidade de observar o movimento e perceber o que não é natural. O animador deve especificar detalhes sutis do movimento de forma a criar uma animação convincente ao olho humano [Hodgins; O'Brien, 2000].

Muitas técnicas têm sido desenvolvidas para especificar movimentos, entretanto, todas as ferramentas disponíveis exigem uma permutação entre a automação e o controle da animação. Técnicas como o *keyframing*, que permite o controle em uma animação, faz muito pouco para garantir uma animação com um resultado mais natural. Já os métodos procedurais e de captura de movimentos geram a animação de uma forma bem automática, mas limitam o controle dos detalhes [Hodgins; O'Brien, 2000]. Sendo ainda um desafio para os animadores 3D, especificar os movimentos dos personagens de forma convincente ao público.

Algumas dessas técnicas são citadas brevemente a seguir.

2.3.4 TÉCNICAS DE ANIMAÇÃO

Uma animação tradicional é criada a partir de uma sequência de imagens. Trata-se da técnica mais antiga de animação, onde cada desenho é feito à mão, quadro a quadro, e então são transferidos para as células de acetato copiados à mão com tinta ou fotocopiados. Essas células de acetato são transformadas em uma sequência de quadros que formarão o filme, que projetados a certa velocidade dão a ilusão de movimento. As animações costumam ter várias camadas de acetato, alguns para o fundo que permanece constante, outros para objetos e personagens que terão alguma ação na cena. Então estas camadas são montadas na sequência correta e são filmadas [Foley et al., 1996].

Basicamente, na animação tradicional, temos duas técnicas de produção: animação por deslocamento e animação por substituição.

Na animação por deslocamento, um objeto qualquer a ser animado é deslocado quadro a quadro, seguindo uma trajetória definida pelo animador. Já na animação por substituição, os desenhos já estão prontos e vão sendo substituídos um a um, na sequência definida pelo animador.

O processo de animação tradicional sofreu uma revolução com o advento das novas tecnologias digitais. Muito do trabalho manual e repetitivo foi transferido para o computador, deixando para o animador, as tarefas mais importantes.

A animação por computador é dividida em: animação assistida por computador e animação gerada por computador.

Muitos estágios da animação tradicional passaram a serem realizados assistidos pelo computador, como o desenho dos quadros intermediários e a pintura. Mas para isso é necessário digitalizar os desenhos. Para isso pode-se utilizar um *scanner* ou desenhar diretamente no computador com um *mouse* ou um *tablet* e uma caneta [Foley et al., 1996].

Na animação assistida por computador o animador é responsável por fazer os quadros-chaves e o computador se encarrega de gerar os quadros intermediários, o que pode facilitar muito o trabalho e diminuir o tempo de produção. Já a animação gerada por computador apresenta uma variedade de técnicas que são divididas em técnicas de baixo nível e de alto nível.

As técnicas de baixo nível ajudam o animador na especificação do movimento, através de algoritmos de interpolação. Já as técnicas de alto nível são usadas para descrever o comportamento do personagem a partir de regras pré-determinadas. Tratam-se algoritmos complexos capazes de simular forças físicas e realizar animações mais realistas e sofisticadas.

A seguir são apresentadas algumas das principais técnicas utilizadas na produção de animações, sejam em 2D ou em 3D.

2.3.4.1 ANIMAÇÃO POR QUADRO-CHAVE

O nome animação por quadro-chave (*keyframing*) vem da técnica de

animação tradicional, na qual o animador precisa especificar as posições chave para os objetos serem animados. O computador, a partir destes quadros-chaves, faz uma interpolação para determinar os quadros intermediários. O algoritmo de interpolação tem uma forte influência na aparência final da animação. A forma mais simples de interpolação, a interpolação linear, muitas vezes oferece como resultado movimentos estranhos, nos quais a velocidade dos objetos em movimento é descontínua. Para corrigir este problema, técnicas de interpolação, como as *splines*, são usadas para produzir uma interpolação mais suave [Hodgins; O'Brien, 2000].

Esta técnica normalmente é mais utilizada para definir a posição de um objeto, mas também pode ser utilizada para definir qualquer outro atributo de um objeto, como a cor, a forma ou a transparência [Maestri, 2006].

2.3.4.2 ANIMAÇÃO PROCEDURAL

A tecnologia atual não é capaz de gerar automaticamente os movimentos arbitrários de objetos, sendo empregados assim linguagens de programação compiláveis e por procedimentos, incluindo as linguagens orientadas a objetos. A animação procedural consiste basicamente de modelos matemáticos implementados para simular forças físicas. Os métodos procedurais têm duas vantagens principais em relação às técnicas de *keyframing*: elas facilitam a criação de uma família de movimentos similares e também podem ser usados para sistemas muito complexos a serem animados pelo modo tradicional, como os sistemas de partículas e as superfícies flexíveis [Hodgins; O'Brien, 2000].

2.3.4.3 ANIMAÇÃO POR SCRIPT

Trata-se de uma sequência de instruções utilizada para controlar objetos e suas respectivas propriedades de animação, textura e comportamento. É considerada uma das formas mais antigas de controle de movimentos e são

programados em linguagens não compiláveis, isto é, são linguagens interpretadas pelo sistema [Hodgins; O'Brien, 2000].

2.3.4.4 CAPTURA DE MOVIMENTOS

A captura de movimentos (*motion capture*) utiliza sensores especiais, chamados marcadores, que permite registrar os movimentos de um corpo. Os dados registrados são então utilizados para gerar os movimentos para uma animação.

Esta é uma técnica bem popular devido a sua facilidade em capturar os movimentos humanos. Entretanto, uma série de problemas não permite que se torne uma solução ideal para todas as aplicações. Problemas como precisão ao medir o movimento do corpo, e em relação às dimensões dos objetos físicos e gráficos podem apresentar falhas perceptíveis na animação [Hodgins; O'Brien, 2000].

2.3.5 ANIMAÇÃO COMO RECURSO EDUCACIONAL

Recursos de animação possibilitam variadas formas de interação e representação do mundo real ou imaginário. Nesse caso, primeiramente é preciso expressar o que se imagina e, em seguida, dar forma ao imaginado. A criação de uma animação envolve a linguagem verbal e a não-verbal, a lógica sequencial e a expressão visual do objeto a ser representado [Educarede, 2006].

Por isso, apropriar-se desse tipo de recurso requer a busca e o aprimoramento, não só da técnica da animação, como também da forma de expressão que se deseja utilizar. É nessa relação entre o imaginário e a forma desejada de representação que se entrecruzam os diferentes estilos de pensar, propor, elaborar e sistematizar.

Para o professor, o uso da animação pode ser fonte de investigação e análise da visão de mundo de seu aluno e das diferentes linguagens utilizadas na elaboração da animação. Além disso, ela pode ser utilizada na finalização de muitas

atividades, ou seja, é um recurso que dá novas formas à produção do aluno (tão habituado ao caderno e à caneta).

Para o aluno, a experimentação de novas linguagens amplia seu repertório e possibilita uma vivência no processo da elaboração de produtos culturais que ele consome diariamente.

As ferramentas para produção de animações podem ser utilizadas em uma variedade de finalidades. Qualquer disciplina pode se beneficiar deste tipo de ferramenta, em que a criança pode criar uma animação dentro de um contexto, mostrando sua compreensão do conteúdo trabalhado em classe.

Até recentemente a tecnologia existente não permitia a leigos fazer filmes de animação, principalmente por falta de *hardware* e de *software* que suportassem este tipo de atividade. Entretanto, o avanço das tecnologias, o seu barateamento e popularização simplificaram a produção de animações e com isso seu uso como recurso educacional ficou mais comum.

2.4 INTERFACES

Independente da aplicação, a interface com o usuário final é fundamental para o seu sucesso [Preece; Rogers; Sharp, 2005; Pressman, 2006]. Normalmente, os usuários julgam uma aplicação pela sua interface e não pelas suas funcionalidades. Entretanto, o julgamento é algo muito subjetivo, que varia de usuário para usuário e um mesmo projeto pode ser rejeitado ou aceito, dependendo do público. Algumas técnicas que foram adotadas a partir da evolução das interfaces com o usuário para conseguir uma interface mais amigável e visualmente mais agradável aos olhos são, por exemplo, janelas, menus, ícones, animações, cores entre outras.

Algumas das questões abordadas nas interfaces estão voltadas para a personalização da interface, isto é, adaptar as interfaces de acordo com o tipo de usuário, partindo de um usuário com pouco para um com muito conhecimento no uso da aplicação.

As interfaces evoluíram muito desde o cursor piscando na tela de fósforo verde, e continua evoluindo, com o objetivo único de atender às necessidades e vontades do ser humano e não o contrário.

2.4.1 EVOLUÇÃO DAS INTERFACES

Acompanhando a evolução das interfaces, observa-se que inicialmente elas não recebiam a devida atenção dos projetistas uma vez que os sistemas desenvolvidos só eram utilizados por um pequeno grupo especialista, que não exigia uma interface mais elaborada. Com a evolução e popularização dos computadores, os projetistas começaram a dedicar um tempo maior no desenvolvimento dos sistemas para melhorar as suas interfaces. O objetivo em oferecer interfaces melhores era atender a um público leigo que crescia cada vez mais junto com a popularização do computador e com a diversidade de aplicações no seu dia a dia.

A evolução das interfaces está intimamente relacionada com a evolução dos computadores, fazendo um forte paralelo com os dispositivos de *hardware* que as suportam. [Walker, 1990; Pressman, 1992] apresentam esta relação entre a evolução das interfaces e dos computadores.

Walker (1990) classifica a geração dos computadores em 5 gerações: a primeira geração era utilizada para resolver problemas específicos de usuários especialistas com conhecimento em *hardware* e não havia nenhuma mediação entre o computador e seu usuário, uma vez que ele apenas operava a máquina; na segunda geração as linguagens de controle de serviços (*job control languages*) controlavam as atividades do computador sem a necessidade da intervenção do usuário. Nesta geração, o processamento em lotes, permitiu mais autonomia ao usuário, que não precisava mais ficar o tempo todo dedicado à operação do computador; a terceira geração já apresentava sistemas operacionais que permitiam a execução concorrente de múltiplos serviços. Nesta geração o usuário passou a contar com a monitoração do processamento do computador por meio de dispositivos como um terminal de impressão ou um teletipo com tela em ASCII. A

interação acontecia através de uma linha de comando que o usuário digitava e o computador imediatamente processava e exibia o resultado em algum dispositivo de saída; com a quarta geração, o desenvolvimento de terminais alfanuméricos sofisticados permitiu dispor ao usuário uma grande quantidade de informações de maneira quase instantânea. A interação, através de menus de escolhas que eram acessados a partir do pressionamento de algumas teclas permitiu o desenvolvimento de aplicações para usuários não especialistas em computação; a quinta e última geração citada por [Walker, 1990] nesta bibliografia é destacada pelas pesquisas de Alan Kay e seu grupo de pesquisa da Xerox. Com a evolução dos computadores e sua popularização era possível o desenvolvimento de uma forma totalmente nova de interação entre os usuários e os computadores. Com uma interface com janelas, menus e ícones, a tela do computador poderia ser usada como uma mesa de trabalho. Com a invenção de um dispositivo apontador, o *mouse*, era possível a seleção de objetos na tela, facilitando a interação utilizando metáforas que podiam aproximar o computador da realidade do usuário.

Enquanto [Walker, 1990] apresenta cinco gerações, [Pressman, 1992] prefere classificar a evolução das interações entre usuário e computador em apenas quatro gerações: a primeira geração citada por ele é uma interface totalmente textual e a interação é feita através de linhas de comandos digitadas pelo usuário e respondidas pelo sistema; a segunda geração já é possível apresentar uma lista de opções a serem selecionadas pelo usuário que só precisa enviar algum código produzido a partir de uma combinação de botões pressionados; com a terceira geração já é possível ter interfaces do tipo WIMP (*windows, icons, menus e point devices*), que utilizam a metáfora da mesa de trabalho; a quarta e última geração citada por [Pressman, 1992], expande a terceira geração a partir da disponibilização de técnicas de hipertextos e multitarefas.

O que podemos observar, tanto na classificação de [Walker, 1990] quanto na de [Pressman, 1992], é que a interação do usuário depende muito da tecnologia disponível, e sua evolução está intimamente relacionada com a evolução das tecnologias computacionais, como citado anteriormente. Esta relação interação-tecnologia se encontra num momento de grandes transformações, em razão da

velocidade de processamento que os computadores atingiram e da grande disponibilidade destes equipamentos nos mais diferentes espaços do nosso dia a dia. A interação do usuário com esses equipamentos tem mudado muito desde a quinta geração de Walker (1990) e da quarta geração de Pressman (1992).

2.4.2 INTERFACES NATURAIS

Uma interface natural com o usuário (NUI) é a próxima geração de interfaces. Podemos interagir com essa nova geração utilizando várias modalidades de entrada diferentes, incluindo multitoque, rastreamento de movimento, voz, caneta, dedo, marcadores fiduciais. As NUIs aumentam as possibilidades de entrada, mas ela é mais do que apenas entrada. Ela nos traz uma nova forma de pensar sobre como interagimos com os dispositivos de computação [Blake, 2010].

Podemos utilizar uma NUI para interagir com o ambiente através de dispositivos que podem estar embutidos em nossas roupas, eletrodomésticos ou na nossa própria casa.

Desta forma, as interfaces naturais podem ser consideradas como toda e qualquer tecnologia que permita ao usuário interagir de forma mais intuitiva e direta com a informação. As interfaces tangíveis e as interfaces multi-toque são exemplos de interfaces naturais que permitem ao usuário interagir com a informação de forma direta, intuitiva e utilizando o próprio corpo e objetos físicos, ao invés de dispositivos como teclado e *mouse* para o acesso à informação.

As interfaces naturais, como o nome já diz, têm como objetivo principal permitir uma interação o mais natural possível ao usuário, abrindo mão de artefatos de acesso à informação, oferecendo maneiras de acesso direto a elas.

O termo Interface Natural com o Usuário (NUI) é definido por [Richard Monson-Haefel, 2010¹⁴] como uma interface humano-computador que modela aspectos de interações diretas entre as pessoas e seu ambiente natural.

Para [Blake, 2010], uma NUI é uma interface com o usuário projetada para

14 Tradução livre da autora.

ser usada de forma natural ao comportamento do ser humano para interagir diretamente com o conteúdo.

Ainda segundo [Blake, 2010], existem diversas definições para NUI. Entretanto, a maneira mais fácil de entender a NUI é compará-la com outro tipo de interfaces, tais como as GUI (Interface Gráfica com o Usuário) e as CLI (Interface de linha de comando). Com isso, ele decidiu por atualizar a sua definição de NUI: "Uma interface Natural com o Usuário é uma interface projetada para reutilizar as habilidades existentes que o usuário tem para interagir diretamente com o conteúdo¹⁵".

Para ele, existem três coisas importantes nesta definição:

1. **NUIs são projetadas:** o que significa que exigem esforços de planejamento e previsão específica de antecedência. É necessário um cuidado especial em tornar as interações realmente naturais ao usuário.
2. **NUIs reutilizam as habilidades existentes:** podemos considerar que os usuários possuem habilidades em diversas coisas e que eles as praticam há anos, tanto através da comunicação verbal quanto a não verbal e também com o ambiente. As NUIs tem o objetivo de permitir que o usuário interaja com os computadores usando ações intuitivas, como o gesto de tocar e falar, e apresentando interfaces com as quais o usuário possa entender principalmente por meio de metáforas que remetem à sua experiência com o mundo real.
Podemos, à primeira vista, achar que a principal diferença entre essas definições é a modalidade de entrada - teclado *versus* mouse, enquanto uma NUI é definida explicitamente em termos de estilo de interação. Qualquer tipo de tecnologia de interface pode ser usada com uma NUI contanto que o estilo de interação se concentre na reutilização de competências já existentes.
3. **NUIs permitem uma interação direta com o conteúdo:** a frase "interagindo diretamente com o conteúdo" nos diz que o foco das interações é sobre o conteúdo e a interação direta com ele. Isso não significa que a interface não pode ter controles, como botões quando necessário. Significa apenas que os

15 Tradução livre da autora.

controles devem ser secundários ao conteúdo e a manipulação direta do conteúdo deve ser o método primário de interação.

Como podemos observar esta lista de definições pode continuar por páginas e mais páginas e as diferentes definições mostram o quanto tem se discutido sobre o assunto.

Existe uma grande variedade de tipos de interfaces naturais, entretanto neste trabalho só vamos abordar as interfaces tangíveis, multi-toque e ambas conjuntamente (mistas ou multimodais).

1. O que sabemos é que quando crianças, aprendemos principalmente utilizando nossos sentidos ao explorar o mundo a nossa volta. Nosso desenvolvimento cognitivo e motor está fortemente relacionado à interação direta com o mundo, através do toque, paladar, manipulando e construindo objetos. Muitas dessas interações acontecem principalmente quando as crianças estão brincando. As brincadeiras tradicionais utilizando objetos físicos podem ser potencializadas com as tecnologias digitais. Este pode ser o potencial das interfaces naturais [Antle, 2007; Bolas et al., 2007].

Se a manipulação e o uso do corpo são habilidades natas, o usuário poderá sentir-se muito mais confortável em interagir com uma aplicação através de uma interface que permita o uso de seu corpo, o que torna a interação mais natural e intuitiva do que através de dispositivos de entrada. Ao invés de mover um mouse que controla um ponteiro na tela, pode ser mais confortável ao usuário manipular a informação com seus dedos, diretamente na tela.

Ao mover a atenção do computador para a atividade, o usuário pode sentir-se menos inibido em experimentar, principalmente porque as interfaces propostas aqui neste trabalho buscam incentivar principalmente as atividades de exploração, em que os usuários poderão aprender a partir da experimentação e de atividades de tentativa e erro.

As atuais aplicações disponíveis, voltadas para a educação, esbarram em problemas como o não-saber e o temer errar. As interfaces e modos de interação hoje disponíveis, como o teclado e o mouse, requerem algum domínio do usuário, que pode se perder nas teclas ou no controle do ponteiro do mouse.

É óbvio que o teclado, e sua principal função, a entrada da informação por meio de caracteres, funcionam muito bem para o propósito ao qual foi destinado. Entretanto, quando a tarefa a ser realizada não envolve a produção de textos, disponibilizar uma interface onde as interações são realizadas a partir de combinações de teclas não deve ser a mais adequada aos usuários, principalmente aos não-experientes.

O *mouse*, que possibilitou grandes evoluções nas interfaces gráficas com o usuário, também apresenta uma dificuldade aos usuários iniciantes. Para as crianças, a falta de habilidades motoras finas pode dificultar o controle do ponteiro e inibir a interação do usuário com a interface [Bolas et al., 2007]. A mesma dificuldade da criança em controlar o ponteiro do *mouse* também pode ser a de um adulto não-experiente no uso desses recursos tecnológicos.

A exploração das interações que estes usuários realizam no mundo físico de forma a produzir uma interface mais natural que aproveite este conhecimento para diminuir a distância entre o físico e o digital é o objetivo do ambiente de autoria aqui proposto com interações mais intuitivas que busquem potencializar a criação por parte do público infanto-juvenil.

As interfaces naturais apresentam muitas vantagens se comparadas às interfaces tradicionais. Primeiro, elas fornecem interatividade digital usando objetos físicos significativos ao contexto ou o próprio corpo. Segundo, interfaces naturais oferecem ao usuário uma maneira alternativa de interagir e controlar um ambiente computacional. A interação pode acontecer por meio de movimentos do corpo, tocando, sentindo, manipulando e construindo, incluindo equipamentos que são familiares a elas (como brinquedos). Terceiro, as interfaces naturais normalmente exigem pouco tempo para aprender como usá-las. Quando as crianças estão aprendendo como a aplicação funciona a partir da exploração, não são necessárias longas instruções sobre o seu funcionamento e uso. Quarto, elas suportam atividades de “tentativa e erro”. Quinto, normalmente elas suportam mais de um usuário [Xu; Mazzone; MacFarlane, 2005]. Isto é uma coisa muito importante no contexto infantil porque as crianças gostam de fazer coisas de forma colaborativa e imitando as ações dos outros.

As interfaces naturais visam não só tornar o computador “invisível”, tirando a atenção da ferramenta para focá-la na atividade, mas também oferecer uma forma de interação mais intuitiva e natural aos usuários.

Elas permitem formas alternativas de interagir com o ambiente computacional. O usuário pode interagir com o sistema por meio de movimentos do corpo, tocando, sentindo, manipulando e construindo coisas, realizando ações que são familiares a elas [Xu; Mazzone; MacFarlane, 2005].

2.4.2.1 INTERFACES TANGÍVEIS

O desenvolvimento da noção de “interface tangível ” está intimamente ligada a motivação pela Realidade Aumentada e Computação Ubíqua. Em 1993, uma edição especial da Communications of the ACM intitulado “Back to the Real World”, argumentou que ambos os computadores desktop e a realidade virtual afasta os seres humanos do seu “ambiente natural”. A questão sugeriu que ao invés de forçar os usuários a imergirem em um mundo virtual, deve-se aumentar e enriquecer o mundo real com as funcionalidades digitais. Esta atitude é motivada pelo desejo de manter a riqueza da interação física, e pela tentativa de inserir o ser humano no mundo “computacional” a partir de uma transição suave entre o “digital” e o “real” [Weiser, 1993].

Em 1995 [Fitzmaurice, et al., 1995] introduziu o conceito de interface tangível, usando blocos de madeira para manipular objetos digitais.

Alguns anos mais tarde, Hiroshi Ishii e seus alunos apresentaram seus Bits Tangíveis, que logo levou à proposta de uma Interface Tangível com o Usuário [Ishii; Ulmer, 1997]. O objetivo era fazer com que os bits fossem directamente acessíveis e manipulável, usando o mundo real como uma exposição e como meio para manipulação - o mundo inteiro poderia tornar-se uma interface. Os dados poderiam ser conectado com artefatos físicos e superfícies arquitetônicas, tornando os bits tangíveis. O ambiente, por outro lado, representaria informações através do som, luzes, ar, ou o movimento da água.

Os trabalhos de Ishii e seus alunos influenciaram pesquisas neste campo de interfaces tangíveis. Essas pesquisas abordam questões em domínios específicos de aplicação, tais como arquitetura, design de produto e tecnologia educacional.

Atualmente existe um crescente interesse entre os pesquisadores na área de Interação Homem-Computador (IHC) em criar novas formas de interação mais adequadas às habilidades humanas [Dourish, 2001], em que objetos físicos do cotidiano possam ser utilizados para interagir com as máquinas [Resnick et al, 1998; Hoven et al., 2007], surgindo então o conceito de interfaces tangíveis (TUIs - *Tangible User Interfaces*).

A definição de TUI dada por [Ishii; Ullmer, 1997] diz que TUIs são sistemas relacionados com o uso de artefatos físicos como representações e controles da informação digital. Uma das suas características principais é a integração perfeita da representação e do controle, com objetos físicos, sendo ambos representações de informações e de controles físicos que permitem manipular diretamente as suas associações subjacentes.

Uma das possibilidades que potencializam o uso das interfaces tangíveis é que as mesmas também podem ser usadas para atividades colaborativas de forma a incentivar a colaboração entre as crianças [Xu, 2005].

A ideia por trás das interfaces tangíveis é que vivemos em dois mundos, o físico e o digital, e somos aptos a trabalhar no mundo físico mas precisamos melhorar o modo de interação com o mundo digital. As interfaces tangíveis aproximam esta linha entre esses dois mundos por meio de uma interface física para manipular e interagir com o conteúdo digital [Metoyer; Xu; Srinivasan, 2003].

As interações tangíveis abrangem uma vasta gama de interfaces de realidade mista e sistemas que dependem de manipulação e representação física de dados [Hornecker; Burr, 2006]. A concepção de interação tangível, que pode ser tátil, gestual, ou espacial, apresenta novos desafios para a IHC e para as comunidades de *design* [Antle, 2007].

Com o intuito de minimizar o impacto das tecnologias nas escolas e diminuir a rejeição no uso, as interfaces tangíveis podem oferecer uma alternativa aos tradicionais computadores pessoais. Podem também minimizar o constrangimento,

pois não fazem uso do *mouse* e do teclado ao manipular informações. As interfaces tangíveis unem as vantagens da manipulação física à interação com a informação digital, proporcionando, assim, um ambiente mais agradável e um modo de interação mais natural e intuitivo.

As interfaces tangíveis adicionam aos objetos concretos recursos computacionais, criando uma nova forma de interação entre o aluno e o material, e estimulando a colaboração [O'Malley; Fraser, 2004]. Outra vantagem na introdução das interfaces tangíveis é favorecer uma interação mais natural e diminuir o constrangimento do usuário no uso de sistemas computacionais, pois estes recursos permitem atividades de tentativa e erro e estimulam a exploração, não exigindo do usuário grandes esforços cognitivos para entendê-las e usá-las, mantendo o foco na atividade.

Segundo [O'Malley; Fraser, 2004], as interfaces tangíveis trazem benefícios à aprendizagem porque: a ação física é importante na aprendizagem; objetos concretos são importantes na aprendizagem; materiais físicos dão lugar a imagens mentais que podem orientar e restringir a resolução de um problema na falta do material físico; os alunos podem abstrair as relações simbólicas a partir de uma variedade de exemplos concretos; e os objetos físicos que são familiares são mais facilmente compreendidos pela criança do que várias entidades simbólicas.

2.4.2.2 INTERFACES MULTI-TOQUE

Apesar das interfaces multi-toque existirem em laboratórios de pesquisas desde 1980 [Lee et al., 1985], elas foram introduzidas ao público há pouco tempo. No entanto, muitos dos dispositivos que usamos em nossa vida diária já começou a adaptar esta tecnologia. Por exemplo, smart telefones, exposições interativas, mesas digitais em escolas e assim por diante. Como esses dispositivos se tornaram cada vez mais acessíveis, é essencial e necessário a criação de novos aplicativos e estender os já existentes para apoiar a interação baseada em toque [Khandkar; Mauer, 2010].

A interface com tela multi-toque torna a interação do usuário muito intuitiva. É, de certa forma semelhantes às folhas de papel colocado sobre uma mesa, no sentido de que não há realmente a necessidade de um manual de como interagir com um pedaço de papel ou movê-lo – esta simplicidade torna tudo muito natural para nós. Software que permitem a interação através de uma interface multi-toque tem o potencial de se tornar mais intuitivo e natural para nós, como manipular papéis sobre uma mesa [Thörlund, 2007].

Uma definição cunhada pelo grupo NUI¹⁶ (2009) diz que: multitoque significa um conjunto de técnicas de interação que permite que um usuário controle aplicações gráficas no computador utilizando vários dedos. Um dispositivo multitoque geralmente consiste de uma tela de toque (que pode ser um *display* LCD, um quadro, uma parede, uma mesa, etc.) e um conjunto de software que trabalhe para reconhecer múltiplos pontos de toque na superfície, ao contrário de uma *touchscreen* tradicional, que apenas reconhece um ponto de toque na tela.

Pesquisas sobre interfaces multi-toque datam do final da década de 80 na IBM, Bell Labs, Universidade de Toronto e outros centros de pesquisa. Estes esforços produziram uma variedade de dispositivos que demonstraram o potencial para as tecnologias de entrada que dependem de gestos com a mão e os dedos.

Interfaces multi-toque são dispositivos de entrada que reconhecem dois ou mais toques simultâneos, permitindo que um ou mais usuários interajam com uma aplicação mediante vários gestos simultâneos feitos em lugares diferentes sobre a superfície. Diferente de um teclado ou um dispositivo apontador simples como o *mouse* ou um tradicional *touchpad*, a tecnologia multi-toque introduz vários gestos que permitem uma interação rica e imediata com a informação digital. A tecnologia multi-toque pode ser encontrada não somente em *touchpads*, mas também em

¹⁶ Fundado em 2006, o Grupo de Interface Natural com o Usuário (Grupo NUI) é uma comunidade interativa que realiza pesquisas e desenvolve técnicas que beneficiam aplicações empresariais, educacionais e artísticas. Eles oferecem um ambiente colaborativo para desenvolvedores e cientistas que estão interessados em aprender e compartilhar novos métodos e conceitos em IHC (Interação Humano-Computador). Isso inclui temas como: realidade aumentada, voz/reconhecimento de escrita e gesto, computação por toque, visão computacional, e visualização de informações.

monitores que permitem ao usuário manipular ícones e outros conteúdos diretamente sobre a tela [Educause, 2008].

A ideia por trás da tecnologia multi-toque é criar uma interação mais direta com os dados e aplicações, tornando a interface "invisível", resultando no que alguns descrevem como uma suavização na fronteira entre os mundos físico e virtual. As interfaces multi-toque são projetadas para reconhecer gestos intuitivos e responderem de uma maneira mais natural ao usuário [Educause, 2008].

A tecnologia multi-toque tem o potencial para substituir os dispositivos de entrada tradicionais, como o teclado e o mouse, com uma interface "invisível" que possibilita novas formas de interagir com a informação [Educause, 2008].

Superfícies que reconhecem multi-toques e gestos com a mão têm o potencial de permitir interações intuitivas e eficientes [Wobbrock; Morris; Wilson, 2009]. Entretanto, a diversidade no modo de interação pode trazer problemas aos usuários. Os complexos sistemas gestuais exigem que os usuários aprendam os comandos físicos. Isto pode ser um obstáculo importante para usuários novatos ou com pouca frequência no uso. Gestos simples com apenas um dedo ou com uma caneta são mais fáceis de serem aprendidos e não apresentam grandes problemas para usuários novatos [Bau; Mackay, 2008, Kurtenbach; Buxton, 1991].

Ao mesmo tempo em que os gestos simples podem ser mais fáceis de aprender, também limitam as possibilidades da aplicação. Quanto mais limitados os modos de interação, mais limitada pode ser uma aplicação.

2.4.2.3 INTERFACES MISTAS OU MULTIMODAIS

Na psicologia, a modalidade refere-se a um canal sensorial humano, como a audição, visão e tato. Considerando que uma modalidade denota um tipo de canal de comunicação humana, uma mídia como um sistema de computador é um artefato que transmite informações por desencadear um ou vários canais de comunicação humana [Balbo; Coutaz; Salber, 1993].

O objetivo das interfaces multimodais é estender as capacidades sensório-

motor do sistemas de informática para melhor atender aos seres humanos e a sua forma natural de comunicação [Vernier & Nigay, 2000].

Embora encontremos um grande potencial de inovação, o atual entendimento de como projetar, construir e avaliar interfaces multimodais ainda é primitivo. A interface multimodal tem sido estudada principalmente para a interface de entrada (do usuário para o sistema) utilizando múltiplos dispositivos de entrada para explorar os vários sistemas sensoriais humanos [Vernier & Nigay, 2000].

Um sistema multimodal é capaz de representar e manipular informações em múltiplos níveis de abstração através de entradas ou saídas múltiplas. Um canal abrange um conjunto de sentidos físicos através dos quais determinados tipos de informações podem ser recebidas ou transmitidas e processado. Observa-se que ambos os sistemas multimodais e multimídia são caracterizados por comunicação de informações através de múltiplos canais de entrada ou de saída através de canais múltiplos ou ambos. A multiplicidade de canais de comunicação ao longo de uma direção (seja entrada ou saída) fornece a base para multimídia e para a multimodalidade [Balbo; Coutaz; Salber, 1993].

O desenvolvimento de interfaces multimodais exige o conhecimento de muitos campos tais como ciências da computação, ciências cognitivas e ciências biológicas, mas muitos dos engenheiros e designers de IHC não têm conhecimentos anteriores fora da ciências da computação. Um *designer* de interfaces multimodais tem uma difícil tarefa de encontrar a informação relevante sobre os fatores humanos de interesse para o seu trabalho buscando através de muitas fontes diferentes. Outro problema associado com a natureza transdisciplinar do IHC são as possíveis más interpretações entre os diferentes pesquisadores de campo. Várias comunidades de profissionais e peritos examinam os problemas a partir ângulos diferentes e estão preocupados com as diferentes dimensões do problema. Estas pessoas podem usar uma terminologia diferente, mas que pode significar praticamente a mesma coisa [Obrenović; Starčević; Devedžić, 2003].

Ao combinarmos várias técnicas de interação como a voz e o gesto podemos abrir um novo mundo de experiências. Embora o potencial de inovação seja alto, o atual entendimento sobre como projetar, construir e avaliar interfaces multimodais

ainda é primitivo [Coutaz et al., 1995].

2.5 SISTEMAS DE AUTORIA COM INTERFACES NATURAIS

Em seguida são apresentados alguns sistemas de autoria que exploram interfaces naturais e que se mostraram relevantes para esta pesquisa.

2.5.1 SISTEMAS DE AUTORIA COM INTERFACES TANGÍVEIS

O projeto Dolltalk (Figura 6) desenvolvido por [Vaucelle; Jehan, 2002], utiliza uma boneca como interface tangível e permite que as crianças registrem suas histórias gravando suas narrativas e depois possam ouvir essas mesmas histórias, com vozes diferentes. A voz gravada é processada de modo que a reprodução seja a narração que a criança fez, mas em um tom diferente que não permita que ela reconheça sua própria voz.

Os autores utilizaram este recurso porque segundo eles as crianças têm o costume de detectar inconsistências em uma história contada a elas e quando elas ouvem a sua história contada por outra pessoa podem fazer o papel de críticos, com vistas a elaborar histórias originais de uma forma mais avançada.

O sistema é composto de uma plataforma com sensores, dois pequenos alto-falantes, um microfone, um *software* para processamento de som em tempo real e duas bonecas com acelerômetros. A gravação começa quando uma criança remove as duas bonecas da plataforma. Para ouvir a história gravada a criança tem que colocar as duas bonecas novamente na plataforma.

O *DollTalk*, mostra a importância da criança narrar a sua história e depois ouvi-la colocando-se no papel de crítico. Assim, em outro momento, ao construir uma nova história ou contar a mesma, a criança poderá utilizar o que aprendeu como autor e como crítico na elaboração de uma história mais elaborada.

Figura 6: Criança interagindo com o sistema DallTalk (Vaucelle; Jehan, 2002).

Outro projeto que explora as interfaces tangíveis para contar histórias é o *Jabberstamp* (Figura 7). Este trabalho apresentado por [Raffle; Vaucelle; Wang; Ishii, 2007] é um sistema que permite adicionar sons aos desenhos feitos pelas crianças em uma folha de papel, com o suporte de uma caneta especial que carimba um lugar no papel onde será gravado o som e outra que permite ouvir o que foi gravado. O sistema é voltado para crianças de 4 a 8 anos em atividades que permitam cooperação entre pares. Com o sistema a criança tem a ilusão de que os sons estão gravados no seu desenho no papel.

O sistema inclui um *tablet Wacon*, duas canetas *Wacon* modificadas, pape especial com uma numeração impressa que é reconhecida pelo sistema, alto-falantes, microfone, e a aplicação rodando em um computador.

Apesar do grande aparato necessário à interação com o sistema, o computador por exemplo, não exige muito foco da criança, uma vez que ela se concentra mais no papel e no uso das canetas. Até mesmo o *tablet* fica em segundo plano, passando despercebido pelas crianças que podem vê-lo somente como um apoio ao seu papel. Entretanto, para a montagem do ambiente, a exigência de tantos recursos pode inibir o uso do sistema em espaços em que a questão

financeira seja relevante e o número de usuários simultâneos exija uma configuração especial.

Figura 7: Aparência do Jabbertstamp (Raffle et al., 2007; Rafelandia, 2006).

O sistema Jabbertstamp, apesar do grande aparato tecnológico limita-se a desenhos estáticos em uma folha de papel e pequenos trechos de narrações que não necessariamente apresentem uma sequência, dificultando por exemplo, o entendimento da história quando ouvida por outro usuário que não esteja acompanhado do autor. Essa preocupação em informar ao espectador sobre que sequências deve seguir no desenrolar da narrativa mostra-se evidente em histórias em que a criança se preocupou em numerar suas gravações, garantindo assim que a história seja ouvida na sequência que ela criou.

Uma das questões que não pode ser deixada de lado em projetos como Jabbertstamp é a potencialidade que as ilustrações apresentam no processo de criação de uma história, como também a importância de estimular a criatividade da criança a partir da produção de ilustrações para a sua história.

WizQubes é outro projeto que também explora as interfaces tangíveis. Ele foi desenvolvido por [Zhou; Cheok; Tedjokusumo; Omer, 2008]. Trata-se de um sistema com interface tangível para contar histórias interativas em realidade mista. O sistema utiliza um par de cubos rastreado por visão computacional para controlar o processo

de narração. Um dos cubos é utilizado para navegar através das diferentes cenas da história, com números impressos sobre marcadores fiduciais colados em suas seis faces. O segundo cubo é usado para escolher diferentes itens necessários na história, com desenhos colados em suas seis faces. Quando os dois cubos são aproximados um do outro com o item certo selecionado, a história tem a sua continuação. A história continua se o usuário escolher o item correto, oferecendo a possibilidade de um enredo não-linear. O sistema oferece uma experiência multi-sensorial às crianças por meio da adição de voz, áudio, gráficos 3D e de toque às histórias interativas.

Figura 8: A configuração do sistema wIzQubes (Zhou et al., 2008).

Além dos dois cubos físicos, o sistema *WlzQubes* (Figura 8) é composto também por uma *webcam* e um *desktop* tradicional.

Os autores justificam a escolha de cubos como artefato tangível por 1) eles serem uma forma simples que oferece estabilidade física e equilíbrio quando apoiados em uma superfície, facilitando o seu rastreamento; 2) quando empilhados formam uma estrutura compacta e estável que reduz a dispersão no espaço de trabalho; e 3) trata-se de um objeto simples e intuitivo com o qual as crianças estão familiarizadas.

Este sistema oferece um ambiente rico em recursos midiáticos, tornando a

experiência muito estimulante, uma vez que a exploração de mundos 3D pode ser uma atração a mais para as crianças. Entretanto, para o público alvo em questão, o ambiente mostra-se muito poluído, com a necessidade de uma configuração complexa. A necessidade de manter os cubos e suas referidas faces em uma posição que facilite o rastreamento pela *webcam* pode tornar a experiência desestimulante, uma vez que limita os movimentos corporais da criança. Outra questão envolvendo o sistema é que mesmo citado como um ambiente de autoria, a autoria é limitada à escolhas pré-definidas, tratando-se de histórias interativas prontas, que não foram produzidas pelas crianças.

Mesmo com um grande número de pesquisas na área, as possibilidades de autoria pela criança limitam-se muitas vezes a uma narrativa oral ou a interações com histórias prontas, onde o usuário não cria a história, apenas escolhe entre as sequências de acontecimentos possíveis.

2.5.2 SISTEMAS DE AUTORIA COM INTERFACES MULTI-TOQUE

O trabalho desenvolvido por [Shen; Lesh; Vernier, 2003] é um sistema interativo, voltado para um público adulto, que facilita a conversa face a face e o compartilhamento de histórias.

Mesmo voltado para um público adulto, este trabalho se mostrou relevante porque nada impede que crianças se beneficiem deste tipo de sistema para realizarem atividades semelhantes.

O Personal Digital Historian (PDH) usa uma mesa interativa composta por um projetor e duas canetas Mimio¹⁷, onde imagens relacionadas com a história que está sendo contada no momento podem ser facilmente visualizadas por todos ao redor da mesa (Figura 9). O sistema utiliza um banco de arquivos pré-armazenados pelos usuários, tais como fotografias, vídeo e textos e exibem estes arquivos agrupados por pessoas, tempo, lugar ou eventos, enquanto a história está sendo contada.

A pesquisa tem como objetivo buscar soluções que vão além do *desktop*

¹⁷ <http://www.mimio.com/index.asp>

tradicional e dos atuais dispositivos portáteis, já que, para os autores, os atuais sistemas da época para compartilhamento de informações multimídia, como fotos, vídeos e imagens não atendiam as necessidades destes usuários de forma satisfatória.

Figura 9: Interface do PDH (Shen; Lesh; Vernier, 2003).

Este trabalho mostra as potencialidades das interfaces multi-toque para manipulação de recursos multimídia como fotos e vídeos. Um sistema com uma interface fácil e convidativa à narração e ao compartilhamento de histórias entre as pessoas. Os recursos disponíveis são fotos, vídeos e textos e a narração é feita no momento, não havendo nenhum recurso para gravação da história que está sendo contada.

Outro trabalho que explora superfícies multi-toque é o ToonTastic. Desenvolvido por [Russel, 2010], ToonTastic é uma ferramenta para contar histórias a partir de desenhos animados criados pelas próprias crianças. Segundo o autor, o sistema foi projetado para ser usado com uma caneta multi-interativa em instalações

em museus, mas também pode ser utilizado com o *mouse* convencional.

O *hardware* consiste de um monitor LCD e um sensor para rastreamento das canetas LED. O sensor pode identificar várias canetas, o que permite que vários usuários interajam simultaneamente.

O projeto tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta construcionista para ajudar as crianças a capturar e compartilhar suas histórias ao redor do mundo. Tem como público alvo crianças entre 8 e 12 anos, mas, segundo o autor, é simples o suficiente para uma criança de 6 anos e atraente o bastante para entreter um adulto.

O processo de criação da história começa pela seleção das cenas que comporão o enredo. O sistema oferece cinco tipos básicos de cena para o usuário escolher: a instalação, o conflito, o desafio, o clímax e a resolução. Para cada cena, o *software* solicita ao usuário construir uma história. Por exemplo, uma cena de instalação solicita que o usuário introduza seus personagens e o cenário da sua história. O usuário pode escolher o início de uma história que é disponibilizado pelo sistema ou começar sua própria história do zero. A estrutura emocional da história é definida a partir da seleção de uma emoção apropriada para cada evento na história, o que determina qual será a música de fundo para a cena.

Figura 10: Algumas interações possíveis com uma ou duas canetas.

Quando a cena está completa, o usuário pode dar início à gravação da animação pressionando o botão gravar e arrastando os personagens sobre a superfície da mesa com a caneta. O sistema registra o posicionamento dos

personagens juntamente com a narração e efeitos sonoros. Utilizando duas canetas simultaneamente é possível reposicionar os objetos na tela, escalar e rotacionar (Figura 10).

O projeto de pesquisa busca não só fortalecer uma nova geração de contadores de histórias, mas usar a atividade de histórias como uma ponte para o entendimento cultural entre crianças ao redor do mundo.

Nesta pesquisa, o uso da animação 2D a partir de desenhos feitos pela própria criança mostra o quão atrativo pode ser dar vida aos seus próprios personagens. A existência de um processo de criação embasado nas técnicas de construção de narrativas e a disponibilização de recursos prontos, podem estimular a criatividade dos usuários, principalmente crianças que apresentam dificuldades em começar algo do zero.

As interfaces multi-toque podem apresentar projetos muito repetitivos, onde sua aplicação se limita à manipulação de conteúdos midiáticos. Mesmo quando se apresentam como sistemas de autoria para se contar histórias, muitos dos projetos não passam de gerenciadores da informação e facilitadores na manipulação dessa informação. A história só existe naquele momento, naquele lugar, não havendo preocupação em realizar registros das histórias que são contadas ao redor das mesas interativas. É o caso por exemplo de projetos como o PDH [Shen; Lesh; Vernier, 2003].

O projeto ToonTastic já busca expandir as possibilidades desta interface, oferecendo mais recursos e possibilidades de criação.

Acreditando que estas interfaces podem potencializar o processo de criação, juntamente com as interfaces tangíveis, possibilitando a oferta de um ambiente de autoria mais rico em recursos, a pesquisa sobre interfaces multi-toque mostram-se relevantes a este trabalho.

2.5.3 SISTEMAS DE AUTORIA COM INTERFACES MISTAS OU MULTIMODAIS

O projeto desenvolvido por [Ryokai; Lee; Breitbart, 2009] apresenta um sistema que explora as interfaces mistas (ou multimodais), onde são exploradas em um único sistema, por exemplo, uma mesa interativa e um *tablet*, oferecendo ao usuário um ambiente com diferentes tipos de interação com o sistema. Trata-se de um ambiente de autoria físico e digital misto para crianças contarem histórias interagindo com um robô. As histórias são criadas através de desenhos feitos pelas crianças. Esses desenhos representam programas que definem o comportamento do robô, além de organizar a sequência em que os eventos acontecerão na história.

O interesse dos autores neste trabalho é facilitar o cruzamento das manipulações concretas e abstratas envolvidas nas atividades de contar histórias. As manipulações concretas realizadas com objetos tangíveis, tais como bichos de pelúcia e os próprios desenhos feitos pelas crianças facilitam a construção de suas ideias.

Para contar uma história as crianças criam vários desenhos utilizando uma série de cartões coloridos que podem ser reconhecidos pelo robô.

Os autores buscam, com o sistema, estimular as crianças a criarem suas próprias histórias por meio de seus desenhos, gravação de vozes e sons, tocando fisicamente o robô e programando seu comportamento com uma interface gráfica.

O robô, um dinossauro de pelúcia chamado Pleo, utilizado no projeto pode ser comprado em lojas de brinquedo.

O ambiente de autoria (Figura 11) é composto por uma mesa interativa (118cm x 78cm x 49cm) com tampo de vidro que possui uma câmera que identifica os fiduciais. Para programar o robô é utilizado um *Tablet* PC que fica sobre a mesa. Para interagir com a interface as crianças usam a caneta do *Tablet*. Também compõe o ambiente 12 cartões de papel onde as crianças irão fazer seus desenhos. O robô Pleo também fica sobre o tampo da mesa conectado ao computador por meio de um cabo USB. A gravação do áudio é feita por um microfone conectado ao

Tablet. Já para a reprodução do áudio, foram colocados dois alto-falantes no chão à direita e à esquerda da mesa.

Figura 11: Crianças desenhando e programando seus cartões. [Ryokai; Lee. Breitbart, 2009]

A identificação dos cartões é feita por um marcador fiducial impresso na parte inferior. Ao colocar o cartão ao lado do *Tablet*, o *software* de rastreamento identifica o cartão pelo marcador fiducial. O *Tablet* também tem um marcador fiducial que permite que ele seja localizado geograficamente na superfície da mesa.

O protótipo apresentado é capaz de executar quatro comportamentos diferentes para cada um dos seus seis pontos de estímulo que se localizam na cauda, nas patas traseiras e dianteiras, no topo da cabeça e no queixo, dando um total de 24 comportamentos possíveis. Os comportamentos incluem uma combinação de movimentos e sons que devem ter entre 4 e 10 segundos de duração.

Os autores fizeram estudos com onze crianças entre 5 e 9 anos que brincaram em pares ou sozinhas. Nos resultados apresentados pelos autores, as crianças conseguiram criar histórias complexas utilizando seus desenhos, criando programas para definir o comportamento do robô e gravando sons e vozes. O uso

da interface gráfica para programar foi considerado fácil, uma vez que as crianças já tinham sido apresentadas a ela e já haviam visto alguns exemplos.

Este trabalho ofereceu grande variedade de possibilidades para contar uma história. Desenhos, programação, toque, sons e narração permitem às crianças maior liberdade de criação, que pode ser desde uma simples narrativa a uma complexa combinação de recursos que possibilitam não só o enriquecimento da história como também maior liberdade de expressão. Entretanto um ponto negativo a ser citado seria o uso do *Tablet*. Ao propor o uso de uma mesa interativa, todas as interações com o sistema poderia ocorrer em sua superfície, minimizando a necessidade de administração de vários recursos e a adição de dispositivos extras, como as canetas para o *Tablet*. Isso poderia tornar o processo de criação mais dinâmico, pois não seria necessário ficar alternando entre um e outro dispositivo, o que pode comprometer a linha de raciocínio do usuário. Também poderia suavizar o ruído causado pelo grande número de aparatos adicionados ao ambiente.

2.6 CONCLUSÕES

As interfaces naturais podem contribuir muito na educação e exemplos delas, como as interfaces tangíveis e multi-toque, têm se tornado muito populares. Mesmo sabendo que as tecnologias por si só não são resposta para os problemas de aprendizado, elas vêm cada vez mais sendo utilizadas para estimular e oferecer novos modos de aprender.

As interfaces tangíveis mostram-se promissoras principalmente para crianças menores. Por terem necessidade de manipular o concreto e estarem familiarizadas com esta ação, objetos tangíveis com recursos computacionais podem oferecer diversas possibilidades de interação entre eles e o usuário. Projetos como o Dolltalk [Vaucelle; Jehan, 2002], Jabberstamp [Raffle; Vaucelle; Wang; Ishii, 2007] e wIzQubes [Zhou et al., 2007] exploram essas possibilidades.

Interfaces multi-toque têm o potencial de alterar a nossa forma de trabalhar com os dados e aplicações, resultando em mais interações dinâmicas em torno do

conteúdo. Estes dispositivos e aplicações de apoio oferecem diversas formas de visualização da informação para melhorar a compreensão. Facilitam também novas formas de promover a criação colaborativa, permitindo que vários usuários trabalhem simultaneamente em uma única tela. Dada a sua simplicidade e a vasta gama de possibilidades, as interfaces multi-toque podem convencer mais professores a experimentar a tecnologia, tendo uma abordagem criativa para questões de como a informação e conceitos podem ser apresentados aos alunos de forma a maximizar a sua compreensão. Projetos como *Personal Digital Historian* [Shen; Lesh; Vernier, 2003] e *ToonTastic* [Russel, 2010] exploram estas possibilidades.

As interfaces com usuários são nomeadas interfaces mistas quando um único sistema consiste de uma variedade de meios de interação com o usuário. No caso do ambiente aqui proposto, os dois sistemas para criação de filmes em 2D e em 3D, apresentam ao usuário meios de interação tanto pela interface tangível quanto pela interface multi-toque, sendo assim classificado como um ambiente com interface mista. Elas tem o potencial de oferecer possibilidades de desenvolver sistemas mais elaborados e ricos em recursos.

As diferentes interfaces naturais apresentam suas características positivas e negativas para a realização de uma determinada interação. Ao mesmo tempo que as interfaces tangíveis mostram-se muito naturais e intuitivas mesmo para crianças bem pequenas, elas limitam as possibilidades de recursos em uma aplicação. Já as interfaces multi-toque permitem o desenvolvimento de sistemas mais complexos e com mais recursos, entretanto, deve-se ter o cuidado de não vê-la como mais um *mouse* em uma tela. A manipulação direta é uma das potencialidades das interfaces multi-toque, entretanto, quando se busca oferecer muitos recursos em uma única aplicação, torna-se difícil continuar fiel à manipulação direta, o que compromete a naturalidade da interação com o sistema.

As interfaces mistas se beneficiam do uso de vários tipos de interfaces de forma a oferecer sistemas mais complexos, entretanto, mantendo o máximo possível da naturalidade da interação. O projeto desenvolvido por [Ryokai; Lee; Breitbart, 2009] mostra que o uso dessas interfaces enriquece as possibilidades de criação do

usuário. Entretanto, o uso exagerado das tecnologias e de diferentes interfaces pode atrapalhar o processo de criação e confundir o usuário, que tem que ficar chaveando de uma interface para outra.

A seguir é apresentada uma tabela () com as principais características de cada projeto apresentado juntamente com os projetos a serem propostos nesta pesquisa.

Tabela 1: Principais características dos projetos levantados

Projeto	Interface	Recursos Multimídia	Produção de Animação	Público Alvo	Autoria	2D/3D
Dooltalk (2002)	Tangível	Som	Não	Crianças	Sim	-
PDH (2003)	Multitoque	Som, imagem, fotos, vídeo, etc.	Não	Adultos	Sim	2D
Jabberstamp (2007)	Tangível	Som	Não	Crianças	Sim	-
WizQubes (2008)	Tangível	Realidade Mista	Não	Crianças	Não	3D
Pleo (2009)	Mista	Imagem e Som	Não	Crianças	Sim	2D
ToonTastic (2010)	Multitoque	Imagem e Som	Sim	Crianças	Sim	2D
ReacToon 2D	Mista	Imagem e Som (Biblioteca)	Sim	Crianças	Sim	2D
Reactoon 3D	Mista	Gráfico 3D e Som (Biblioteca)	Sim	Crianças	Sim	3D

3 PROPOSTA DE SISTEMA DE AUTORIA PARA PRODUÇÃO DE ANIMAÇÃO POR CRIANÇAS

Nos últimos anos a computação gráfica tem recebido muita atenção na área de animação, seja em 2D ou em 3D, principalmente por apresentar-se como uma área com muitas aplicações em potencial. Filmes de grande sucesso no cinema como *Toy Story*¹⁸ (1995) ou *Madagascar*¹⁹ (2005) entre outros, são produtos do progresso conseguido nas animações em 3D. Entretanto, as animações em 2D estão longe de perder mercado para essas produções. O investimento em desenhos animados e até mesmo filmes 2D ainda é significativo e não apresenta sinais de extinção. Ao contrário, os desenhos animados em 2D ainda encantam adultos e crianças. Prova disso são os desenhos como *Ben 10*²⁰ (2005), *Phineas e Ferb*²¹ (2005), *Bob Esponja*²² entre tantos outros que podem ser citados por qualquer criança. Além da volta da *Disney* com grandes produções em filmes 2D, com os longas “*Nem que a vaca tussa*²³” e “*A princesa e o sapo*²⁴”.

Estes projetos mostram que a animação, seja em 2D ou em 3D, tem grande aceitação do público em geral. Público este que, em suas diversidades pode apresentar preferências por um ou outro gênero, mas com uma certeza, a animação, independente do gênero, encanta tanto crianças como adultos e faz parte do nosso cotidiano.

Os gêneros de animação não definem a faixa etária do seu público, mas sim a história a ser contada com a animação. Hoje podemos encontrar tanto animações em 2D quanto em 3D voltadas para o público infanto-juvenil. Como também temos

18 *Filme de animação por computação gráfica produzido pela Pixar e lançado pela Disney em 1995.

19 *Filme de animação por computação gráfica produzido pela DreamWorks em 2005.

* Informações retiradas da Wikipedia.

20 *Desenho animado produzido pelos estúdios Cartoon Network Studios. Estreou em 2005, sendo exibido pelo canal fechado Cartoon Network.

21 *Desenho animado produzido pela Disney. Estreou em 2005, sendo exibido pelo canal Disney Channel e Disney XD.

22 *Desenho animado produzido pela Nickelodeon Animation Studios. Estreou em 1999 e já está em sua 8a. Temporada. Atualmente é exibido pelo canal fechado Nickelodeon e no Brasil também pelo canal aberto Globo.

23 *Home of the Hange, longa produzido com animação tradicional pela Disney em 2004.

24 *The princess and the frog, longa produzido com animação tradicional pela Disney em 2009.

uma grande variedade de animações que tem como público adolescentes e adultos.

Assim como o mundo 2D faz parte do cotidiano de qualquer criança, o mundo 3D também tem uma grande influência entre elas, ganhando força cada vez mais nos jogos eletrônicos e nos filmes de animação. As bilheterias desses filmes e o volume de vendas desses jogos são provas reais disso. Entretanto, quando temos como público alvo crianças com menos de 10 anos, a manipulação no mundo 2D pode ser mais facilmente compreendida. Logo, quando pensamos em desenvolver um sistema de autoria para crianças em faixas etárias diferenciadas, a facilidade em manipular recursos em 2D ou em 3D devem ser levados em consideração.

Neste contexto, o presente trabalho de pesquisa tem como objetivo contribuir com esse público familiarizado com os desenhos animados, jogos eletrônicos e filmes de animação, buscando mudar seu papel de meros consumidores, para produtores destas mídias [Toffler, 1970]. A proposta é disponibilizar um ambiente de autoria para produção de pequenos filmes de animação por crianças com uma interface natural e intuitiva que possibilite uma apropriação rápida do processo de produção e criação de filmes de animação. A interface deverá atender aos usuários não experientes e conseguir acompanhar a sua evolução no resultado de suas criações, disponibilizando desde recursos simples a recursos mais complexos de acordo com a evolução do usuário no uso e domínio da produção de conteúdos. Outro requisito importante é que o ambiente seja flexível o suficiente para ser adaptado às necessidades proposta pelo professor e ao perfil cognitivo de seus usuários. A flexibilidade de configurações que o professor pode oferecer na montagem do ambiente aos seus alunos permite que ele respeite as limitações e necessidades de cada grupo. Com uma facilidade de adaptação do ambiente, a partir de configurações e disponibilizações físicas, o professor pode oferecer diferentes ambientes aos seus alunos.

Buscando atender as especificidades de cada faixa etária, o sistema de autoria deve estar preparado tanto para a evolução do usuário decorrente da experiência adquirida com o uso do sistema, quanto para a oferta de possibilidades de sofrer adaptações de forma a atender as necessidades e perfis cognitivos dos diferentes usuários envolvidos. Para isso tem-se a proposta de um sistema de

autoria evolutivo e adaptativo, no qual é possível disponibilizar os recursos certos para cada faixa etária acompanhando a evolução do usuário e sendo adaptado ao seu perfil cognitivo e às suas necessidades.

Acreditando nas potencialidades da criança como autora, o desenvolvimento de um ambiente de autoria onde a criança pode criar sua própria história, começando do zero, como uma folha de papel em branco, mas com a possibilidade de adicionar sons, imagens e movimentos é a proposta deste trabalho, na intenção de criar novos contadores de histórias que se utilizam de mídias familiares a eles como os desenhos animados e os mundos 3D para se expressarem e atender aos requisitos citados no Capítulo 1.

3.1 PÚBLICO-ALVO

O imaginário infantil permite que as crianças criem seus próprios mundos, suas próprias histórias, utilizando como recurso suas caixas de brinquedos. Seus brinquedos e suas histórias conectam seu mundo tangível ao seu mundo imaginário, expandem a comunicação e estimulam a sua criatividade. Nascemos com a capacidade de manipular objetos tangíveis sem que seja necessário muito esforço cognitivo. Mas, suas limitações não exigem muito além de nossas habilidades naturais.

Contar histórias é uma atividade que estimula a criatividade e favorece a comunicação, permitindo ao autor expor suas ideias e sentimentos em relação às coisas, às pessoas e o mundo. Como autoras, as crianças exteriorizam seus sentimentos e suas percepções do mundo, e quanto mais ricos são os recursos oferecidos, mais estimulante e libertador pode ser este processo de criação e comunicação.

Nas séries iniciais, a atividade de contar histórias é utilizada pelo professor para ensinar seus alunos. Por se tratar de crianças em processo de alfabetização, muitas dessas histórias são contadas utilizando recursos como papel, lápis e voz. A autoria desses alunos quase sempre, resume-se a um desenho na folha de papel,

onde ele tenta passar suas emoções e suas ideias.

Em séries mais avançadas, a atividade de contar histórias já não é mais empregada como um recurso educacional. Poucos são os professores que veem esta atividade como um recurso que auxilie seus alunos a aprender matemática ou ciências, por exemplo. O contato que esses alunos têm com as histórias se dá na maioria das vezes, nas aulas de português, onde o professor indica um livro paradidático a ser lido pelos alunos e que resultará em uma avaliação escrita ao final da leitura.

O mais perto que esses alunos chegam de participar como autores de uma história é por intermédio das redações que os professores solicitam a eles, em que os únicos recursos disponíveis são o papel e a caneta, e o resultado, uma narrativa textual.

Mesmo sabendo o quão importante é para o aluno desenvolver habilidades de escrita, a necessidade de estimular a criatividade e oferecer possibilidades com as quais ele se identifique também se mostra relevante no seu processo de evolução cognitiva.

É importante que o ambiente de aprendizagem seja autêntico e contextualizado em uma situação da vida real. Esse processo de ganhar experiência é especialmente importante no aprendizado infanto-juvenil, no qual esse público precisa de atividades físicas atrativas para extrair conhecimento a partir delas. Apesar desta visão comum sobre as condições de efetivo processo de aprendizagem, as crianças encontram poucas situações de aprendizagem em que a atividade física e os sentidos estão envolvidos quando passam da educação infantil para o ensino fundamental [Kritzenberger; Winkler; Herczeg, 2002].

Entendendo um pouco o contexto cultural e social em que as crianças estão inseridas, a proposta do público alvo deste trabalho abrange uma faixa etária que vai dos 5 aos 14 anos, envolvendo principalmente o público infanto-juvenil do ensino fundamental, idade em que a criança começa a ser alfabetizada, o que representa um momento crucial em sua vida e em seu futuro educacional. Ou aquela que já se prepara para uma nova fase, onde as habilidades adquiridas durante seu período na escola influenciarão em suas decisões para o futuro.

3.2 INTERFACE

A proposta de oferecer uma interface natural para interação entre o usuário e o sistema, onde é possível misturar tanto interfaces tangíveis quanto multi-toque permitirá a exploração de meios de interação diferenciados ao mesmo tempo em que poderá introduzir suavemente o usuário ao mundo digital.

Ao propor uma interface natural para crianças, o fato de elas já brincarem com objetos físicos com os quais é possível aprender uma variedade de habilidades nos leva a concluir que uma interface tangível apresenta-se como uma forma natural de interação para elas. Portanto, o aprendizado mediado por essas interfaces pode permitir à criança combinar e recombina o conhecido com o desconhecido estimulando a criatividade e a reflexão [Price, 2003].

As interfaces naturais poderão ser empregadas para melhorar as atuais tarefas de aprendizagem. Também é possível ser uma alternativa às interfaces gráficas existentes por permitir a manipulação de objetos tangíveis e a manipulação direta da informação digital: as crianças poderão controlar a informação digital, selecionando e posicionando objetos físicos como também manipulando a informação diretamente na tela, sem a necessidade de outros dispositivos de interação.

Quando projetamos um produto computacional para crianças devemos considerar o que elas buscam ao utilizar uma tecnologia. [Druin et al., 1999²⁵] *apud* [Xu, 2005] destacaram que as crianças esperam que a tecnologia permita: controle, experiências sociais e que seja uma ferramenta de expressão. A tecnologia deve apoiar as suas curiosidades, seu amor pela repetição e sua necessidade de controle [Druin; Salomão, 1996²⁶] *apud* [Xu, 2005].

A proposta de interface para o sistema de autoria pretende oferecer uma maior liberdade no processo de criação, principalmente quando busca diminuir a necessidade do usuário em dividir sua atenção entre o ambiente de autoria e o

25 Druin, A., L. Hanna, et al. (1999). The Design of Children's Technology, Moran Kaufmann Publishers, Inc., 1999.

26 Druin, A. and C. Solomon (1996). Designing multimedia environments for children, John Wiley & Sons, Inc., 1996.

próprio processo de criação.

Outra questão relevante ao controle é sobre o resultado produzido. O sistema aqui proposto permitirá ao usuário construir sua história a partir de uma “folha em branco”, tendo total controle sobre a sua história. O resultado a ser obtido não parte de uma história pronta em que a única participação do usuário é em decidir a próxima ação ou de cenas prontas onde o usuário apenas define a sequência que a história será contada. O usuário deverá ter como produto de sua criação uma história totalmente produzida por ele, decidindo pelo enredo, cenários e personagens.

Não só a possibilidade de oferecer o controle ao usuário em sua criação é importante, mas também favorecer a socialização das crianças a partir de um ambiente que estimule a colaboração entre grupos de usuários por meio da possibilidade da criação conjunta. O sistema aqui proposto busca oferecer uma interface que favoreça a colaboração face a face.

Crianças se comunicam e aprendem através da interação social e imitando umas às outras. Dessa forma, elas adquirem novos conhecimentos e aprimoram sua capacidade de colaborar com os outros. Inkpen et al. (1999) descobriram que as crianças apresentam um nível significativamente mais elevado de engajamento nas atividades ao trabalhar lado a lado.

Outra questão importante em um ambiente de autoria é facilitar a comunicação e expressão do autor. Este meio pelo qual o usuário poderá se expressar será mediante a produção de um filme de animação, um meio bem familiar a ele e que poderá dar significado a mensagem que ele deseja partilhar com a sociedade.

Quando misturamos as potencialidades das interfaces tangíveis às interfaces multi-toque, buscamos inserir suavemente o usuário no mundo digital e permitir, além da manipulação de objetos tangíveis, também a interação direta com a informação digital, criando uma ponte entre o mundo físico e o digital. Com a adição da interação multi-toque à interface proposta, a possibilidade de enriquecer o ambiente de criação é potencializado pelas várias formas de interações possíveis, que vão desde a manipulação direta, ao uso de gestos simples e a seleção de

conteúdos a partir de uma interface gráfica.

Uma das questões importantes que foi considerada no desenvolvimento deste trabalho é a falta de ferramentas que possibilitam a criação de filmes de animação por crianças. Podemos encontrar ferramentas que ofereçam recursos semelhantes, entretanto, suas interfaces gráficas e seus meios de interação, principalmente utilizando *mouse* e teclado, mostram-se complexas e muitas vezes limitantes no processo de criação. Interagir com objetos tangíveis ou manipular diretamente a informação exibida na tela pode permitir uma rápida apropriação tanto do processo de criação, quanto do uso sistema de autoria.

Quando Druin et al. (1999 apud Xu, 2005) falam sobre o que as crianças esperam de uma tecnologia: controle, experiências sociais e ferramentas de expressão, fica claro que esses pequenos usuários buscam uma identidade própria ao interagir com essa tecnologia. Por isso temos que buscar conhecer um pouco do que eles gostam e se identificam e tentarmos transferir para nosso objetivo, que é o de torná-los produtores de conteúdos e estimular a comunicação e expressão.

3.3 SISTEMAS DE AUTORIA PARA FILMES DE ANIMAÇÃO

A seguir é apresentada a estratégia para o levantamento dos requisitos e a listagem deles, tanto para o sistema de autoria em 2D quanto em 3D.

3.4 REQUISITOS FUNCIONAIS

A estratégia para o levantamento dos requisitos se deu por meio de pesquisa e estudo da literatura pertinente ao tema; discussões com grupos de pesquisadores envolvidos em trabalhos semelhantes durante a participação de um *workshop* e em outros encontros para discussão do tema realizado pelo laboratório VISGRAF no IMPA; levantamento e estudo de propostas de sistemas semelhantes;

implementação de protótipos que permitiu observações e refinamentos visando chegar a uma solução apropriada ao público e ao objetivo proposto; e levantamento do perfil do público alvo por meio de atividades realizadas anteriormente em escolas de ensino fundamental no município de São Paulo.

3.4.1 REQUISITOS FUNCIONAIS PARA O SISTEMA 2D

- Criação de filmes de animação 2D a partir de uma biblioteca de objetos multimídia;
- construção de uma biblioteca com personagens, cenários, objetos de cena;
- permitir a criação de uma história com uma ou mais cenas;
- permitir a colaboração no processo de criação das histórias;
- permitir como produto final da criação, gravar um filme em arquivo que pode ser visto em qualquer tocador multimídia;
- acesso às bibliotecas cenários, personagens e objetos:
 - adição do cenário;
 - adição de personagens e objetos.
- manipulação dos objetos utilizados na criação da história;
- remoção de personagens e objetos;
- gravar cenas;
- tocar cenas;
- gravar sons;
- editar o filme a partir da definição de uma sequência para as cenas;
- assistir ao filme editado;
- definir o caminho a ser percorrido pelo personagem ou objeto, a partir da manipulação direta .

3.4.2 REQUISITOS FUNCIONAIS PARA O SISTEMA 3D

Os principais requisitos funcionais devem incluir a possibilidade de:

- Criação de filmes de animação 3D a partir de uma biblioteca de objetos, personagens e ambientes modelados em três dimensões;
- construção de uma biblioteca com modelos 3D de personagens, cenários e objetos;
- construção de uma biblioteca com efeitos sonoros e música de fundo;
- permitir a criação de uma história com uma ou mais cenas;
- permitir gravar o projeto no formato de um filme em arquivo que poderá ser assistido em qualquer tocador multimídia;
- permitir gravar o projeto no formato de uma animação 3D em que será possível adicionar interações;
- acesso às bibliotecas cenários, personagens, objetos, efeitos sonoros e músicas de fundo;
- gravar cenas;
- tocar cenas;
- gravar sons;
- assistir à história, isto é, um conjunto de cenas em determinada sequência;
- acesso aos tipos de câmeras disponíveis.
- escolha das texturas a serem aplicadas ao fundo/céu e ao chão do cenário 3D;
- adição de personagens e objetos que irão compor o cenário;
- remoção de personagens e objetos do cenário;
- manipulação dos objetos e personagens adicionados ao cenário;
- aplicar transformações aos objetos adicionados ao cenário, como translação, rotação e variação de escala, a partir de alguns gestos pré-definidos;
- definir de caminho a ser percorrido pelo personagem ou objeto;

- definir da animação a ser aplicada ao personagem;
- definir da velocidade da animação do personagem;
- definir do tempo de duração da animação;
- edição do filme a partir da definição de uma sequência para as cenas;
- visualizar o conjunto de cenas que comporá a animação em uma sequência pré-determinada;
- visualização imediata das animações pertencentes a cada personagem ao serem selecionadas;
- assistir à cena inteira, com todos os objetos e personagens e suas respectivas animações;
- trocar a animação atribuída ao personagem;
- remoção da animação atribuída ao personagem;
- apagar o caminho traçado e desenhar outro;
- visualizar a animação e caminho atribuído ao personagem ativo;
- mudar a visão da câmera para melhor manipulação de objetos e personagens no ambiente durante a criação;
- visualizar todo o cenário a partir de vários pontos de vista.

3.5 ANIMANDO EM DUAS DIMENSÕES

Com a proposta de um ambiente de autoria que não exija conhecimentos prévios de seu público alvo, a introdução do usuário ao mundo da produção de pequenos filmes de animação deve acontecer de forma suave, evoluindo seu grau de complexidade de acordo com a própria evolução do usuário e de seu perfil cognitivo, preocupando-se também em oferecer meios com os quais ele esteja familiarizado e se identifique melhor. A proposta consiste em um ambiente de autoria que busque não subestimar as potencialidades do usuário e ao mesmo tempo não o confundir ao ser apresentado a um sistema em que o número de recursos possa dificultar sua iniciação, poluindo seu ambiente de criação ao disponibilizar recursos

que ele não está pronto para manipular.

Pensando nestas especificidades pertencentes ao público foco, a proposta para um público infantil com faixa etária dos 5 aos 10 anos, que apresenta pouca ou nenhuma proficiência no uso desse tipo de sistema, é o *Reactoon 2D*. Este ambiente de autoria 2D pretende atender às necessidades e expectativas desses usuários em relação à produção de sua própria história.

O sistema apresenta um ambiente de autoria para criação de filmes de animação em duas dimensões com uma interface natural onde o usuário poderá interagir com o ambiente a partir de objetos tangíveis ou a manipulação direta da informação digital a partir de uma superfície multi-toque.

A exploração da experiência da criança na manipulação de objetos tangíveis, como a que fazem com seus brinquedos, serviu de base para o desenho da interface. Uma brincadeira de criança, manipulando seus brinquedos e contando sua história pode ser potencializado com o uso do ambiente, possibilitando a criação e a edição de pequenos filmes de animação em 2D por usuários com pouca ou nenhuma proficiência na utilização de sistemas semelhantes, mas, com familiaridade na manipulação de objetos para contar histórias.

Acredita-se que a ação física é importante na aprendizagem e objetos tangíveis podem oferecer diferentes tipos de oportunidades de raciocínio sobre o mundo. Segundo [Xu, 2005], projetos de interfaces tangíveis para crianças possuem sua importância prática e científica.

Utilizando a metáfora da caixa de brinquedo, a interface tangível será a mais explorada, principalmente decorrente do público alvo escolhido, alunos do primeiro ciclo do ensino fundamental. A ideia é utilizar o conhecimento das crianças na manipulação de objetos físicos como ponte para introduzi-las a um ambiente digital, possibilitando uma passagem mais suave e natural do mundo físico ao digital.

Além da disponibilização de objetos tangíveis com os quais as crianças poderão contar as suas histórias, o sistema também oferecerá recursos para que elas possam gravar e assistir a essas histórias.

Mais uma vez, a escolhida foi a interface tangível para a apresentação e melhor compreensão das funções disponibilizadas pela aplicação. A interface

escolhida poderá permitir uma interação mais natural e intuitiva ao usuário, não sendo necessário trabalhar com menus ou outros ícones em tela que poluam a cena e confundam o usuário. Principalmente porque, menus e ícones, neste caso, representações gráficas de alguma informação na tela, podem ter significados diferentes para alguns usuários e também podem confundi-los quando sobrepostos à informação já presente na tela.

Funções como gravar cena, tocar cena e gravar som serão realizadas por meio da interface tangível. Com o uso de marcadores fiduciais identificando objetos físicos que representam respectivamente uma câmera de vídeo, uma televisão e um microfone, o usuário poderá disparar de forma natural a ação desejada, apenas colocando o objeto físico sobre a superfície da mesa, sem a necessidade de utilizar os tradicionais recursos gráficos como menus e sub-menus.

A interface tangível foi desenhada de forma a permitir ao usuário realizar interações como escolher e adicionar cenário, objetos e personagens à sua história. Os objetos tangíveis que representam cenários, objetos e personagens fazem parte de um conjunto de bibliotecas que são disponibilizadas pelo sistema. Esses objetos são identificados por marcadores fiduciais que permitem a sua associação com a informação digital. Os personagens e objetos inseridos no ambiente digital podem ser manipulados diretamente sobre a superfície da mesa utilizando as mãos. Esta manipulação permite ao usuário atribuir movimentos a seus objetos e personagens, conseguindo assim dar vida à sua história.

Para o público alvo em questão, a proposta é explorar ao máximo as interações tangíveis. Neste ambiente de autoria a interface tangível está presente aproximadamente em 80% das interações com o ambiente, o que favorece principalmente a participação de crianças pequenas no processo de criação dos filmes de animação.

O ambiente oferece ao usuário a possibilidade de contar histórias a partir de pequenos filmes de animação que podem ser compostos por uma ou mais cenas. Com este recurso, o usuário pode produzir desde uma narrativa simples, composta por uma cena até uma narrativa complexa que envolva a composição de várias cenas. Para um primeiro momento, enquanto o usuário vai se familiarizando com o

processo de produção, as histórias consistem por apenas uma cena. Entretanto, com a apropriação pelo usuário do processo de produção de um filme de animação pode ser possível a criação de um conjunto de cenas que poderão posteriormente ser unidas de forma a contar uma história. A evolução do usuário será acompanhada pelo sistema que estará preparado para oferecer um ambiente simples o suficiente para se construir uma narrativa simples até uma narrativa complexa, com tempos e espaços diferentes.

3.5.1 RECURSOS

O sistema é composto por um conjunto de componentes (Figura 12): biblioteca de cenários, biblioteca de personagens, biblioteca de objetos, comandos e cenas.

As bibliotecas disponibilizam imagens digitais associadas aos seus respectivos objetos tangíveis identificados por marcadores fiduciais. As imagens são a representação digital dos cenários, personagens e objetos que podem ser utilizados para construir uma história.

Os comandos representados por objetos tangíveis apresentam uma câmera, que é utilizada para gravar a cena; uma televisão, que serve para assistir à cena; e um microfone, que serve para atribuir sons à cena.

As cenas são representadas fisicamente por pequenos retângulos em branco que permitem ao usuário identificar qual cena será gravada e armazenada (pode-se identificar a cena por meio de algum símbolo ou desenho feito em sua superfície).

Este recurso de utilizar objetos tangíveis que representam as cenas gravadas foi criado de forma que os conceitos de pastas e arquivos não sejam abordados, o que poderia dificultar o trabalho do usuário, uma vez que, voltado a um público infantil dos 5 aos 10 anos, explicar sobre pastas e arquivos não se mostra apropriado nem relevante, principalmente quando o objetivo é oferecer-lhes uma oportunidade de se comunicar e se expressar por intermédio de suas histórias e não o de introduzir conceitos técnicos sobre informática.

O usuário tem à sua disposição objetos tangíveis que representam as cenas gravadas e identificadas por ele mesmo, e poderá assisti-las ou editá-las apenas manipulando sobre a superfície da mesa estes pequenos retângulos.

Figura 12: Componentes do sistema.

3.5.2 PROCESSO DE CRIAÇÃO

Apesar de se tratar de um sistema minimalista para criação de pequenos filmes de animação, os poucos e simples recursos disponibilizados oferecem muitas possibilidades aos usuários (Figura 13).

De acordo com a proposta feita pelo professor, que neste caso deverá estar no papel de mediador da atividade, os alunos podem pensar em qual história eles irão contar.

Em uma atividade como essa, a socialização dos alunos é de fundamental importância, pois neste momento deverão ser definidos os papéis de cada integrante e em comum acordo, qual será a história a ser desenvolvida.

A criação de uma história em grupo pode parecer uma atividade complexa, entretanto, as crianças estão acostumadas a brincar desde cedo em grupos onde esse tipo de interação acontece naturalmente. Quando elas decidem por uma brincadeira e criam as regras para a participação do grupo, elas já estão definindo papéis e criando uma lógica para o jogo. Esperamos que elas consigam levar esta

experiência para a atividade em sala de aula, e para isso podemos contar com a ajuda do mediador, que auxiliará os grupos.

Figura 13: Criando com o Reactoon.

Após a definição da história a ser contada, o próximo passo é escolher a partir de uma biblioteca separada por temas ou por categorias (personagens, objetos e cenários) quais os elementos comporão a sua história.

Para dar início à criação, os alunos podem definir quem será responsável pelo o que na história. Por exemplo, quando temos um ou mais personagens, cada aluno pode ficar responsável por um personagem na história. Além dos personagens, também podem existir objetos que comporão o cenário, a presença de um narrador e as falas dos personagens.

3.5.3 INTERAÇÃO COM O SISTEMA

Para interagir com o ambiente de autoria o usuário tem a sua disposição uma interface mista, onde são disponibilizados objetos tangíveis e uma superfície multi-toque. Em seguida é descrito como acontece as interações do usuário no seu processo de criação, como é realizada a adição de elementos à história, como é feito o *feedback* ao usuário e como ele pode definir ações a serem executadas pelo

sistema.

As figuras abaixo resumem o processo de interação com o Reactoon 2D.

Figura 14: (1) Início – Luz verde indica o funcionamento do sistema

Figura 15: (2) Cenário – Carregando um cenário

Figura 16: (3) Personagens e Objetos – Adicionando um personagem ou objeto

Figura 17: (4) O personagem ou objeto é adicionado na posição onde é colocado seu objeto tangível

Figura 18: (5) Posicionando o personagem no cenário

Figura 19: (6) Montagem final de uma cena

Figura 20: (7) Colocando o objeto tangível "gravar cena" para gravar a primeira

Figura 21: (8) Animando uma cena – basta manipular seus objetos e personagens realizando as ações na cena

Figura 22: (9) Colocando o objeto tangível "play" para assistir à cena atual

Figura 23: (10) Armazenando a cena atual em disco e associando a um objeto tangível "cena"

Figura 24: (11) Editando o filme, ordenando as cenas

Figura 25: (12) Colocando o objeto tangível "play" para assistir ao filme editado

3.5.3.1 DEFINIÇÃO DE CENÁRIO

O usuário terá a sua disposição pequenos cartões com figuras que representam o cenário onde será contada a história, estes cartões serão a imagem de fundo que comporá a cena. Para adicionar o cenário escolhido em sua história basta colocar o cartão na superfície da mesa. O sistema, em *background*, irá identificar qual o cenário escolhido a partir do marcador fiducial colado em sua representação tangível, devendo em seguida exibi-lo na superfície da mesa, como uma imagem que ocupa toda a área de exibição. Como *feedback* é emitido um som que avisa que a ação foi realizada. Neste momento o objeto tangível pode ser retirado da superfície da mesa, para que esta fique livre para as próximas atividades.

A escolha por um som para oferecer um *feedback* ao usuário foi decorrente da decisão de não se inserir objetos textuais na interface. Desta forma, o usuário que ainda não domina a leitura poderá participar do processo de criação sem que suas limitações com a leitura o atrapalhem. Outra questão pela definição de um som como *feedback* é devido ao fato de que, no momento em que o usuário está inserindo um cenário, a obstrução da superfície pelo objeto prejudicaria qualquer tipo de aviso gráfico.

3.5.3.2 DEFINIÇÃO DE PERSONAGENS

Alguns personagens disponibilizados podem ser escolhidos pelo usuário para fazerem parte de sua história. O usuário escolhe o personagem representado por um objeto tangível identificado por um fiducial e o posiciona no cenário previamente escolhido. Novamente um som é utilizado como *feedback* para avisar que uma ação foi realizada e a figura do personagem é exibida na superfície da mesa. Neste momento, o objeto tangível já pode ser removido da superfície, desobstruindo a visão da superfície da mesa.

O usuário pode decidir por adicionar personagens diferentes ou até mesmo adicionar várias réplicas do mesmo personagem.

3.5.3.3 DEFINIÇÃO DE OBJETOS

Também serão disponibilizados na ferramenta objetos que podem compor o cenário da história. Por exemplo, em um campo de futebol, o usuário pode escolher colocar uma bola no cenário. O processo de adição do objeto ao cenário é o mesmo utilizado para adicionar um personagem. Mais uma vez o som é utilizado como *feedback* ao usuário e o objeto é exibido sobre o cenário, na superfície da mesa. Neste momento, o objeto tangível já pode ser retirado da mesa.

3.5.3.4 ELIMINAÇÃO DE ELEMENTOS INSERIDOS NO CENÁRIO

Ao construir os elementos de uma cena, o usuário terá como resultado um cenário, objetos e personagens. Estes elementos de cena podem ser apagados a qualquer momento, caso o usuário deseje reconstruir a cena.

Quando o usuário deseja apagar um personagem, objeto ou até mesmo o próprio cenário, basta utilizar como borracha um objeto tangível identificado por um fiducial, que ao ser colocado em cima do objeto a ser apagado, realiza a ação apagar, removendo o objeto digital do cenário.

No caso de apagar um cenário, os objetos inseridos anteriormente serão exibidos em um fundo branco.

3.5.3.5 ALTERAÇÃO DE CENÁRIO

Caso o usuário deseje mudar o cenário, basta colocar o objeto tangível que representa o cenário escolhido sobre a superfície da mesa. Em seguida, o sistema em *background*, apaga o cenário anterior e exibe o atual.

3.5.3.6 GRAVAÇÃO DE CENA TEMPORÁRIA

Para gravar uma cena, o usuário precisa ativar o comando gravar. Um pequeno círculo produzido em acrílico e com um símbolo impresso que representa uma câmera é disponibilizado ao usuário. Basta colocar este objeto “câmera” sob a mesa e esperar 5 segundos, que são acompanhados por *bips* e o piscar de uma luz que passa do vermelho para o verde, para ele dar início à ação em sua cena.

Esta cena gravada pode ser refeita quantas vezes o usuário desejar. Ao se fazer uma nova gravação, a cena antiga é totalmente apagada. Para que se possa armazenar a cena para ser usada futuramente é necessário gravar esta cena no objeto “cena” .

3.5.3.7 GRAVAÇÃO DE CENA EM DISCO

Quando o usuário termina de animar uma cena, ele pode guardar esta cena para usar futuramente. Pequenos retângulos representados por objetos tangíveis identificados por marcadores fiduciais são disponibilizados para que o usuário possa armazenar esta cena. Apesar de ser apenas uma representação, com este recurso o usuário não precisa de pré-conceitos sobre pastas e arquivos ao salvar uma cena e poderá ter em suas mãos o resultado de sua criação.

Para gravar uma cena que será associada a um objeto cena, o usuário, após gravar a cena temporária, pode colocar um objeto tangível que representa uma cena sobre a superfície da mesa. A combinação do objeto gravar cena com o objeto cena ativa a ação gravar em arquivo. A cena então, é gravada para uso posterior é imediatamente associada ao objeto cena presente na superfície da mesa.

3.5.3.8 GRAVAÇÃO DE SOM EM DISCO

Depois que a sua cena é gravada no objeto “cena”, o usuário pode desejar

adicionar sons extras a esta. Para isso é disponibilizado um pequeno círculo em acrílico com um símbolo impresso que representa um microfone. Basta colocar o objeto “Gravar som” sobre a mesa, aguardar 5 segundos, que são acompanhados por *bips* e do piscar de uma luz que passa do vermelho para o verde. Ao final desses 5 segundos pode-se dar início a gravação do som. Todo este processo acontece sem exigir em nenhum momento que o usuário abra uma pasta ou arquivo para realizar a tarefa. Todos os recursos utilizados são objetos tangíveis que fazem a conexão do real com o digital. Após gravar o som, o mesmo é anexado à cena, sem que o usuário tenha conhecimento do processo.

3.5.3.9 VISUALIZAÇÃO DE RESULTADO

Depois que todas as cenas são gravadas, o usuário pode assistir a estas cenas uma a uma ou escolher a partir de uma sequência montada por ele, assistir ao resultado de todas as cenas juntas. A edição das cenas é feita a partir do posicionamento em sequência dos objetos “cena” sob a mesa. A sequência em que os objetos “cena” são colocados dita a ordem em que o filme será tocado.

O usuário tem a liberdade de montar a sua sequência como desejar, tendo sempre a liberdade de adicionar, remover ou mudar a sequência das cenas, a partir da manipulação dos objetos tangíveis que representam cada cena sobre a superfície da mesa.

Para disparar o filme, o usuário deverá combinar os objetos cena com o objeto televisão, que executa a ação tocar filme. A cena ou a sequência de cenas dispostas na superfície da mesa é executada imediatamente.

3.5.3.10 RESULTADO

A ferramenta foi desenvolvida visando a construção do conhecimento a partir da produção de pequenos filmes de animação e não o aprendizado da ferramenta. O

foco principal foi na atividade de produção da animação, a partir da disponibilização de uma interface natural que pudesse tornar o uso da ferramenta intuitivo e de rápida aquisição.

Com recursos de som e imagem e uma interface natural, o professor pode facilmente acompanhar e orientar a atividade de criação de seus alunos sem que seja necessário conhecimento prévio do uso, explorando principalmente as suas experiências com a manipulação do mundo físico.

No *Reactoon 2D*, o usuário tem como resultado de sua produção uma narrativa simples ou complexa. Uma narrativa simples é o resultado de uma história contada em apenas uma cena. Já uma narrativa complexa é o resultado de uma história contada com um conjunto de cenas, exigindo do usuário um domínio maior do processo de produção e no controle do tempo e espaço.

Quando se tem uma história contada a partir de um conjunto de cenas, manter estas cenas independentes permite ao usuário não só assistir cada cena individualmente como também realizar várias edições de um mesmo filme a partir da mudança da sequência das cenas definidas para contar a história. Outra possibilidade com as cenas gravadas individualmente é a combinação de uma ou mais histórias a partir da junção de cenas compondo uma nova história.

Com o projeto finalizado e a sequência de cenas definida, o usuário pode desejar gravar o filme para exibi-lo posteriormente, sendo este outro resultado possível. Este filme deverá ser gravado em um formato que permitirá ser exibido em qualquer tocador de vídeo.

3.6 ANIMAÇÃO EM 3D

O *Reactoon 3D* é uma outra proposta de ambiente de autoria, mas para criação de filmes de animação em 3D. Como uma extensão do *Reactoon 2D* e parte do sistema de autoria. Este ambiente permitirá oferecer aos usuários mais experientes e familiarizados com o mundo 3D, uma interface natural que possibilitará a interação a partir de uma interface multi-toque e de objetos tangíveis. Neste caso,

por entender que os usuários já estão familiarizados com o mundo digital, as interações tangíveis serão reduzidas e a superfície multi-toque será mais explorada, permitindo uma gama maior de possibilidades de interações com o ambiente. Entretanto, há a preocupação em manter as principais características do ambiente 2D, onde funções e bibliotecas são representadas por objetos tangíveis, o que facilita o acesso aos recursos disponibilizados pelo ambiente ao mesmo tempo em que a complexidade adicionada a esses recursos será suavemente apresentada aos usuários, baseando-se nas experiências trazidas do ambiente 2D.

O ambiente é voltado para um público dos 10 aos 14 anos, já inseridos no mundo digital, através de recursos midiáticos como computadores, videogames, celulares, entre outros, familiarizados com a manipulação dessas mídias. Entretanto, a proposta é oferecer uma ferramenta que os faça deixar de serem somente consumidores, para tornarem-se produtores de conteúdos multimídia em 3D. Sabendo do fascínio que o mundo 3D exerce sobre esse público, isto poderá servir como um estímulo à produção.

O *Reactoon* 3D é um ambiente de autoria com interface multi-toque e tangível que, por meio de uma interação natural, com objetos físicos e manipulação direta e indireta, possibilitará a criação e a edição de pequenas animações em 3D por usuários alguma familiaridade com o mundo 3D.

Os recursos 3D disponíveis permitem uma maior liberdade de criação ao usuário, uma vez que a sua imaginação poderá ser estimulada pelas possíveis transformações a serem aplicada aos objetos e personagens que comporão o mundo 3D. Transformações como rotação, variação de escala e translação a partir da interface multi-toque são possíveis, explorando alguns gestos simples para realizar as transformações, como por exemplo a variação de escala de um objeto utilizando dois dedos. Para montar o seu cenário, o usuário usará a interface multi-toque, realizando gestos simples e intuitivos, considerados fáceis de aprender.

Outro recurso importante que vem acrescentar ao processo de criação em um ambiente 3D é o controle de câmera, que permitirá ao usuário navegar no seu cenário e obter pontos de vista diferentes que atendam às necessidades do momento como por exemplo, o posicionamento de objetos no cenário ou a definição

de um caminho para o personagem.

A proposta do *Reactoon 3D* é acompanhada de uma interface natural que deverá atender as interações mais complexa com o ambiente, como a manipulação de objetos no mundo 3D, aplicando transformações nestes objetos, definindo ações e montando um cenário. Nesta versão será explorada mais a interface multi-toque, já a interface tangível será utilizada muitas vezes como ponte para o acesso a recursos mais elaborados disponibilizados pelo ambiente, como as interfaces gráficas. Com o levantamento dos requisitos, é possível concluir que apenas toques na mesa não serão suficientes para atender às funções que serão disponibilizadas pela ferramenta. Então, outros tipos de interações deverão ser implementadas. Para não alterar a configuração do sistema, adicionando dispositivos extras, a escolha foi pelo uso de gestos simples para a realização de interações mais complexas. Como o público alvo envolve usuários de 10 a 14 anos, o fato de terem que aprender alguns gestos simples não deverá ser um problema. Ainda assim, deverá ser disponibilizado alguns atalhos através de objetos tangíveis identificados por marcadores fiduciais para aqueles usuários que não conhecem ou que se sintam mais confortáveis em usá-los ao invés dos gestos.

A escolha por um público acima dos 10 anos permitiu explorar a possibilidade do uso de interfaces gráficas ao invés de um objeto tangível para cada elemento das bibliotecas a serem disponibilizadas.

Pensando sempre em não poluir o ambiente de produção e não dispersar a atenção do usuário, o acesso aos recursos da aplicação deverá acontecer quando necessário, e não ficar disponível o tempo todo na tela.

Com o cuidado em utilizar uma interface gráfica sem obstruir a visão do conteúdo apresentado na tela, foi decidido por uma sequência de menus que serão disponibilizados quando houver a adição à superfície da mesa de um objeto que o represente. Estes objetos permanecerão na superfície da mesa somente o tempo necessário para a ação em questão, sendo retirados tão logo o usuário finalize sua escolha.

Com a adoção das interfaces gráficas, foram pensados menus semi-transparentes para que não obstruíssem totalmente a visão do ambiente de

produção que está por trás deles, mantendo sempre visível a área de produção do usuário.

3.6.1 INTERFACE

Além das características propostas para a interface do *Reactoon 2D*, serão incorporados à esta interface novos modos de interação que possibilitarão a disponibilização de recursos mais elaborados e consequentemente uma gama maior de interações possíveis.

Para o acesso às bibliotecas disponíveis para o ambiente de autoria, o usuário irá interagir com uma interface gráfica que permitirá a escolha por cada biblioteca em particular.

Após a escolha da biblioteca pelo usuário, outra interface gráfica com a representação de cada elemento da referente biblioteca será exibida na superfície da mesa.

A biblioteca de objetos oferece uma variedade de modelos que podem ser utilizados para compor o cenário. Estes objetos estão disponibilizados sobre licença livre e fazem parte de projetos como Alice²⁷, Blender²⁸ e Panda 3D²⁹. Todos os objetos podem sofrer transformações como translação, rotação e variação de escala. Também é possível definir um caminho a ser percorrido por um objeto, como por exemplo o quicar de uma bola pelo cenário.

Para facilitar a manipulação de objetos será possível mudar o plano de edição, permitindo em um momento trabalhar com o plano xy, que é o padrão, ou o plano xz. Este requisito tornou-se necessário em casos em que o usuário adicionasse por exemplo um pássaro ao seu cenário. Ao posicionar este pássaro e também definir um caminho a ser percorrido por ele, a mudança de plano é necessária, caso contrário, toda a ação do pássaro ocorrerá no plano xy.

Para definir uma animação, desenhar um caminho e controlar variáveis como

27 <http://alice.org/>

28 <http://www.blender.org/>

29 <http://www.panda3d.org/>

velocidade e tempo, também foi criada uma interface gráfica.

3.6.2 RECURSOS

Os recursos disponibilizados pelo sistema são categorizados em biblioteca de texturas, biblioteca de objetos, biblioteca de personagens e biblioteca de sons. Também é disponibilizada uma pequena biblioteca com alguns tipos de câmera que podem ser escolhidos para a composição da história. Outro recurso é assistir à animação, que permite ao usuário visualizar o resultado de seu trabalho.

A biblioteca de texturas oferece diferentes texturas a serem aplicadas na definição do cenário em que acontece a cena, possibilitando definir se a cena acontecerá em um cenário externo ou interno e se é dia ou noite, por exemplo.

A biblioteca de personagens diferencia-se da biblioteca de objetos por oferecer objetos modelados que também disponibilizam algumas animações. Por exemplo, um modelo de panda que também tem uma animação que o simula andando. Todos os personagens também podem sofrer as mesmas transformações que os objetos.

A biblioteca de sons oferece sons que podem ser utilizados como trilha sonora ou efeitos sonoros.

A biblioteca de câmeras oferece alguns tipos de câmeras padrão que permitem ao usuário criar efeitos mais interessantes em suas histórias, como por exemplo dar um *zoom* em uma determinada área da cena para a qual se deseja chamar a atenção do espectador ou seguir o personagem.

3.6.3 PROCESSO DE CRIAÇÃO

Sempre considerando que haverá um professor no papel de mediador durante

as atividades, os alunos poderão criar suas histórias a partir de algum tema definido pelo professor ou mesmo sobre algo que eles queiram compartilhar com os outros.

Neste ambiente, a colaboração é bem restrita, principalmente por uma característica específica em mundo 3D, que é o ponto de vista do espectador. Ao se criar um mundo 3D, em muitos momentos o usuário terá a necessidade de mudar seu ponto de vista para facilitar sua interação com o mundo. Com uma superfície pequena como a disponível na mesa interativa, fica difícil oferecer áreas com diferentes pontos de vista para cada usuário do grupo para que eles possam trabalhar simultaneamente.

Neste caso, com uma única área de trabalho, os usuários devem se alternar durante a interação com o ambiente. Mas isto não impossibilita um trabalho em conjunto, uma vez que a criação da história, definição e montagem de cenário e definição de personagens são atividades possíveis de se trabalhar colaborativamente. Mesmo com a alternância entre os usuários, eles poderão definir quem será responsável por cada área como por exemplo os personagens, e trabalhar em uma sequência definida pelo grupo. Cada um responsável por animar seu próprio personagem, definindo ações e caminhos a serem percorridos por eles, controlando a velocidade e o tempo, o que também pode ser decidido em grupo. Já que, mesmo que só seja possível um usuário interagindo com o ambiente, a cena em questão pode ser visualizada por todos do grupo.

Mais uma vez reforçamos a importância da socialização entre os alunos em atividades que envolvem tomada de decisões e representação de papéis em um trabalho em grupo.

Também é importante ressaltar que, mesmo que o ambiente esteja preparado para a interação de apenas um usuário por vez, a criação em grupo pode aumentar as possibilidades criativas, uma vez que com isto podemos ter uma diversidade de ideias e personalidades, envolvendo principalmente habilidades e experiências sociais diferenciadas entre os integrantes.

Mas uma vez, com a definição da história a ser contada, o próximo passo é decidir o cenário, objetos e personagens que irão compor a cena. Neste momento, uma diversidade de interações acontece durante o processo, permitindo ao usuário

vivenciar tanto experiências anteriores como também novas, interagindo de modo diferente com o ambiente.

3.6.4 INTERAÇÃO COM O AMBIENTE

Neste ambiente também foi adotado uso de uma interface mista para permitir a interação com o ambiente, onde são disponibilizados objetos tangíveis e uma superfície multi-toque. Entretanto, a interação com o ambiente se dá principalmente a partir da interface multi-toque.

Nas figuras a seguir é apresentado um breve resumo de um processo de criação utilizando o sistema *Reactoon 3D*.

Figura 26: (1) Início – Modelo de cenário padrão já carregado ao iniciar o sistema

Figura 27: (2) Adicionando o objeto tangível “biblioteca”

Figura 28: (3) Menu biblioteca e as opções de bibliotecas disponíveis pelo sistema

Figura 29: (4) Escolhendo uma das bibliotecas disponíveis

Figura 30: (5) Escolhendo um personagem da biblioteca "personagens"

Figura 31: (6) Manipulando o personagem (menu de opções de controles do "personagem")

Figura 32: (7) Escolhendo a opção "animar"

Figura 33: (8) Opções possíveis de serem aplicadas ao personagem. Escolha da animação, definição de caminho, velocidade e tempo da animação e assistir à animação

Figura 34: (9) Assistindo à animação criada

Figura 35: (10) Fechando o menu animar

Figura 36: (11) Mudando o plano de edição

Figura 37: (12) Fechando o menu de opções de controles do “personagem”

Figura 38: (13) Acessando o menu para manipulação da câmera (objeto tangível “camera”)

Figura 39: (15) Assistindo a animação (Objeto tangível "play")

3.6.4.1 DEFINIÇÃO DE CENÁRIO

Neste ambiente 3D, o cenário é definido a partir da escolha de uma textura para o que será o chão do cenário e outra para o que será o fundo do cenário, o que envolve o céu, por exemplo.

Ao selecionar a biblioteca cenário, o usuário terá acesso a todas as texturas disponíveis que podem ser aplicadas ao chão do cenário e também ao fundo/céu do cenário. Para aplicar uma textura ao chão, o usuário a partir da interação com uma interface multi-toque, escolhe chão e em seguida é exibido uma interface gráfica com todas as representações possíveis das texturas a serem aplicadas ao chão do cenário. Ao selecionar uma dessas texturas, ela é imediatamente aplicada ao chão.

O mesmo acontece para se aplicar uma textura ao fundo/céu do cenário.

3.6.4.2 DEFINIÇÃO DE PERSONAGENS

Alguns personagens disponibilizados podem ser escolhidos pelo usuário para fazerem parte de sua história. Para se ter acesso aos personagens disponíveis,

basta o usuário selecionar a biblioteca personagens que, em seguida será exibido uma interface gráfica com uma representação icônica para cada personagem existente na biblioteca. O usuário escolhe o personagem por intermédio da interação multi-toque. Após escolher o personagem, ele pode realizar várias ações como: rotação, translação, variação de escala. Estas ações são executadas através de gestos realizados pelo usuário com a mão sobre a superfície multi-toque. Também pode definir qual animação será atribuída ao personagem e, se desejar, traçar um caminho que será percorrido pelo personagem na cena. Outras variáveis pertencentes ao personagem que podem ser controladas pelo usuário são a velocidade e o tempo da animação.

As animações de cada personagem são mantidas independentes, permitindo ao usuário a qualquer momento refazê-la ou apagá-la.

3.6.4.3 DEFINIÇÃO DE OBJETOS

Também são disponibilizados na ferramenta objetos que podem compor seu cenário. Por exemplo, em um campo de futebol, o usuário pode escolher colocar uma bola no cenário. Neste caso, em um ambiente 3D, pode ser necessário mover a câmera para ter uma visão melhor do cenário para o posicionamento dos objetos. O processo de adição do objeto ao cenário é o mesmo utilizado para adicionar um personagem, com a diferença de que os objetos não possuem animações. Os recursos de variação de escala, translação e rotação também estão disponíveis para os objetos da mesma forma que para os personagens, por meio de gestos.

3.6.4.4 ELIMINAÇÃO DE OBJETOS E PERSONAGENS DO CENÁRIO

Ao construir os elementos de uma cena, o usuário terá como resultado um cenário, objetos e personagens. Estes elementos de cena podem ser apagados a qualquer momento, caso o usuário deseje reconstruir a cena.

Quando o usuário deseja remover um personagem ou objeto, basta selecionar o objeto a ser apagado e escolher a ação apagar a partir do menu do objeto.

Para mudar o fundo ou o chão, não é necessário apagar, bastando selecionar outra textura que será aplicada imediatamente, removendo a anterior, ou escolher a opção “nenhuma textura”, a qual deixará o cenário em branco.

3.6.4.5 GRAVAÇÃO DE CENA

Para gravar uma cena, o usuário precisa ativar o comando gravar. O mesmo objeto tangível utilizado no *Reactoon 2D* é aqui recuperado. Um pequeno círculo produzido em acrílico e com um símbolo impresso que representa uma câmera. Basta colocar este objeto “câmera” sob a mesa e esperar 5 segundos, que são acompanhados por *bips* e o piscar de uma luz que passa do vermelho para o verde, para ele dar início a ação em sua cena.

Esta cena gravada pode ser refeita quantas vezes o usuário desejar. Ao se fazer uma nova gravação, a cena antiga é totalmente apagada. Para que se possa armazenar a cena para ser usada futuramente é necessário escolher a opção armazenar cena.

Neste caso, não é feito uso de objetos tangíveis para representar as cenas, mas sim um único objeto físico que permite o acesso a todas as cenas gravadas para uso posterior.

3.6.4.6 VISUALIZAÇÃO DE CENA

Quando o usuário termina de animar uma cena, ele pode guardar esta cena para usar futuramente. Todas as cenas criadas por ele e armazenadas podem ser acessadas pelo objeto “cenas”, que permite tanto a visualização das cenas como a montagem do filme com uma sequência de cenas

desejada.

Para assistir à cena desejada, basta arrastar a cena para a área disponibilizada na interface gráfica e adicionar o objeto tangível “Televisão” disparar a cena.

Para montar o filme, é necessário arrastar as cenas e disponibilizá-las na sequência desejada. Em seguida é possível assistir ao filme todo, na sequência criada, utilizando o mesmo objeto tangível “Televisão”.

A qualquer momento, dentro desta ação, é possível remover ou adicionar as cenas, assim como mudar a sequência, e então assistir novamente o resultado.

3.6.4.7 MANIPULAÇÃO DE CÂMERA

A câmera é um recurso muito importante na criação de uma animação 3D. Ela faz parte da animação e também é utilizada para conseguir uma visão melhor na montagem da cena e na animação do personagem.

Um objeto tangível “Câmera” oferece a manipulação da câmera para mostrar pontos de vista diferentes ao usuário e também alguns tipos de câmera padrão a serem utilizados na produção da cena.

3.6.4.8 RESULTADO

Com recursos como modelos de cenários, personagens e objetos em 3D e também de sons, o usuário pode construir uma história criando mundos em 3D. Como resultado de sua criação, o usuário, igualmente como no *Reactoon* 2D, pode ter uma narrativa simples ou complexa.

No caso do resultado final de uma produção no *Reactoon* 3D, uma cena ou o conjunto delas é uma animação que pode ser editada a qualquer momento. Com uma animação como resultado, o usuário pode adicionar recursos de interação, criando com isso uma história interativa, que deverá ser gravada em um arquivo

englobando todas as cenas. Este recurso ainda não foi implementado no protótipo atual e ficará como proposta futura.

Como citado anteriormente, manter um conjunto de cenas independentes permite tanto rever as cenas uma a uma como também realizar várias edições de um mesmo filme a partir da mudança da sequência das cenas. Outra possibilidade é a combinação de cenas de histórias diferentes, criando uma nova história com a colaboração entre grupos e não mais entre integrantes de um mesmo grupo, estendendo as possibilidades de colaboração.

Com a finalização do projeto, o usuário pode optar por gravar uma animação composta de uma sequência ou gravar um filme deste resultado final. Este filme é uma mídia fechada que não pode mais ser editada pelo ambiente de autoria, sendo possível ser assistida em qualquer tocador de vídeo.

3.7 CONCLUSÕES

Foram desenvolvidos dois sistemas de autoria para filmes de animação com um diferencial dado ao público alvo e à mídia explorada, mantendo os mesmos conceitos. No *Reactoon 2D*, o produto final do processo de criação será um filme de animação em 2D. Já no *Reactoon 3D*, teremos uma animação em 3D como produto final.

O *Reactoon 2D*, como o próprio nome já diz, será uma ferramenta de autoria para criação de filmes de animação em 2D. Esta ferramenta foi pensada para ser utilizada por crianças menores, entre 5 a 10 anos, pois entendemos que o mundo 2D digital pode ser mais facilmente manipulado por crianças nesta faixa etária.

Já o *Reactoon 3D*, será desenvolvido pensando em um público alvo que apresenta alguma experiência no mundo 3D e pode com isso utilizar esta experiência para a construção de seu filme de animação em 3D.

Trabalhar com diferentes ambientes gráficos, 2D e 3D, permitirá a realização de uma pesquisa mais ampla sobre as possibilidades de oferecer um ambiente que atenda a diferentes graus de complexidade e diferentes perfis do usuário no

processo de criação.

Se a interface natural que será construída para o *Reactoon* 2D pode nos mostrar o potencial deste tipo de interface para crianças menores, explorando principalmente a interação tangível, podemos verificar se é possível oferecer uma interface natural para uma ferramenta que disponibilize recursos mais complexos. Com isso, formas de interação mais complexas com a interface, para um público alvo dos 10 aos 14 anos com alguma familiaridade com o mundo 3D. Por isso, a proposta do *Reactoon* 3D.

Para o desenvolvimento do *Reactoon* 2D foi pensado um ambiente de autoria que permita a proposta de uma interface que não exija nenhum conhecimento prévio sobre computação ou sobre ferramentas para criação de animações. Também foram feitas pesquisas de como realizar ações, como abrir ou salvar uma cena, sem trabalharmos conceitos como gravar em disco ou abrir um arquivo.

Com a faixa etária escolhida, o uso de mensagens de texto para entrada ou saída da informação não será apropriado. Desta forma, realizamos estudos de como oferecer *feedback* a esses usuários com o propósito de mantê-los informados sobre o que estava acontecendo. O uso de sons e cores serão nossos recursos de *feedback* nesta ferramenta. Como exemplos, podemos citar uma luz que pisca do vermelho para o verde para informar que a aplicação está pronta para gravar a cena atual, ou alguns efeitos sonoros para informar que o objeto foi adicionado ao ambiente.

Também serão disponibilizados recursos para gravar cenas de forma a oferecer a estes usuários a possibilidade de participar de um processo de edição, selecionando cenas e definindo a sequência do acontecimentos, construindo assim o seu filme.

No desenvolvimento do *Reactoon* 3D, o ambiente de autoria proposto apresenta uma interface natural que atenda às necessidades específicas deste tipo de ambiente, sem exigir do usuário conhecimentos sobre ferramentas com o mesmo propósito, mas somente alguma familiaridade com o mundo 3D.

Pensando em usuários mais velhos, será possível explorar mais os recursos de gestos e manipulação direta, uma vez que esse público costuma já trazer alguma

experiência em ambientes 3D adquiridas por meio de videogames e filmes de animação em 3D.

Um dos requisitos essenciais no ambiente de edição 3D será a disponibilização de diferentes pontos de vista com o propósito de facilitar a montagem do cenário e a manipulação de objetos e personagens no momento de definir as suas animações e traçar caminhos que serão percorridos por eles. A manipulação de câmera atende a essas necessidades.

Também foram necessárias pesquisas sobre tipos diferentes de câmeras e suas possíveis ações dentro de um filme de animação. Trata-se de tipos de câmeras padrão utilizados na produção de filmes.

Por se tratar de um ambiente 3D, a disponibilização de personagens articulados que poderiam ser animados também faz parte dos requisitos. Entretanto, a ferramenta proposta não se destina a animar personagens, mas sim atribuir animações pré-programadas aos personagens. Animações estas que serão disponibilizadas junto com o modelo do personagem. Entende-se aqui, personagens como todo e qualquer modelo que contenha animações pré-definidas.

Nesta aplicação a interface multi-toque será muito explorada, principalmente nos momentos de realização de ações complexas, nos quais o uso do corpo e dos gestos pode tornar a interação mais natural. Os recursos tangíveis serão utilizados principalmente para facilitar a interação dos usuários iniciantes e para explorar as experiências trazidas dos usuários no ambiente 2D.

Com o *Reactoon* 2D podemos explorar bastante a interface tangível, disponibilizando objetos físicos identificados por marcadores fiduciais que serão utilizados como metáforas aos brinquedos no mundo digital. Também disponibilizamos uma interface tangível para a edição dos filmes. Participar do processo de edição dos filmes, pode permitir ao usuário entender como funciona no mundo real a produção de um filme profissional.

A Tabela 2 apresenta um resumo dos modos de interação com o ambiente de autoria para criação de filmes de animação em 2D durante o processo de criação.

Tabela 2: Modos de interações com a aplicação Reactoon 2D

Funcionalidade	Tangível	Manipulação Direta	Interface Gráfica
Adicionar cenário, objeto, personagem e som	x		-
Remover cenário, objeto e personagem	x		-
Aplicar transformações		x	-
Traçar animação		x	-
Gravar cena	x		-
Tocar filme	x		-
Editar filme	x		-

Já com o *Reactoon 3D*, também é possível a edição dos filmes, entretanto, neste caso, a interface tangível será substituída por uma interface multi-toque onde a criança poderá realizar gestos simples como o arrastar e posicionar uma cena na sequência desejada para o filme.

A Tabela 3 apresenta um resumo dos modos de interação com o ambiente para criação de filmes de animação em 3D durante o processo de criação.

Tabela 3: Modos de interações com a aplicação Reactoon 3D

Funcionalidade	Tangível	Manipulação Direta	Interface Gráfica
Aplicar textura no chão e no fundo		x	x
Remover ou trocar textura no chão e no fundo		x	x
Adicionar objetos e personagens		x	x
Remover objetos e personagens	x		
Aplicar transformações		x	x
Traçar animação		x	x
Gravar cena	x		
Tocar filme		x	
Editar filme		x	x

Funcionalidade	Tangível	Manipulação Direta	Interface Gráfica
Manipular câmera		x	x
Definir animação		x	x
Traçar caminho		x	
Adicionar som		x	x

4 PROTOTIPAÇÃO

Para este trabalho de pesquisa, foram desenvolvidos dois protótipos: o *Reactoon 2D* e o *Reactoon 3D*. Os protótipos foram desenvolvidos em ambiente Linux, nas linguagens Java e Python respectivamente. A linguagem *Processing*³⁰ foi utilizada juntamente com o Java e basicamente foi escolhido por oferecer uma biblioteca para trabalhar com animação 2D. Já no desenvolvimento do *Reactoon 3D*, além da linguagem *Python* também foi utilizado o *framework* para renderização 3D e desenvolvimento de jogos Panda 3D³¹.

Para o desenvolvimento dos protótipos foram implementadas as principais funcionalidades para a autoria de um filme de animação. Optou-se por implementar principalmente as interfaces e recursos básicos para uma pequena produção, permitindo avaliar a viabilidade da proposta em relação à facilidade da interação com o ambiente no processo de criação.

Outros recursos considerados importantes, mas não necessários para o processo de criação não foram implementados. Dentre os recursos a serem implementados pode-se citar a gravação no formato de um filme, a possibilidade de adicionar interações à animação e o gerenciamento e edição de cenas no ambiente 3D. Também não foram implementados os recursos para gravação de sons no ambiente 3D e os tipos de câmeras padrão citados no capítulo anterior.

O sistema inteiro proposto aqui neste trabalho é composto pelo *hardware* apresentado no item 4.2 do capítulo 4 e pelos sistemas de autoria *Reactoon 2D* e *Reactoon 3D*, detalhados no capítulo 4, itens 4.5.2 e 4.5.3 respectivamente. Em seguida será apresentado o detalhamento dos protótipos desenvolvidos de ambos sistemas propostos no capítulo anterior.

30 <http://processing.org/>

31 <http://www.panda3d.org/>

4.1 REQUISITOS DE HARDWARE

Ao se propor um ambiente de autoria, a decisão pelo *hardware* a ser utilizado no desenvolvimento do sistema deve levar em conta o público alvo, o contexto de uso, os recursos computacionais necessários e principalmente, os requisitos funcionais propostos ao sistema e a interface com o usuário.

Figura 40: Diagrama do framework ReactIVision e a configuração física da mesa (<http://reactivision.sourceforge.net/>).

Para a proposta de um sistema de autoria com interface natural, o *hardware* escolhido foi uma mesa interativa. A *iTable* é uma mesa interativa com interface tangível e multi-toque construída pelo laboratório VISGRAF-IMPA para o desenvolvimento de interfaces naturais.

A escolha se deu principalmente por minha participação em um *workshop* realizado pelo mesmo laboratório sob a coordenação do Prof. Dr. Luiz Velho, no ano

de 2008. Este *workshop* me permitiu conhecer o *hardware* e suas potencialidades, influenciando em minha decisão de usá-lo para o desenvolvimento do sistema proposto.

A decisão final pela escolha do hardware se deu também por se mostrar compatível com o que eu identifiquei como um hardware adequado a partir do estudo do referencial teórico e do público alvo escolhido. Uma mesa interativa como único hardware necessário para oferecer uma interface natural para ferramentas de autoria, onde o usuário inexperiente pode interagir com o sistema sem se preocupar com dispositivos de entrada e saída.

O VISGRAF, por meio do Prof. Dr. Luiz Velho, ofereceu suas instalações e recursos durante o desenvolvimento do projeto, bem como sua colaboração no acompanhamento e orientação no desenvolvimento da pesquisa.

A mesa *iTable* é composta por um *hardware* específico e um *framework* para visão computacional, o *ReacTIVision* (Figura 40).

As tecnologias utilizadas na construção da mesa envolvem: uma câmera e um projetor que permitem o processamento de imagens e a projeção na superfície da mesa. Para que seja possível o rastreamento dos objetos por infravermelho a iluminação da mesa é feita por lâmpadas LED IR [Kaltenbrunner; Bencina, 2007, *ReacTIVision*].

4.2 REQUISITOS DE SOFTWARE

O *framework* adotado pelo VISGRAF para o desenvolvimento de aplicações para a *iTable* é o *reactIVision*. Trata-se de *framework* de visão computacional, multiplataforma de código livre que permite o rastreamento eficiente de marcadores fiduciais (Figura 41) adicionados aos objetos tangíveis. Além disso, também realiza o monitoramento da superfície multi-toque para reconhecimento dos dedos (Figura 42) [Kaltenbrunner; Bencina, 2007, *reactIVision*].

Figura 41: Exemplos de marcadores fiduciais disponibilizados pelo framework (<http://reactivision.sourceforge.net/>).

O *framework* disponibiliza uma aplicação que envia mensagens TUIO através do protocolo UDP utilizando a porta 3333 para qualquer aplicação cliente com o TUIO habilitado. O protocolo TUIO foi desenvolvido especificamente para encapsular os estados dos objetos tangíveis e os eventos de multi-toque realizados sobre a superfície da mesa [Kaltenbrunner; Bencina, 2007, reacTIVision].

Figura 42: Imagem processada pelo ReacTIVision (<http://reactivision.sourceforge.net/>).

4.3 PROTÓTIPO DO REACTOON 2D

O protótipo do *Reactoon 2D* foi desenvolvido durante o *Multidisciplinary Workshop on Interactive Media and Natural Interfaces* realizado no Laboratório VISGRAF no IMPA em 2008.

Durante este *workshop*, cada desenvolvedor tinha a ajuda de um *designer* responsável por todo o trabalho gráfico, o que permitiu dedicar-me mais à implementação do protótipo.

Para o desenvolvimento do *Reactoon 2D*, além do um *hardware* específico, a *iTable*, foram utilizados o *framework reactIVision* e o protocolo TUIO, a linguagem de programação Java e a linguagem de programação *Processing*.

O *Processing* foi escolhido porque já fornecia uma biblioteca para trabalhar com animação 2D. Trata-se de uma linguagem de programação *open source* e um ambiente para pessoas que desejam trabalhar com programação de imagens, animação e interação. É muito utilizado para prototipação e desenvolvimento de recursos gráficos. Desenvolvido sobre a plataforma Java, onde todos os recursos que ele fornece podem ser utilizados em qualquer aplicação Java.

Aproximadamente 90% do desenvolvimento foi feito no *TUIO Simulator* e os acertos e ajustes finais diretamente na mesa.

A mesa mostrou-se essencial nos testes finais, uma vez que alguns gestos são difíceis de realizar no simulador e também as atividades de colaboração. Outra questão que destaca a importância da mesa nos ajustes finais é a realização dos testes no ambiente real, avaliando a área disponível, bem como os problemas de comunicação e captura de gestos e reconhecimento dos fiduciais.

4.3.1 RECURSOS

Para validação do protótipo foram desenvolvidos alguns elementos para as bibliotecas. O tema escolhido para a biblioteca foi futebol. Para isso, o *designer* que acompanhou o projeto desenhou um cenário (*Figura 43*), um jogador (*Figura 44*), um

goleiro (Figura 45) e uma bola (Figura 46).

Das funções implementadas neste primeiro protótipo temos: gravar cena, tocar cena e gravar som. Todas essas funções são realizadas a partir de uma interface tangível que é representada por uma claquete (Figura 47), uma televisão (Figura 48) e um microfone (Figura 49).

As cenas gravadas também são representadas por objetos tangíveis (Figura 50), que neste caso são disponibilizadas no formato de pequenos retângulos brancos que representam cada cena gravada, formando um conjunto de cenas que poderão ser editadas posteriormente.

Figura 43: Cenário criado para a biblioteca cenário

Figura 44: Personagem: Jogador.
Criado para a biblioteca personagens

Figura 45: Personagem: Goleiro. Criado para a biblioteca personagens.

Figura 46: Bola criada para a biblioteca objeto.

Figura 47: Objeto claquete -
Função gravar cena.

Figura 48: Objeto televisão -
Função tocar cena.

Figura 49: Objeto microfone -
Função gravar som.

Figura 50: Objeto cena - Representa as cenas gravadas.

4.3.2 MÓDULOS

Em seguida é apresentado um diagrama ilustrando os módulos do sistema.

- BASE - como o nome já diz, é o módulo que possui os componentes básicos necessários para a construção da aplicação, como interfaces para manipulação de eventos, tratamento desses eventos e *container*.
- FIDUCIAL – é neste módulo que associamos os fiduciais aos objetos físicos, assim como as ações a serem executadas a partir da manipulação deles.
- FX – responsável pelos efeitos gráficos utilizados na aplicação. Como por exemplo a animação que é tocada quando um fiducial é colocado sobre a superfície da mesa.
- OBJECT – responsável por tocar sons, implementar os eventos realizados na superfície multi-toque e disponibilizar um tocador de sons.
- UTIL – permite gravar e carregar cenas em arquivos em disco.

Figura 51: Diagrama da arquitetura básica da aplicação.

Figura 52: Diagrama das principais classes do Reactoon 2D

Figura 53: Diagrama de pacotes do Reactoon 2D

4.3.3 PROBLEMAS E SOLUÇÕES

Para uma aplicação simples, em que não são exigidas ações complexas, a interface multi-toque e os marcadores fiduciais puderam ser explorados de forma a oferecer uma interação mais natural possível do usuário com a interface. Entretanto, após estudos para expansão do projeto, foi verificado que com a adição de novos recursos e ações algumas questões teriam que ser trabalhadas. Para um primeiro protótipo, foram disponibilizados poucos objetos na biblioteca, consequentemente tinham-se poucos objetos físicos a serem manipulados. Com a necessidade de expansão desta biblioteca, o número de objetos físicos cresceria e com isso seria necessário achar uma solução de forma a manter a organização e a fluidez no processo de criação. Mas, tanto os professores quanto os alunos estão acostumados a usar uma grande quantidade de objetos físicos em suas atividades do dia a dia, e o que foi considerado um problema para nós, poderia não ser para eles. Mesmo assim, uma das soluções pensadas de forma a facilitar o gerenciamento dos objetos seria dividi-los em temas ou categorias. Cada tema ou categoria seria organizado em uma caixa específica, facilitando sua identificação e sua organização.

4.4 PROTÓTIPO DO REACTOON 3D

Para o desenvolvimento do protótipo do *Reactoon 3D*, além do *hardware* específico, a *iTable*, o mesmo utilizado no protótipo do *Reactoon 2D* e também do *framework reactIVision* e do protocolo TUIO, foram utilizados o *framework Panda 3D*, a biblioteca PyTUIO e as linguagens de programação C++ e Python.

4.4.1 RECURSOS

Para validação do segundo protótipo os recursos disponibilizados para

construir as bibliotecas foram modelos 3D disponíveis sobre licença livre por projetos como Alice³², Blender³³ e Panda 3D³⁴.

As mesmas funções implementadas no primeiro protótipo foram utilizadas neste: gravar cena, tocar cena e gravar som. Todas essas funções continuaram a ser realizadas a partir de uma interface tangível, buscando manter um mesmo padrão nos dois sistemas: uma câmera (Figura 54), uma televisão (Figura 55) e um microfone (Figura 56).

Figura 54: Objeto filmadora -
Função gravar cena.

Figura 55: Objeto televisão -
Função tocar cena.

Figura 56: Objeto microfone -
Função gravar som.

Para acessar as bibliotecas disponíveis neste protótipo foram implementados alguns meios de interação diferenciados. A diversidade de modos de acesso ao mesmo recurso foi implementada de forma a atender aos diferentes usuários e suas preferências e habilidades na interação com o ambiente, assim como oferecer uma transição suave aos usuários novatos.

Como dito no capítulo 4, ao buscar oferecer um ambiente mais rico em recursos, foi necessário explorar soluções como interação por gestos e interfaces gráficas para acesso às bibliotecas, uma vez que a interface tangível não seria utilizada para representar os elementos da biblioteca, como no protótipo do Reactoon 2D. Para acessar os recursos das bibliotecas o usuário pode optar por: utilizar um objeto tangível definido como “principal” que dá acesso a todos os recursos do sistema através dos menus gráficos; utilizar um objeto tangível que

32 <http://alice.org/>

33 <http://www.blender.org/>

34 <http://www.panda3d.org/>

representa o menu bibliotecas (Figura 57) que permite selecionar a biblioteca desejada; ou utilizar o gesto, desenhando um círculo na superfície da mesa para chamar o menu principal.

Figura 57: Menu de acesso às bibliotecas.

Com o menu gráfico exibido na superfície da mesa e a escolha da biblioteca, outra interface gráfica (Figura 58 e Figura 59) com a representação de cada elemento da referida biblioteca é exibida na superfície da mesa e o marcador fiducial responsável por dar acesso às bibliotecas já pode ser removido da mesa.

Figura 58: Menu de acesso aos elementos da biblioteca objetos.

Figura 59: Menu de acesso aos elementos da biblioteca personagens.

Tanto a biblioteca de objetos (Figura 58) quanto a biblioteca de personagens (Figura 59) oferecem uma variedade de modelos que podem ser utilizados para compor a história. Estes modelos estão disponibilizados sobre licença livre, e fazem parte de projetos como Alice³⁵, Blender³⁶ e Panda 3D³⁷. Todos os modelos podem sofrer transformações como translação, rotação e variação de escala (Figura 60). Também é possível definir um caminho a ser percorrido por um modelo, como por exemplo o quicar de uma bola pelo cenário ou o caminho percorrido por um dinossauro.

Para facilitar a manipulação de objetos e personagens é possível mudar o plano de edição, permitindo em um momento trabalhar com o plano xy, que é o padrão, ou o plano xz. Este requisito tornou-se necessário em casos em que o usuário adicionasse por exemplo um pássaro ao seu cenário. Ao posicionar este pássaro e também definir um caminho a ser percorrido por ele, a mudança de plano é necessária, caso contrário, toda a ação do pássaro ocorrerá no plano xy.

Para definir uma animação, desenhar um caminho e controlar variáveis como velocidade e tempo, também foi desenhada uma interface gráfica (Figura 61).

35 <http://alice.org/>

36 <http://www.blender.org/>

37 <http://www.panda3d.org/>

Figura 60: Menu de transformações para objetos e personagens.

Figura 61: Menu de controle da animação.

4.4.2 O PROJETO

Em seguida é apresentado um breve resumo do desenvolvimento do projeto.

- CORE
 - TUIOP3D – faz a integração dos eventos do TUIO com os eventos e tarefas do Panda 3D. As tarefas são sub-rotinas que são executadas durante determinado período de tempo. Um evento ocorre ocasionalmente, as tarefas ocorrem de forma sincronizada com o sistema de *timing* do Panda;
 - *Manager* – responsável por gerenciar os *assets* disponibilizados pela aplicação.
 - Câmera – gerencia a manipulação da câmera. Disponibilizando o modo órbita e navegação no ambiente 3D;
 - *Controls* – é uma máquina de estado que determina o estado da aplicação. Como exemplo, podemos citar o estado de edição, menu, câmera e configuração. No estado de edição é possível realizar transformações nos *assets* que compõem o mundo. No modo de menu disponibiliza o acesso aos recursos da aplicação. No modo de câmera, é possível escolher o modo de manipulação da câmera (órbita ou navegação). E no modo de configuração é possível determinar as diversas configurações do sistema, como adicionar ou remover componentes das bibliotecas.
- CONFIG – gerencia as diversas configurações do sistema, entre elas a configuração dos *assets*, onde é determinado o caminho dos modelos, as animações disponíveis assim como as imagens disponibilizadas nos menus. Além disso, permite a configuração geral do sistema, como determinação dos fiduciais, distâncias entre os dedos para geração de gestos, fator de *zoom* de câmera entre outras.

Figura 62: Diagrama da arquitetura básica da aplicação.

- **USER INTERFACE**

- Gestos – possui um algoritmo de reconhecimento de gestos, além de permitir armazenar e carregar gestos a partir do disco. É possível associar variações do mesmo gesto a um determinado evento, aumentando a robustez do reconhecimento do gesto;
- Menu – contém a implementação do menu circular e do menu olho de peixe;
- *Components* – responsável por transformar eventos multi-toque do TUIO em eventos do Panda.

Figura 64: Diagrama de pacotes do Reactoon 3D

4.4.3 PROBLEMAS E SOLUÇÕES

Por se tratar de uma aplicação que oferece recursos e ações mais complexas, a interface com o usuário foi um desafio desde o início. Entre as soluções disponíveis: enriquecer a linguagem mediante a adição de novos gestos ou introduzir elementos gráficos à interface. A solução escolhida foi manter os gestos simples que poderiam ser facilmente aprendidos pelos usuários e explorar as interfaces gráficas quando necessário.

Outro problema era a possibilidade de colaboração durante o processo de construção do cenário e da animação. Como agora tínhamos um ambiente em 3D, para que mais de um usuário interagisse ao mesmo tempo, era necessário mudar o ponto de vista para cada usuário. Como a área da mesa é pequena, pensamos em não trabalharmos com esta possibilidade.

Uma solução seria, no caso de uma área maior, realizar divisões de áreas na mesa que permitissem a cada usuário mudar o ponto de vista da cena de forma a

permitir sua interação com o ambiente.

4.4.4 CONCLUSÕES

A implementação, mesmo que parcial de ambos os protótipos, referentes ao ambiente de autoria teve como objetivo mostrar a possível viabilidade da proposta. Os protótipos, individualmente, com suas principais funcionalidades implementadas puderam comprovar a possibilidade de conceber sistemas de autoria com interfaces simples e naturais para produção de filmes de animação.

Explorar as habilidades natas do usuário para desenhar um ambiente de autoria com uma interface que permita uma interação natural e intuitiva pode favorecer os usuários não-experientes e incentivar a exploração. Tratando-se de um ambiente de autoria, uma interface natural pode não só agilizar o processo de produção, mas principalmente cativar novos produtores.

Das vantagens das interfaces naturais quando comparadas às interfaces tradicionais, podemos citar: o uso de objetos físicos significativos como por exemplo um objeto físico como um boneco que permite interagir com a informação digital, neste caso a “figura de um boneco no mundo digital”; formas de interação diversificadas realizadas através dos movimentos do corpo; curva suave ou quase imperceptível de aprendizagem para interagir com a interface; suporte a atividades de tentativa e erro; estímulo à exploração e a possibilidade de colaboração face a face, o que é muito importante para esse público.

O levantamento do perfil do usuário para o qual se deseja propor uma solução não é uma tarefa fácil, uma vez que as habilidades e experiências dentro de um grupo de usuários podem ser muito diversificadas. Entretanto, uma imersão em seu ambiente de ação e a possibilidade de conversas e observações desses usuários pode ajudar nesta tarefa.

Determinar uma faixa etária para a qual irá ser proposta a solução pode ajudar ao desenvolvedor no processo de levantamento de requisitos, no desenho da interface e possibilidades de interações possíveis a serem exploradas dentro desta

faixa etária. Conhecer suas necessidades e desejos também pode ajudar muito a fazer com que a solução proposta seja bem aceita e produza resultados satisfatórios.

Ao realizar o levantamento dos requisitos, não só o conhecimento e restrição do seu público alvo é necessário, mas um estudo das soluções existentes, discussões com pesquisadores que atuam na mesma área, levantamento da literatura pertinente ao tema bem como o desenvolvimento de protótipos pode ajudar a refinar os requisitos e descobrir problemas e soluções antes de se chegar a uma proposta final.

Podemos observar que os requisitos propostos para cada solução são diferentes. Isso se deve não só ao ambiente de autoria diferenciado, um em duas e outro em três dimensões, mas também ao público alvo ao qual cada solução se destina. Os requisitos estão fortemente relacionados ao público alvo e suas experiências com o meio.

A infraestrutura é a mesma para ambas as soluções, entretanto o ambiente de desenvolvimento é bem diferenciado. Enquanto no *Reactoon 2D* utilizamos Java e *Processing* para o desenvolvimento do protótipo, no *Reactoon 3D* trabalhamos com o Panda 3D e *Python*. A escolha do *Processing* foi pela facilidade de produção de animações em 2D que ele oferece e por termos escolhido a linguagem de programação Java para o desenvolvimento. Já o Panda 3D, apesar de ser um motor para desenvolvimento de jogos 3D, oferece uma variedade de recursos que facilitaram o desenvolvimento da solução 3D e permite a programação na linguagem *Python*, por isto ela foi escolhida.

4.5 SÍNTESE DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO REACTOON 2D E 3D

O ambiente de autoria proposto neste trabalho é composto por dois sistemas de autoria: o *Reactoon 2D* e o *Reactoon 3D*. Em seguida segue uma síntese de ambos os sistemas desenvolvidos neste trabalho.

O *Reactoon 2D*, voltado para crianças menores, oferece brinquedos que podem ser utilizados para contar histórias, utilizando a metáfora da caixa de brinquedo, todos identificados por marcadores fiduciais. Como uma brincadeira infantil, a criança monta seu cenário e brinca com os objetos e bonecos contando histórias, explorando principalmente o conceito de interfaces tangíveis.

Toda a interação é realizada sobre a superfície de uma *tabletop*, possibilitando não só explorar as interfaces tangíveis, mas também as interfaces mistas. As histórias podem ser contadas por várias crianças interagindo simultaneamente, em uma colaboração face a face, o que é a forma mais natural de comunicação entre as crianças menores. Essas histórias são gravadas e podem ser assistidas posteriormente na mesma mesa [Alves et al., 2010a].

Já o *Reactoon 3D*, voltado para um público com um pouco mais de experiência com o mundo 3D através de filmes e jogos eletrônicos, oferece uma interface que explora a manipulação direta com os dedos e a realização de ações através de gestos, explorando muito mais as interfaces multi-toque. Como recurso auxiliar, também foi possível explorar as interfaces tangíveis, buscando atender aos usuários iniciantes que ainda não tiveram uma experiência com o sistema e com isso, por exemplo, não conhecem as possibilidades de interações através de gestos.

Na Tabela 4 encontra-se um breve resumo das principais características de ambos os sistemas.

Tabela 4: Resumo das principais características do Reactoon 2D e 3D

Gráfico	Vantagem	Desvantagem	Público
<i>Reactoon 2D</i>	<ul style="list-style-type: none"> - interface tangível e multi-toque; - disponibilidade de bibliotecas gráfica 2D; - armazenar o trabalho em disco; - uso de cenas para contar histórias; - edição da história pelo usuário; - autoria colaborativa. 	- A área da mesa limitada	5-10 anos
<i>Reactoon 3D</i>	<ul style="list-style-type: none"> - interface tangível, multi-toque e uso de gestos simples; - disponibilidade de bibliotecas gráfica 3D; - armazenar o trabalho em disco; - uso de cenas para contar histórias; - edição da história pelo usuário; - edição das cenas a qualquer momento; - autoria colaborativa. 	- A área da mesa limitada	10-14 anos

Estes dois sistemas foram implementados para autoria de filmes de animação, seja em 2D (*Reactoon 2D*) ou em 3D (*Reactoon 3D*). Foram pensadas de forma a atender não só a necessidade de sistemas que possibilitem ao usuário produzir a informação ao invés de só consumir, como também de oferecer uma forma de comunicação e expressão muito conhecida por eles, que são os desenhos animados, videogames e os filmes de animação em 3D.

Em um resumo das principais características do *Reactoon 2D* podemos destacar seus recursos, como:

- Som, gráfico 2D, interface mista com o usuário;
- Várias vantagens em relação aos sistemas levantados no capítulo 2, como:
 - A possibilidade de utilizar uma interface tangível para usuários menores e inexperientes, expandindo as possibilidades por meio de uma interface multi-toque, de acordo com a evolução do usuário no processo de produção de filmes de animação 2D. Nos sistemas levantados no capítulo 2, soluções voltadas para crianças menores como o projeto Dolltalk [Vaucelle; Jehan, 2002] e o WizQubes [Zhou; Cheok; Tedjokusumo; Omer, 2008] só apresentam a possibilidade da interface tangível;
 - Estímulo a criatividade e a produção de conteúdos através da disponibilidade de bibliotecas com recursos gráficos como cenários, objetos e personagens. Na maioria dos sistemas, não existia a possibilidade de disponibilização de bibliotecas de recursos. Muitas vezes se restringindo apenas ao uso da voz gravada. O projeto Dolltalk [Vaucelle; Jehan, 2002] utilizava apenas o recurso da voz gravada para contar a história. Já o projeto Jabberstamp [Raffle; Vaucelle; Wang; Ishis, 2007] não apresentava recursos gráficos e cabia à criança desenhar a sua história em uma folha de papel e gravar alguns sons e o projeto.
 - Permite gravar todo o trabalho para ser utilizado posteriormente. Muitos dos sistemas levantados anteriormente no capítulo 2 não tinham a preocupação em armazenar a produção das crianças para serem utilizadas posteriormente. Projetos como o Dolltalk [Vaucelle; Jehan, 2002] só mantinha a história armazenada até que outra história fosse gravada,

apagando a anterior. O projeto PDH [Shen; Lesh; Vernier, 2003], apesar de voltado para o público adulto, não tinha a preocupação de gravar as histórias contadas, não apresentando nenhum recurso para gravar a história, somente se preocupando com o armazenamento das imagens.

- A história é contada em cenas, que podem ser editadas na sequência desejada pelo usuário, oferecendo a ele a possibilidade de participar do processo de edição do seu filme. Nos projetos citados citados no capítulo 2, poucos oferecem a possibilidade de edição. Projetos como o Dolltalk [Vaucelle; Jehan, 2002] , Jabberstamp [Raffle; Vaucelle; Wang; Ishis, 2007], PDH [Shen; Lesh; Vernier, 2003] e WlZQubes [Zhou; Cheok; Tedjokusumo; Omer, 2008] não permitiam a edição das histórias.
- Permitir a colaboração, estimulando atividades em grupo. Alguns sistemas apresentavam a possibilidade de colaboração, mas em sua maioria, eles não tinham esse objetivo, limitando a colaboração a uma participação não simultânea no processo de criação e limitando principalmente a criação. Projetos como o Jabberstamp [Raffle; Vaucelle; Wang; Ishis, 2007] e o wlzQubes [Zhou; Cheok; Tedjokusumo; Omer, 2008] limitam a colaboração a um máximo de duas crianças e no caso de WlZQubez, não existe processo de criação e sim uma interação com a história já pronta e disponibilizada pelo sistema. Projetos mais atuais como o Pleo [Ryokai; Lee; Breitbart, 2009] e o ToonTastic [Russel, 2010] já buscam oferecer uma possibilidade maior de colaboração, com um maior número de crianças trabalhando simultaneamente e também oferecem uma maior liberdade de criação, permitindo à criança construir sua história da maneira desejada. O Reactoon 2D, desenvolvido em 2008 já tinha esta preocupação em atender a um maior número de crianças ao mesmo tempo em que oferece uma maior liberdade de criação a esses pequenos autores.
- E como desvantagem podemos citar a área física da mesa que limitada às possibilidades de colaboração e de construção de cenas. Em alguns sistemas levantados no capítulo 2 podemos verificar a disponibilização de sistemas em

mesas com grandes áreas que favorecem a colaboração e as possibilidades de disponibilização de recursos gráficos.

Já em um resumo das principais características do *Reactoon 3D* também podemos destacar seus recursos, como:

- Som, gráfico 3D, interface mista com o usuário;
- Várias vantagens em relação aos sistemas levantados no capítulo 2, como:
 - A possibilidade de utilizar uma interface tangível para usuários iniciantes, mas expandindo suas possibilidades através da interface multi-toque, explorando também alguns gestos simples de acordo com a evolução do usuário no processo de produção de filmes de animação 3D. Como já citado anteriormente, os sistemas levantados no capítulo 2 em sua grande maioria só exploravam um tipo de interface;
 - Estimulo à criatividade e à produção de conteúdo através da disponibilidade de bibliotecas com recursos gráficos como texturas, modelos de objetos e personagens 3D, em que os personagens oferecem também algumas animações prontas. Também já citado anteriormente a falta de disponibilização de recursos nos sistemas de autoria levantados;
 - Permitir gravar todo o trabalho para ser utilizado posteriormente. Já citado anteriormente como não sendo uma preocupação dos sistemas levantados no capítulo 2;
 - A história é contada em cenas, que podem ser editadas na sequência desejada pelo usuário, oferecendo a possibilidade de participar do processo de edição do seu filme. Também citado anteriormente que em sua maioria, os usuários não participam da edição de suas histórias;
 - As cenas são pequenas animações em 3D que podem ser alteradas a qualquer momento. Esta possibilidade de mudar a história não só editando a ordem das cenas, mas também alterando as cenas não é vista em nenhum sistema levantado anteriormente;
 - Permitir a colaboração, estimulando atividades em grupo. Muitos dos sistemas para contar histórias por crianças não favorecem a colaboração.
- E como desvantagem podemos citar a área física da mesa que limitada às

possibilidades de colaboração e de construção de cenas, principalmente em ambientes 3D, onde é necessário mudar o ponto de vista de cada usuário. Se tivéssemos uma área maior, como as disponíveis em alguns sistemas levantados no capítulo 2, poderíamos não só criar diferentes áreas com diferentes pontos de vista, como também permitir uma colaboração diferenciada entre duplas e grupos.

5 RESULTADOS

Neste trabalho se propôs um ambiente de autoria composto por dois sistemas distintos, porém que se completam uma vez que se baseiam na mesma ideia, a de oferecer a possibilidade de usuários não-experientes, neste caso, um público infanto-juvenil entre 5 a 14 anos, criarem filmes de animações utilizando recursos multimídia em 2D e em 3D. Foi possível manter entre os dois sistemas um *continuum* referente às metáforas utilizadas na criação da interface e nas interações com o ambiente, aumentando sua complexidade em uma linha suave, acompanhando a evolução de seu usuário e se adaptando ao ambiente e ao perfil cognitivo dos usuários. Nesse capítulo discutir-se-ão os resultados obtidos. Primeiramente, serão apresentadas algumas observações realizadas durante vivência realizados com os dois sistemas de autoria. Em seguida são apresentados os resultado.

5.1 VIVÊNCIA

Em dois vivência realizados no mesmo dia em laboratório com a participação de três crianças com idades de 5, 10 e 12 anos, dentro do público alvo, pude fazer observações a cerca da aceitação do projeto pelo público final, levantar alguns problemas e requisitos desejados pelo público participante e validar os requisitos já estipulados.

5.1.1 OBJETIVOS DA VIVÊNCIA

A vivência teve como objetivo testar o ambiente com usuários finais e avaliar a aceitação e os requisitos propostos, bem como levantar mais requisitos e ouvir a opinião dos usuários finais sobre o ambiente.

Um dos objetivos da vivência também foi o de detectar problemas de usabilidade no ambiente, bem como verificar a colaboração face a face, que é considerada um dos pontos fortes do ambiente de autoria experimentado.

5.1.2 PÚBLICO ALVO

Foi definido como público alvo do ambiente de autoria usuários em idades de 5 a 14 anos, divididos em dois grupos: 5 a 10 e 10 a 14 anos. Esta divisão se dá devido a existência de um ambiente que apresenta dois sistemas distintos em relação a criação de filmes de animação em 2D e outro em 3D.

Com este público alvo definido, consegui por intermédio de amigos três crianças dentro da faixa etária, sendo uma de 5, uma de 10 e uma de 12 anos.

As crianças já frequentam escolas e a de 5 está em processo de alfabetização.

Na *Tabela 5* é apresentada uma breve síntese das características dos participantes da vivência:

Tabela 5: Resumo das principais características do público participante.

Publico Alvo	Características
Gabriel (5 anos)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Série: Pré 2 2. Gosta de desenho animado <ul style="list-style-type: none"> • Ben 10, Bakoogan, Homem Aranha 3. Já assistiu filme de animação em 3D <ul style="list-style-type: none"> • Toy Story e Tá chovendo hambúrguer 4. Joga vídeo game <ul style="list-style-type: none"> • Wii jogos, Super Mário e Heroes da Marvel 5. Tem computador em casa <ul style="list-style-type: none"> • 7 horas por semana • jogos <i>online</i> 6. Alguém da família lê histórias para ele 7. Ainda não é alfabetizado (Não lê livros) 8. A professora lê histórias na escola 9. Tem a “hora da história” onde o aluno conta uma história em sala 10. Tem aula de artes na escola 11. Já viu animações por computador 12. Não tem ideia de como se faz uma animação 13. Adora contar histórias 14. Adora conversar com os amigos

Público Alvo	Características
	15. Frequenta o laboratório de informática com a própria professora ou com a professora do laboratório <ul style="list-style-type: none"> • jogos
Adora (10 anos)	1. Série: 5o. Ano 2. Gosta de desenho animado <ul style="list-style-type: none"> • Phineas e Ferb, Ben 10, Tom e Jerry 3. Já assistiu filmes de animação em 3D <ul style="list-style-type: none"> • A Era do Gelo 3, Tá Chovendo Hambúrguer 4. Joga vídeo game <ul style="list-style-type: none"> • <i>Wii Sport</i> e Super Mário 5. Tem computador em casa <ul style="list-style-type: none"> • 3 ½ horas por semana • <i>E-mail</i>, jogos (vestir bonecas) 6. Alguém na família lia livros para ela 7. Lê livros 8. A professora lê histórias na escola 9. Tem atividades em que o professor começa a ler uma história e os alunos continuam 10. Não tem aula de artes na escola 11. Já viu animações por computador 12. Não tem ideia de como se faz uma animação 13. Não gosta de contar histórias (prefere ler para si mesma) 14. Gosta de conversar com os amigos 15. Frequenta o laboratório de informática da escola <ul style="list-style-type: none"> • Assiste à vídeos ou algum jogo relacionado ao trabalho que tem que fazer depois ou que fez antes
Ana Carolina (12 anos)	1. Série 7o. Ano 2. Gosta de desenho animado <ul style="list-style-type: none"> • Padrinhos mágicos, Phineas e Ferb, Três espíãs demais 3. Já assistiu filme de animação em 3D <ul style="list-style-type: none"> • Shrek, Toy Story 4. Joga vídeo game <ul style="list-style-type: none"> • Sonic e Super Mário 5. Tem computador em casa <ul style="list-style-type: none"> • 20 horas por semana • MSN, Orkut, Youtube (Clips musicais) 6. Alguém da família lia histórias para ela 7. Lê livros 8. Os professores não leem histórias na escola 9. Tem atividades onde se pode produzir uma poesia, texto ou música 10. Não tem aula de artes na escola 11. Já viu animações por computador 12. Não tem ideia de como se faz uma animação 13. Adora contar histórias 14. Adora conversar com os amigos 15. Não tem laboratório de informática na escola

5.1.3 CRONOGRAMA

A vivência foi realizada no mesmo dia, mas dividida em dois momentos: no primeiro momento as três crianças participaram, tendo em vista a oportunidade de experimentar o ambiente tanto com as crianças da faixa etária dos 5 aos 10 anos, como crianças acima dos 10 anos.

Os participantes eram filhos de amigos e os dois mais novos foram acompanhados pelos pais.

Eles foram selecionados pela idade e tiveram o consentimento dos pais para participarem dos experimentos.

Como as crianças não eram íntimas a minha pessoa, também as acompanharam minha sobrinha de 17 anos, que conhecia bem as crianças.

A estratégia para execução e observação dos experimentos foi filmar todos os experimentos e realizar observações e anotações durante as atividades e depois através da avaliação do vídeo. Durante os experimentos pude contar com um funcionário do VISGRAF-IMPA para configuração do ambiente e assistência técnica dos equipamentos.

Como as crianças chegaram em momentos diferentes, o primeiro momento foi realizado como descrito abaixo:

1. A primeira criança a chegar foi Ana Carolina, 12 anos.
2. O sistema 2D foi apresentado a ela e foi solicitado que ela o experimentasse por aproximadamente uns 20 minutos.
3. Nestes 20 minutos aproximadamente, foi possível observar que ela obteve uma rápida apropriação do sistema. Durante sua interação com o sistema também foi possível observar alguns requisitos que poderiam ser adicionados ao sistema, como transformações no objeto, rotação, variação de escala e também movimentos como por exemplo se o personagem 2D tivesse um esqueleto e realizasse os movimentos de correr ou saltar. Na versão atual do Reactoon 2D, os personagens são engessados, e não apresentam nenhum tipo de movimento.
4. Em seguida, já com as outras duas crianças presentes, foi solicitado a Ana

Carolina que apresentasse o sistema 2D ao Gabriel, 5 anos.

5. Após uma apresentação breve e algumas intervenções em outros momentos, Gabriel já construía suas animações sozinho e em pouco tempo já conseguia enriquecer suas criações, adicionando mais personagens e objetos à cena.
6. Em seguida, Gabriel (5) convidou seu pai e logo depois sua mãe, em momentos diferentes, para que ele próprio apresentasse o sistema. Ele explicou seu funcionamento a partir da criação de uma animação e explicando passo a passo como interagir com o sistema.
7. Em seguida foi a vez da terceira e última integrante experimentar o sistema. Adora, 10 anos, ficou boa parte de seu tempo observando os outros interagirem com o sistema e sem grandes apresentações, a partir de suas observações, utilizou os recursos do sistema para criar várias animações.
8. Em alguns momentos, as crianças colaboravam entre si e em outros elas produziam sozinhas. O que foi possível observar nos momentos de colaboração face a face é que as crianças se mostraram mais animadas e comunicativas, definindo entre elas como seria a animação, quem seria qual personagem e o que cada um faria. Esta interação face a face mostrou que a criação em colaboração além de resultar em produções mais criativas e ricas em detalhes, também cria um ambiente mais descontraído e atrativo. Mesmo quando não havia acordo entre as partes elas resolviam o problema e continuavam a atividade, com o objetivo de finalizarem a animação.
9. Ao final do primeiro momento, recursos como gravar cenas e editar filmes já estavam sendo utilizados pelas crianças. Os participantes se mostraram bem confortáveis com a vivência e faziam perguntas sobre cada objeto tangível que estava sobre a mesa. Mesmo o público mais jovem, no caso o menino de 5 anos, se interessou em saber a função de cada objeto tangível presente.

O segundo momento tinha como objetivo observar as crianças interagindo com o sistema Reactoon 3D. Neste momento, somente as duas crianças maiores Adora (10 anos) e Ana Carolina (12 anos) participaram. Esta escolha se deu pela faixa etária definida para o sistema em questão.

1. O sistema foi apresentando a ambas as crianças simultaneamente.
2. Em seguida, elas começaram a interagir com o sistema, interrompendo em alguns momentos para tirarem uma dúvida ou questionarem algumas funções do sistema.
3. Como elas já haviam experimentado o sistema 2D, elas gostaram de encontrar neste ambiente 3D a possibilidade de realizar transformações como rotacionar e escalar objetos e personagens, bem como saber que os personagens possuíam animações pré-definidas, tirando o “engessamento” dos personagens encontrados no sistema 2D.
4. A dupla interagiu muito bem, e mesmo com as limitações relacionadas a interação de mais de um usuário com o sistema ao mesmo tempo, quase 90% do processo de criação foi feito através da colaboração de ambas, que se ajudavam na criação e na divisão de tarefas.
5. Elas gostaram da ideia de poder definir um caminho a ser percorrido por um personagem e ao mesmo tempo definir uma animação que permitiria a este personagem correr, andar ou pular durante o percurso, elas exploraram muito a criação dessas animações, experimentando as trocas de animações e novos caminhos a serem percorridos pelos personagens.
6. Também foi muito explorado pela dupla as transformações de variação de escala, um recurso que poderia ser substituído pela aproximação da câmera, mas que não foi muito trabalhado com elas.
7. Como era uma primeira apresentação, não fiz questão de que os usuários explorassem todos os recursos existentes no sistema, deixando livre suas escolhas em relação aos recursos a serem utilizados no processo de criação.
8. Ao final, elas conseguiram criar uma animação com dois personagens distintos, com animações pré-definidas distintas e caminhos diferentes a serem percorridos.
9. Também foi explorado por elas o controle da animação, que permite ao

usuário definir a duração e a velocidade da animação.

10. Como resultado final, elas puderam assistir a animação inteira criada por elas.

5.1.4 EVOLUÇÃO

Todos os três participantes, com idades de 5, 10 e 12 anos, se mostraram muito empolgados com a possibilidade de criar as animações e utilizaram o sistema por quase uma hora, sendo que em alguns momentos o uso era individual e em outros em grupo. Foi possível, durante este tempo, observar que a criação dos usuários ia ficando mais rica cada vez que eles iniciavam uma nova animação. Mesmo com poucos recursos (a biblioteca só possuía 4 objetos: cenário, jogador, goleiro e bola), os usuários criavam animações diferenciadas.

Uma evolução que pode ser citada em relação ao Gabriel (5) foi que em cada criação ele elaborava novos movimentos e adicionava novos personagens. Ele começou com um goleiro, uma bola e um jogador e terminou suas animações com dribles e vários jogadores em campo.

Já a Adora (10) explorou recursos pouco utilizados pelos outros integrantes, que foi a gravação de cena em disco e a edição do filme. Isto mostrou que ela conseguiu uma evolução no uso do sistema e na exploração de outros recursos principalmente a partir da observação de outros usuários interagindo com o sistema e no pouco tempo que também ficou interagindo com o sistema.

No ambiente 3D, os usuários exploraram muito a animação dos personagens, a mudança de plano, o traçar caminho, mudar velocidade e tempo da animação, mas não se interessaram ou não desejaram utilizar os recursos de câmera. Isto pode ter acontecido devido à falta de conhecimento necessário para a manipulação de câmera e para a percepção do quanto ela pode ser importante neste tipo de ambiente. O que pode mostrar que a câmera, se não apresentada ao usuário, destacando suas potencialidades e possibilidades, pode ser um recurso pouco explorado.

O uso da câmera, até mesmo para profissionais, exige um estudo e amadurecimento de suas potencialidades na hora da produção de uma animação e foi considerada um recurso importante a ser disponibilizado no sistema 3D, não só pelas potencialidades de se uso, como também por ser tratar de um ambiente 3D que em alguns momentos exige a mudança de ponto de vista do usuário.

O recurso de câmera é considerado um recurso complexo, que exige do usuário certo domínio não só do mundo 3D como também da produção de um filme de animação. Entretanto, como era o primeiro momento dos usuários com o sistema, não quis insistir em seu uso e não apresentei novamente este recurso.

Entretanto, seguindo a ideia do sistema 2D, a evolução no controle da animação já mostra que novos recursos foram facilmente assimilados pelos usuários e foram explorados em suas criações em um curto tempo de uso. Isto mostra a possibilidade de estimular a evolução no processo de criação com a adição de mais recursos nos dois sistemas.

5.1.5 ADAPTAÇÃO

Uma observação importante durante a vivência foi a organização dada por cada participante ao ambiente de autoria. Como o ambiente consistia da mesa e de alguns objetos tangíveis dispostos sobre ela, cada usuário, a partir de algum momento, organizou os objetos de sua maneira, como lhe era mais conveniente e lógico, personalizando o seu ambiente de acordo com as suas necessidades e preferências.

Gabriel (5) e Adora (10) preferiram dispor todos os objetos na margem inferior da mesa logo à sua frente. Esta organização pode ter sido escolhida porque os objetos que ficavam localizados na outra margem da mesa eram de difícil alcance para os menores, o que mostra que a interface permite este tipo de adaptação ao usuário, atendendo às necessidades e preferências de cada um.

No ambiente 3D, o objeto câmera não foi utilizado em nenhum momento,

mesmo estando disponível sobre a mesa. O que mostra que, oferecer recursos além das possibilidades de seu público pode ser desnecessário e confundir tanto o usuário quanto poluir o ambiente. Neste momento, mostra-se importante a possibilidade de adaptar o ambiente ao público, uma vez que, dependendo de qual é o seu público, alguns dos recursos se mostrarão desnecessários, o que justifica não estarem presentes no ambiente.

No caso dos dois sistemas aqui apresentados esta adaptação é feita de forma prática e rápida, uma vez que basta ao professor escolher quais recursos serão disponibilizados selecionando os objetos físicos que representam esses recursos que ficarão à disposição dos alunos.

Talvez em um primeiro momento, o professor não queira disponibilizar todos os recursos e ter que explicá-los uma a um, sem que antes o aluno tenha uma breve introdução ao ambiente e o conheça de forma mais simples. Recursos como a câmera podem ser disponibilizados depois que os alunos já estiverem mais familiarizados com o ambiente e apresentarem uma evolução em sua produção de forma que recursos adicionais possam lhe trazer novas possibilidades.

5.1.6 NOVOS RECURSOS

A facilidade com que Gabriel de 5 anos, mostrou ao utilizar o sistema mostra que é possível e necessária a adição de mais recursos que enriqueçam ainda mais o sistema e ofereçam mais possibilidades de criação.

Para os menores, só o fato de criar o deslocamento do personagem já era muito interessante e eles já se encantavam com isso. Entretanto, conforme o público ia se acostumando com o sistema, mais recursos eram requisitados. Adora (10) e Ana Carolina (12) sentiram a falta de realizar transformações nos objetos (rotação e variação de escala) e também de dar movimento aos personagens. Eles acharam os personagens muito “engessados”.

5.1.7 TRANSIÇÃO

A transição do ambiente físico, da brincadeira com bonecos e outros brinquedos, a chamada caixa de brinquedos, para um sistema com uma interface tangível que permite ao usuário manipular objetos físicos e interagir com informações digitais foi rápida. O usuário mais novo, Gabriel (5) não demonstrou nenhum problema em entender que ao colocar um boneco físico na superfície da mesa e o mesmo aparecer projetado nela, criou possibilidades de manipular este boneco, agora digital, e interagir com ele, como ele interage no mundo físico com seus brinquedos. Ele imediatamente percebeu que poderia com as mãos manipular o boneco digital, e não foi diferente com os outros usuários.

Após a interação com o sistema 2D, os usuários transitaram para o sistema 3D de uma forma suave, uma vez que eles já estavam familiarizados com a mesa e com alguns modos de interação do ambiente 2D que se repetiram no ambiente 3D. Uma maior necessidade de interação através da interface multi-toque não se mostrou um problema para os usuários que conseguiram interagir com o sistema apenas com uma breve explicação sobre os modos de interação no ambiente 3D.

Eles gostaram de encontrar no sistema 3D recursos que eles sentiram falta no sistema 2D como, por exemplo, a possibilidade de aplicar transformações ao objeto (rotação, variação de escala e translação). Estas transformações não foram desenvolvidas neste primeiro protótipo do sistema 2D, mas serão adicionadas em uma nova versão.

Foi interessante observar, que mesmo em um primeiro contato com o sistema de autoria 2D e sua interface os usuários realizaram gestos muito semelhantes aos utilizados na implementação das transformações possíveis de serem aplicadas no sistema 3D e que serão implementados em uma próxima versão do sistema 2D. O que facilitou a aplicação de transformações no ambiente 3D, uma vez que o usuário intuitivamente já conhecia alguns gestos para escalar ou transladar um objeto.

Outra questão destacada por eles foi em relação aos personagens, que agora tinham articulações e podiam ganhar movimentos, tornando a animação mais real.

5.1.8 GESTOS

No sistema 2D os gestos limitavam-se a arrastar os objetos e personagens sobre a superfície da mesa, criando uma animação a ser realizada por eles.

Já no sistema 3D, os gestos já foram mais explorados e recursos como transformações, que utilizam gestos, foram disponibilizados de duas maneiras: livre ou controlada. Na primeira, o usuário pode, a partir de gestos diferentes, realizar qualquer uma das transformações no objeto ao mesmo tempo. Na segunda opção, a controlada, o usuário que tiver dificuldades de manipular as transformações simultaneamente, pode optar por aplicar uma transformação de cada vez, bloqueando as outras. Esta opção mostrou-se muito importante para esses usuários, pois, se tratando de usuários iniciantes, não conseguiam controlar facilmente as transformações livres.

Mesmo tendo a possibilidade de criar um cenário, os usuários ficaram mais interessados nos personagens. Eles gostaram muito de poder escolher uma animação a ser aplicada ao personagem. Disseram que “isso permitia criar uma animação mais realista”. E citaram este ponto como negativo no sistema 2D.

Entretanto, esta questão de não se preocuparem em montar um cenário pode ter sido consequência da experiência com o ambiente 2D, que já trazia um cenário praticamente pronto. O que os levou a se preocuparem só com os personagens, já que o sistema já oferecia inicialmente um ambiente para eles.

Os gestos mostraram-se essenciais no ambiente 3D que oferecia mais recursos e com isso exigiu diferentes formas de interação com o ambiente.

Estes mesmos recursos, como as transformações, se adicionados ao sistema 2D, também deverão seguir os mesmos gestos, mas deverão ser apresentados aos usuários com mais calma e esperar que eles se apropriem da interação através de gestos.

5.1.9 COLABORAÇÃO

Mesmo com a colaboração limitada por alguns controles de ambiente como, por exemplo: só pode animar um personagem por vez; ou só pode selecionar um objeto do menu por vez, a vivência ocorreu em sua grande maioria com participação de todos os envolvidos. Em trabalhos como o de Inkpen et al. (1999) e Scott, Mandryk e Inkpen (2003), eles afirmam que quando as crianças trabalham juntas em pequenos grupos, a atividade fica mais divertida, as crianças se engajam mais e se sentem mais motivadas.

Cada um decidiu por um personagem e o animou, entretanto, durante esta tarefa, um ajudou ao outro no momento de aplicar transformações, definir planos de edição e resolver alguns problemas durante a vivência.

Como resultado final dos experimentos, todos conseguiram criar suas animações e ficaram muito satisfeitos com suas criações. Eles não achavam que poderiam produzir algo deste tipo.

Ao serem questionados se gostariam de ter um ambiente deste na escola, todos deram uma resposta positiva e disseram que gostariam tê-lo em casa.

Durante a vivência, foi citado aos participantes que o ambiente de autoria tinha como objetivo estimular a atividade de contar histórias por meio de animações, mas não foi solicitado aos participantes que contassem uma história. O objetivo da vivência foi basicamente fazer observações sobre a interface e a aceitação do sistema pelo público alvo escolhido.

5.2 CONCLUSÕES

A implementação e os vivência permitiram uma análise da atual proposta e forneceu subsídios para a elaboração de uma nova proposta a partir de problemas encontrados durante os testes e os requisitos sugeridos pelos usuários em suas experiências com os ambientes.

O ambiente mostrou que é possível oferecer sistemas de autoria com interfaces naturais com recursos multimídia para usuários não experientes de maneira que eles se sintam confortáveis em explorar e produzir conteúdos sem se preocuparem com interfaces poluídas e o domínio de dispositivos de entrada que exijam um certo controle em sua manipulação.

Durante a minha participação durante a vivência das crianças com o ambiente foi possível perceber que um aprendizado através da exploração e observação pode favorecer a usuários não experientes em suas produções.

Os requisitos sugeridos pelos usuários mostram que o sistema precisa oferecer mais recursos de acordo com a evolução do usuário no seu processo de criação e que o público, dentro da sua faixa etária, deve ter respeitada suas diferenças e potencialidades, a partir de sistemas que atendam desde os iniciantes até os usuários mais experientes, que já dominam o básico e buscam por novos recursos que possam ser utilizados em suas produções.

6 CONCLUSÃO

As interfaces naturais podem ser consideradas como toda e qualquer tecnologia que permita ao usuário interagir de forma mais intuitiva e direta com a informação digital. Seu potencial está em permitir mesmo aos usuários menos experientes possibilidades de interação com sistemas e informações por intermédio da manipulação de objetos físicos com recursos computacionais que respondem à ação do usuário ou à manipulação direta da informação. O estudo de interfaces naturais para ferramentas de autoria para criação de filmes de animação voltadas para usuários inexperientes se mostrou satisfatório. Com uma ferramenta que permita uma fácil apropriação e também permita atingir resultados mais rapidamente, podemos estimular a produção de conteúdo e não só o consumo e permitir que esta produção ocorra da forma mais natural possível com o objetivo de atrair novos usuários a experimentar e produzir conteúdo a partir de interações com sistemas de autoria com interfaces naturais. Sendo assim, esses sistemas de autoria com interfaces naturais voltados para usuários não experientes podem contribuir no estímulo a novos produtores de conteúdo, uma vez que não são exigidos grandes treinamentos e conhecimentos da interface para começar a produzir algum conteúdo.

Um usuário não-experiente pode ser desestimulado a produzir algum conteúdo digital dependendo do sistema e da interface que lhe é disponibilizado. Um sistema com uma riqueza de recursos, mas com uma interface pobre ou voltada para profissionais da área em questão, não é adequado a esses usuários. Já uma interface que permita atividades de tentativa e erro e exploração e, ao mesmo tempo, passe despercebida pelo usuário, permite que este mantenha o foco na atividade a ser realizada, o que pode estimular a produção e atrair novos usuários que, conseqüentemente, produzirão mais conteúdos.

Um ambiente de autoria para produção de filmes de animação, pode estimular usuários não experientes a experimentarem este tipo de ambiente e produzir conteúdos que poderão ser construídos a partir de sua história de vida pessoal, sua

visão de mundo, seu entendimento sobre um assunto em questão discutido em sala e permitir a este usuário se comunicar de uma forma diferente e ao mesmo tempo bem conhecida por eles, que é o mundo dos desenhos animados e das produções em 3D.

Os estudos nesta área de autoria com interfaces naturais ainda têm muito o que avançar, entretanto, podemos concluir que com as tecnologias hoje disponíveis podemos investir em pesquisas para buscar soluções que explorem este tipo de interface, focando principalmente em facilitar a introdução de novos usuários ao mundo digital explorando suas habilidades com o mundo físico. Com isto, conseguimos uma introdução suave e agradável ao mundo tecnológico e suas possibilidades e podemos oferecer sistemas de autoria voltados à este público específico, fugindo no comum que é adotar sistemas de autoria já existentes que atendem aos usuários experientes e profissionais.

As interfaces naturais apresentam desafios ao desenvolvedor principalmente no momento de definir modos de interações com o sistema, entretanto já existem estudos sobre gestos e interações tangíveis que podem auxiliar no momento de definição desses modos de interações.

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha pelo desenvolvimento de um sistema de autoria para filmes de animação 2D, voltada para um público entre 5 a 10 anos, busca dar voz às crianças. Por meio de uma interface natural e intuitiva que permita à criança contar suas histórias e se expressar a partir de um formato bem conhecido por elas, o desenho animado. Estas histórias podem oferecer ao professor uma oportunidade de conhecer melhor seus alunos e seus conceitos sobre o mundo a partir das suas produções.

O fato de o sistema não exigir do usuário conhecimentos prévios sobre seu uso e interação permite uma apropriação rápida do processo de criação sem que seja necessário gastar tempo conhecendo o sistema antes de conseguir produzir

algum conteúdo.

As crianças, principalmente nesta faixa etária, costumam contar suas histórias por meio de desenhos no papel, e muitas vezes esses desenhos são acompanhados de uma história contada pela própria criança, que tenta explicar o que ela deseja passar com aquele desenho. Entretanto, além de os desenhos limitarem as possibilidades de comunicação e expressão dessas crianças, as histórias contadas por elas deixam de existir logo que elas acabam de contar. Poder ilustrar, dar vida a sua história e contá-la sem que depois ela se perca, permite à criança ouvir a história novamente e também mostrá-la para outras pessoas. Neste momento, os espectadores, como também a própria criança autora da história podem fazer o papel de crítico, permitindo um desenvolvimento intelectual e criativo em outro momento, ao contar a mesma ou outra história.

Produzir animações 3D é uma atividade bem complexa. Ao propor o Reactoon 3D, a ideia era atingir um público mais maduro, através das mídias que eles costumam consumir mais, os jogos eletrônicos, por exemplo, e avaliar a possibilidade de adicionar complexidade a um ambiente de autoria com uma interface natural e interações simples. Com esse estudo, buscamos descobrir o quão complexo pode chegar uma aplicação com as limitações encontradas neste tipo de interface e também explorar novas possibilidades de interação para este público mais maduro.

No sistema para produção de animação 2D, os poucos recursos oferecidos puderam ser bem trabalhados, uma vez que usamos como embasamento as interações já realizadas pelas crianças no mundo físico e que poderiam facilmente ser transportadas para o mundo virtual.

Em um sistema 3D mais elaborado, com mais recursos a serem disponibilizados, foi possível estudar novas formas de interação para as ações necessárias ao usuário para que ele conseguisse interagir com a interface e realizar as tarefas. Neste sistema foi possível explorar mais os gestos e a superfície multi-toque, trazendo contribuições ao comprovar que é possível oferecer um sistema com recursos mais complexos e que, ao mesmo tempo, mantém uma interface o mais natural possível com o usuário.

6.2 CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho traz contribuições através de uma pesquisa exploratória de novas formas de autoria, disponibilizando dois sistemas com modos de interações diversificados que diferenciam muito do modelo padrão onde as interações acontecem principalmente a partir de dispositivos como o teclado e o mouse.

Com uma interface mista, que oferece tanto objetos tangíveis como uma superfície multi-toque, o *Reactoon 2D* oferece recursos de interação bastante intuitivos para o contexto infantil. Utilizando a metáfora da caixa de brinquedo e do contar histórias com seus próprios brinquedos, a criança pode criar uma história com recursos de som, imagem e movimento com interações simples, como escolher um cenário e preenchê-lo com seus brinquedos. Todo o processo de produção é realizado a partir de gestos simples, utilizando uma interface tangível que é composta pelos brinquedos, que são os cenários, objetos e personagens, e uma interface multi-toque, onde a criança pode manipular seus brinquedos no mundo digital, onde neste momento fazemos uma introdução da criança ao mundo digital de forma suave, utilizando uma ponte entre o objeto físico e o digital que ela poderá manipular com as próprias mãos na superfície da mesa.

O sistema *Reactoon 3D* traz contribuições ao possibilitar aos usuários a manipulação e criação de mundos 3D que normalmente só são possíveis por meio de *software* complexos e profissionais ou por jogos eletrônicos. Como a interface busca facilitar as interações com o sistema, a possibilidade de a criança produzir seu próprio conteúdo em 3D pode estimular esse público consumidor a produzir conteúdos que eles próprios gostariam de compartilhar com seus amigos e familiares. Trata-se de um meio de expressão e comunicação muito próximo do cotidiano desses jovens.

Os protótipos se constituem em contribuições tecnológicas resultantes desta pesquisa e poderão servir como ponto de partida para outras implementações e investigações experimentais que envolvam o desenvolvimento de sistemas de autoria para o público em foco.

Este projeto de pesquisa também pode servir como base para o desenvolvimento de sistemas para mesas interativas, que com interações simples por meio de interfaces tangíveis e multi-toque, disponibilizem ambientes ricos em estímulos, possibilidades e recursos aos usuários não-experientes, fugindo do tradicional modelo “desktop” , com suas janelas, menus e ícones.

Além das contribuições tecnológicas (protótipos com grande viabilidade de se tornarem produtos), existem as contribuições científicas como: o levantamento dos trabalhos existentes na área, que podem servir de embasamento para a produção de novas pesquisas e novos sistemas com interfaces naturais e os resultados dos experimentos iniciais, que servem de guia para a elaboração dos próximos experimentos, agora com um grupo maior de usuários e a aprovação pelo conselho de ética.

Também posso citar a publicação de dois artigos em congressos internacionais: “Reactoon: Storytelling in a tangible environment” publicado nos anais do 3rd IEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning [Alves et al, 2010a] e “Um ambiente tangível para animações 2D” publicado nos anais do Séptimo Simpósium Iberoamericano em Educación, Cibernética e Informática: SIECI 2010 [Alves et al, 2010b].

Essas contribuições têm o objetivo de estimular novas pesquisas na área e chamar a atenção para as interfaces naturais que tenham como público alvo usuários inexperiente, buscando oferecer a este público algo mais do que uma simples interação com a informação, mas também a possibilidade de autoria de informações, mudando a ideia de consumidor para produtor, capazes de não só consumir a informação como também produzi-la.

6.3 TRABALHOS FUTUROS

Após o desenvolvimento dos protótipos e alguns testes informais realizados pela própria pesquisadora e por alguns alunos de pós-graduação do IMPA em discussões junto ao grupo de pesquisa do VISGRAF, foi possível comprovar a

viabilidade de uma interface natural para produção de filmes de animação 2D. Pretendemos dar continuidade ao projeto realizando estudos mais aprofundados sobre a produção de animações em 2D, implementando novos requisitos e construindo uma biblioteca própria para o sistema.

Com o sistema de autoria para filmes de animação em 3D também foram realizados alguns testes informais em laboratório que permitiram avaliar a sua viabilidade como sistema de autoria com interface natural para manipulação de ambientes 3D. Entretanto, um estudo mais aprofundado sobre a produção de animações 3D e os possíveis recursos a serem disponibilizados ao usuário de forma a não tornar o ambiente complexo, torna-se necessário para dar continuidade ao seu desenvolvimento. Os estudos para este sistema tiveram grande parte de seu tempo dedicado às formas de interação com a interface, como a elaboração e definição dos gestos para a interação com o sistema, os modos de acesso aos recursos gráficos, bem como as interfaces gráficas necessárias para a expansão das possibilidades de interação com o sistema.

Este trabalho pode servir de embasamento para a produção de outros sistemas educacionais que busquem utilizar multimídia e interfaces naturais para produção de conteúdos voltados ao ensino e aprendizado. O ambiente proposto não atende nenhuma disciplina particularmente, mas pode servir como recursos em qualquer disciplina que busque trabalhar com seus alunos algum tema específico ou até mesmo em atividades livres em que o objetivo do professor seja conhecer seus alunos e criar um ambiente agradável que favoreça a socialização e ao mesmo tempo permita aos seus alunos trabalharem questões como enredo, tomada de decisões, definição de papéis dentro de um grupo, entre outras questões envolvidas na produção de uma história colaborativa.

Não só em escolas, como atividade dirigida e mediadas, mas também em espaços sociais como museus e centros culturais, este ambiente pode aproximar a comunidade e favorecer a comunicação e o registro de suas histórias. Trata-se de um ambiente que busca estimular a criatividade e a comunicação e expressão entre as pessoas. Por oferecer como recurso uma mídia como a animação, pode ser aceito mais facilmente por crianças, adolescentes e adultos em geral, visto que se

trata de uma mídia conhecida por toda a sociedade.

Esperamos transformar esses protótipos em um produto completo, pronto para nossos usuários.

Como trabalhos futuros também fica a realização de novos testes com usuários, seguindo as vias legais que são a seleção do grupo, a autorização dos responsáveis e a aprovação pelo conselho de ética para realização de testes em ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C., BLIKSTEIN, P., LOPES, R. D. (2005). **Robótica na periferia? Uso de tecnologias digitais na rede pública de São Paulo como ferramentas de expressão e inclusão.** In XXV SBC: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, São Leopoldo, 2005.
- ALVES, A., LOPES, R., MATOS, P., VELHO, L. & SILVA, D. (2010). **Reactoon: Storytelling in a Tangible Environment.** In digitel, pp.161-165, Third IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 2010a.
- ALVES, A., MATOS, P., VELHO, L., LOPES, R. (2010). **Um ambiente tangível para criação de animações 2D.** In Anais do SIECI - 7 Simposio Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática, 2010b.
- ALVES, A. C., PEREIRA, A. R., LOPES, R. D., FICHEMAN, I. K. (2004). **Projetos de Ciências e Engenharia na Educação Básica estímulo por meio de feiras de ciências.** In XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação -SBIE, Manaus, 2004.
- ANANNY, M., & CASSELL, J. (2001). **Telling tales: A new toy for encouraging written literacy through oral storytelling.** Society for Research in Child Development, Minneapolis, 2001.
- ANTLE, A.N. (2007). **The CTI framework: informing the design of tangible systems for children.** In Proceedings of the 1st international conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI), p.195-202, 2007.
- BALBO, S., COUTAZ, J., and SALBER, D. (1993). **Towards Automatic Evaluation of Multimodal User Interfaces.** In Conference on Intelligent User Interfaces, 1993.
- BARNES, C. et al. (2008). **Video Puppetry: A Performative Interface for Cutout Animation.** In *ACM Transactions on Graphics (Proceedings SIGGRAPH Asia)*, 27(5), 2008.

- BAU, O. & MACKAY, W.E. (2008). **OctoPocus: a dynamic guide for learning gesture-based command sets**. In Proceedings of ACM UIST 2008. p. 37-46, 2008.
- BEN-TOV, E., DEKEL, A., ROSCHAK, J. e YAVNE, G. (2007). **The Spelling Bee. An augmented physical block system that knows how to spell**. Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology ACE '07, Salzburg, Áustria. 212-215, 2007.
- BLAKE, J. (2010). **NUIs reuse existing skill (update NUI definition)**. In Deconstructing the NUI, 2010. <<http://nui.joshland.org/2010/04/nuis-reuse-existing-skills.html>>
- BOLAS, M., DRUIN, A., REVELLE, G. & ZUCKERMAN, O. (2005). **Tangible User Interfaces for Children**. CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems, Portland, p. 2051-2052, 2005.
- BONANNI, L., LIEBERMANN, J., VAUCELLE, C. & ZUCKERMAN, O. (2006). **PlayPals: Tangible interfaces for remote communication and play**. CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems, Montreal, p. 574-579, 2006.
- BYRNE, M. (1999). **The art of layout and storyboarding**. Marck Byrne, 1999.
- CAGLIARI, L. C. **A origem do alfabeto**. Disponível em: <<http://www.dalete.com.br/saber/origem.pdf>>. Acesso em: 10/10/2008.
- CAO et al. (2010). **Telling the whole story: Anticipation, inspiration and reputation in a field deployment of TellTable**. Proceedings of CSCW 2010, ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, p. 251-260, 2010.
- CARROLL, J. L. (2002). **Human-Computer Interaction in the New Millennium**. Addison Wesley, 2002.
- CAVALLO, D., BLIKSTEIN, P., SIPITAKIAT, A., BASU, A., ALVES, A. C., LOPES, R. D., CAVALLO, A. **The City that We Want: Generative Themes, Constructionist Technologies and School/Social Change**. In Proceedings of the IEEE

International Conference on Advanced Learning Technologies, Joensuu, p. 1034-1038, 2004.

CHENZIRA, A., CHEN, Y. & MAZALEK, A. (2008). **RENATI: Recontextualizing Narratives for Tangible Interfaces**. In Proceedings of the 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI'08), ACM, New York, p. 147-148, 2008.

CHEOK, A. D., LI, Y., PAN, J. & ZHOU, Z. (2004). **Magic Story Cube: an interactive tangible interface for storytelling**. Proceedings of the 2004 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology ACE '04, Singapura, p. 364-365, 2004.

COUTAZ, J., NIGAY, L., & SALBER, D.(1995). **Multimodality from the user and systems perspectives**. In Proceedings of the ERCIM-95 Workshop on Multimedia Multimodal User Interfaces, 1995.

COROS, S. et al. (2008). **Synthesis of Constrained Walking Skills**. In ACM Transactions on Graphics, 27(5), p. 113:1-113:9, 2008.

DECORET, X. et al. (1999). **Multi-layered impostors for accelerated rendering**. In: Computer Graphics Forum, Volume 18, Number 3, p. 61-73(13), 1999.

DORSEY, J. et al. (2007). **The Mental Canas: A Tool for Conceptual Architecture Design and Analysis**. In *Proceedings of Pacific Graphics. October, 2007*.

DRUIN, A. (1999). **The Design of Children's Technology**. Morgan Kaufmann Publishers, 1999.

EDUCAREDE (2006). **Caderno de Orientações Didáticas – Ler e Escrever – Tecnologias na Educação**. Educarede, 2006.

EDUCAUSE (2008). **Things You Should Know About Multi-Touch Interfaces**, 2008. Disponível em <<http://www.educause.edu/eli>>. Acesso em 07/01/2009.

ELARRAT, R. (2009). **Sobre roteiros de cinema e vídeo**. In Oficinas Claro Curtas.

Disponível

em

<http://www.curtaemcircuito.com.br/IMG/pdf/Argumento_e_Roteiro_-_por_Roger_Elarrat.pdf>. Acesso em 12/03/2010.

ESPOSITO, C. (1995). **Of Mice and Monkeys: A Specialized Input Device for Virtual Body Animation**. In Proceedings of Symposium on Interactive 3D Graphics, p. 109-213, 1995.

FAN, Z. et al. (2004). **A Sketch-Based Interface for Collaborative Design**. In: Proceedings of the EUROGRAPHICS Workshop on Sketch-Based Interfaces and Modeling. Grenoble, p. 143-151, 2004.

FEILITZEN, C. V. (2002). **Educação para a mídia, participação infantil e democracia**. CARLSSON, U. e FEILITZEN, C.V. (Org.) *A criança e a mídia: imagem, educação, participação*. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2002.

FOLEY, J.D. et al. (1996). **Computer Graphics: Principles and Practice**. 2ed. Addison Wesley. 1996.

FRANCO, J., FICHEMAN, I. K., ALVES, A. C., VENÂNCIO, V., LOPES, R. D., CRUZ, S. R. R., SANTIAGO, M. (2007a). **Desenvolvendo uma Experiência Educacional Interativa Usando Recursos de Visualização de Informação e de Computação Móvel como Estímulo à Construção Colaborativa e Continuada de Conhecimento**. IN RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação, v.5, p.1 - 11, 2007a.

FRANCO, J., CRUZ, S.R. R., AQUINO, E. M. M., TELES, E., SANTIAGO, M., FICHEMAN, I. K., ALVES, A. C., LOPES, R. D (2007b). **Developing Interactive Educational Environments to Stimulate Lifelong Learning**. In Proceedings of the IADIS international conference. , p. 28-35, 2007b.

FITZMAURICE, G. W., ISHII, H. and BUXTON, W. (1995). **“Bricks: Laying the foundations for graspable user interfaces”**. In Proceedings of CHI95, pp. 442–449, NY: ACM, 1995.

Genius Babies. Music Blocks – Neurosmith. Disponível em <<http://www.geniusbabies.com/mozmusblooby.html>>. Acesso em 17/12/2007.

- GOMES, M. A. F. (2006). **Narrativa em ambiente Informatizado: Análise de Atividade Proposta no CD-ROM "Recontando Histórias"**. Dissertação apresentada ao curso de mestrado do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de mestre em tecnologia. Belo Horizonte, 2006. 168 p.
- HACKOS, J. & REDISH, J. (1998). ***User and Task Analysis for Interface Design***. John Wiley & Sons, 1998.
- HILL, J. R., REEVES, T. C. & HEIDEMEIER, H. (2000). **Ubiquitous computing for teaching, learning and communicating: Trends, issues and recommendations**. White paper. Department of Instructional Technology, The University of Georgia, 2000.
- HODGINS, J. & O'BRIEN, J. (2000). **"Computer animation"**. In Encyclopedia of Computer Science, p. 301-304, 2000.
- HODGINS. J. K., O'BRIEN, J. F & BODENHEIMER, R.E. (1999). **Computer Animation**. In the Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, John G. Webster, 1999.
- HORNERCKER, E. & BURR, J. (2006). **Getting a grip on tangible interaction**. In Proceedings CHI 2006, ACM Press, p. 437- 446, 2006.
- HOVEN, E.V.D. et al. (2007). **Design Research & Tangible Interaction**. In Proceedings of TEI'07, ACM Press, p. 109-115, 2007.
- INKPEN, K. M. et al. (1999). **This is fun! We're all best friends and we're all playing: supporting children's synchronous collaboration**. In Proceedings of the Conference on Computer Support For Collaborative Learning, ACM Press, 1999, pp. 252-259.
- ISHII, H. and ULMER, B. (1997). **Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms**. In Proc. of CHI'97, pp. 234–241, .ACM Press, 1997.
- JOHNSON. M.P. et al. (1999). **Sympathetic Interfaces: Using a Plush Toy to Direct Synthetic Characters**. In *Proceedings of Human factors in computing*

systems (CHI) 99, p. 152- 158, 1999.

KALTENBRUNNER, M., BENCINA, R. (2007). **reactIVision: A computer-vision framework for table-based tangible interaction.** In Proceedings of TEI'07, pp. 69-74, 2007.

KASIM, V. M. & SILVA, O. M. R. (2008). **Software de Autoria Apoiano a Aprendizagem.** In *Anais do VIII Congresso Nacional de Educação - EDUCERE: formação de professores: edição internacional, 2008.*

KHANDKAR, S. H. and MAUER, Frank. (2010). **A Language to Define MultiTouch Interactions.** In Proceeding [*ITS '10*](#) ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, New York, p. 269-270, 2010

KLEIMAN, G. M. (2000). **Myths and realities about technology in K–12 schools.** In Gordon, D. T., editor, *The Digital Classroom: How Technology Is Changing The Way We Teach and Learn*, Harvard Education Letter, Cambridge, p.103–116, 2000.

KRITZENBERGER, H., WINKLER, T., HERCZEG, M. (2002). **Collaborative and Constructive Learning of Elementary School Children in Experimental Learning Spaces along the Virtuality Continuum.** *Mensch & Computer 2002*, 2002, pp.115-124.

KURTENBACH, G. & BUXTON, W. (1991). **Issues in combining marking and direct manipulation techniques.** In Proceedings of ACM UIST 1991. p. 137-144, 1991.

LAMBERT, J. (2010). **Digital storytelling cookbook.** Berkeley, CA: Digital Diner Press, 2010.

LAUREL, B. (1990). **The art of human-computer interface design.** New York: Addison Wesley, 1990.

LEE, S. K., BUXTON, W., and SMITH K.C. (1985). **A Multi-Touch Three Dimensional Touch-Sensitive Table.** Proceedings of CHI '85, ACM/SIGCHI, NY, pp. 21–25, 1985.

- LEITE M.I.F.P. (1996). **Crianças do campo - os mudos da história?** Estudos Sociedade e Agricultura, 1996.
- MAESTRI, G. (2006). **Digital Character Animation 3**. New Riders, pp. 325.
- MARTEGANI, P. & MONTENEGRO, R. (2000). **Digital Design**. Basel, Birkhaeuser, 2000.
- MARX, C. (2007). **Writing for Animation, Comics, and Games**. Focal Press, 2007.
- MAZALEK, A. et al. (2009). **Architales: physical/digital codesign of an interactive story table**. In Proceedings TEI 2009, ACM, p. 139-146, 2009.
- MAYHEW, D. J. (1992). **Principles and guidelines in software user interface design**. Prentice Hall: Englewood Cliffs, 1992.
- METOYER, R. , XU, L. & SRINIVASAN, M. (2003). **A Tangible Interface for High-Level Direction of Multiple Animated Characters**. In Proceedings of Graphics Interface, p. 167-176, 2003.
- MOK OH, B. et al. (2001). **Image-Based Modeling and Photo Editing**. In: ACM SIGGRAPH 2001.
- MONSON-HAEFEL, R. (2010). **Proposed Definition of Natural User Interface (NUI)**. In The Clever Monkey: Discussing the business of mobile computing, 2010. <<http://theclevermonkey.blogspot.com/>>
- MORAN, J. M. (2007). **As mídias na educação**. Desafios na Comunicação Pessoal. 3ª Ed. São Paulo: Paulinas, 2007, p. 162-166.
- NEDEL, L. P. (2000). **Animação por Computador: Evolução e Tendências**. Disponível em: <inf.ufrgs.br/cg/publications/nedel/eri2000-texto.pdf>. Acesso em 31 de março de 2008.
- NUI group (2009). **Introduction to Hardware** In *Multitouch Technologies*. NUI

Group Authors. V. 01. <http://nuicode.com/attachments/.../Multi-Touch_Technologies_v1.01.pdf, 2009.

O'MALLEY, C. & FRASER, D.S. (2004). **Literature review in learning with tangible technologies**. Technical Report 12, NESTA Futurelab, 2004.

OORE, S., TERZOPOULOS, D. & HINTON, G. (2002). **A Desktop Input Device and Interface for Interactive 3D Character Animation**. *Proceedings of Graphics Interface 2002*, p.133-140, 2002.

OSHITA, M. (2004). **Pen-to-mime: A Pen-Based Interface for Interactive Control of A Human Figure**. In *Eurographics Workshop on Sketch-Based Interfaces and Modeling 2004*, p. 43-52, Grenoble, França, 2004.

PALHARES, M. M., SILVA, R. I., ROSA, R. (2002). **A novas Tecnologias da Informação numa Sociedade em Transição**. Uberaba, 6 f. Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação, Universidade de Uberaba (UNIUBE), 2002.

PARENT, R. (2002). **Computer Animation: Algorithms and Techniques**. San Francisco: Morgan Kaufman, 2002.

PERLIN, K. & GOLDBERG, A. (1996). **Improv: A System for Scripting Interactive Actors in Virtual Worlds**. *Proceedings of SIGGRAPH 96, In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM SIGGRAPH, New York*, p. 205-216, 1996.

PREECE, J. (1994). **Human-Computer Interaction**. Addison Wesley, 1994.

PREECE, J, ROGERS, Y. e SHARP, H. (2005). **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRENSKY, M. (2001). **"Digital natives, digital immigrants"**. In *On The Horizon*, vol. 9, no. 5, p. 1-6, 2001a.

PRENSKY, M. (2001b). **Digital natives, digital immigrants, part II. Do they really think**

differently? On the Horizon, 9, 6, 1–6.

PRESSMAN, R.S. (2006). **Engenharia de software**. 6.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

PRICE, S. et al. (2003). **Using "tangibles" to promote novel forms of playful learning**. In *Interacting with Computers* 15, p.169-185, 2003.

RAFFLE, H., VAUCELLE, C., WANG, R. & ISHII, H. (2007). **Jabberstamp: Embedding sound and voice in traditional drawings**. IDC 2007, Aalborg, Denmark. 364-365, 2007.

RAMAN, T. (1997). **Auditory User Interfaces : Toward the Speaking Computer**. Kluwer Academic Publishers, 1997.

OBRENOVIĆ, Ž., STARČEVIĆ, D., DEVEDŽIĆ, V. (2003). **Using ontologies in design of multimodal user interfaces**. u: Rauterberg M., M.Menozzi, i J.Wesson (ur.) *Human-computer interaction - INTERACT '03*, IOS Press, pp: 535-542, 2003.

ReacTIVision. **A toolkit for tangible multi-touch surfaces**. In <http://reactivision.sourceforge.net/>. Visitado em 16 de outubro de 2008.

RESNICK, M. (1998). **Technologies for lifelong kindergarten**. *Educational Technology Research and Development* 46(41), 1998.

RESNICK, M. (2007). **Repensando o Aprendizado na Era Digital**. Disponível em: llk.media.mit.edu/papers/rethinkport.doc, 2007. Visitado em 10 de março de 2009.

RYOKAY, K., LEE, M.J., and BREITBATT, J.M. (2009): **Children's Storytelling and Programming with Robotic Characters**. In *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition (C&C)*, p.19-28, 2009.

RUSSEL, A. (2010). **ToonTastic: a global storytelling network for kids, by kids**. In *Proceedings of the fourth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction*, 2010.

- SCOTT, S.D., MANDRYK, R.L., INKPEN, K.M. (2003). **Understanding children's collaborative interactions in shared environments**. In Proceedings of the Journal of Computer Aided Learning 19, 2, 2003, 220–228.
- SHAER, O. et al. (2004). **The TAC Paradigm: Specifying Tangible User Interface**. In Proceeding of the Personan and Ubiquitous Computing 8(5), 2004.
- SHEN, C., LESH, N. e VERNIER, F., **"Personal Digital Historian: Story Sharing Around the Table"**. In Proceeding of the ACM Interactions, Vol. 10, Issue 2, p. 15-22, 2003.
- SIPITAKIAT, A., BLIKSTEIN, P., CAVALLO, D., ALVES, A. C., LOPES, R. D. **A placa Gogo: robótica de baixo custo, programável e reconfigurável**. In Mini-cursos XIV SBIE: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro, p. 73-92, 2003.
- SOUZA, R. R. (2006). **Algumas considerações sobre as abordagens construtivistas para a utilização de tecnologias na educação**. In Liinc em revista, v.2, n.1, 2006.
- SUTHERLAND, R. et al. (2004). **Transforming teaching and learning: embedding ICT into everyday classroom practices**. Journal of Computer Assisted Learning, 20(6). Special Section: Interactive education: teaching and learning in the information age. 2004.
- TAYLOR, R. (1996). **The encyclopedia of animation techniques**. Press book, 1996.
- TOFFLER, A. (1970). **Choque do futuro**. Lisboa : Edição Livros do Brasil, 1970.
- THÖRNELUND, M. (2007). **"Gesture analyzing for Multi-Touch Screen Interfaces"**. Bachelor of Science degree in Games Programming (GP). Department of Skellefteå Campus of Lulea University of Tecnology. 2007.
- TOLBA, O., DORSEY, J. & MCMILLAN, L. (2001). **A projective drawing system**. In Proceedings I3D Symposium on Interactive 3D Graphics, 2001.

- ULLMER, B. & ISHII, H. (1997). **The metaDESK: Models and Prototypes for Tangible User Interfaces**. In Proceedings of ACM UIST'97 Symposium on User Interface Software and Technology, p. 223-232, 1997.
- ULLMER, B., ISHII, H. & JACOB, R. (2005). **Token+constraint systems for tangible interaction with digital Information**. In ACM Trans. Comput.-Hum. Interact., 12(1):81– 118, 2005.
- VALENTE, J. A. (1993). **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação**. Campinas: Unicamp, 1993.
- VALENTE, J.A. (1998). **Análise dos diferentes tipos de software usados na Educação**. In: SEED-MEC. (Org.). Salto para o Futuro: TV e Informática na Educação. Brasília: SEED-MEC, p. 91-112, 1998.
- VAUCELLE, C. e JEHAN, T.(2002). **Dolltalk: A computational toy to enhance children's creativity**. In Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '02 , ACM Press, 2002.
- VERNIER, F. e NIGAY, L (2000). **A Framework for the Combination and Characterization of Output Modalities**. In Proceeding DSV-IS'00 Proceedings of the 7th international conference on Design, specification, and verification of interactive systems, 2000.
- WALKER, J. (1990). **Through the Looking Glass**. In Laurel, Brenda (Editor), The Art of Human-Computer Interface Design. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 439-447, 1990.
- WERTHEIN, J.(2002). **Apresentação à edição brasileira**. CARLSSON, U. e FEILITZEN, C.V. (Org.) *A criança e a mídia: imagem, educação, participação*. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2002.
- WHITAKER, H. e HALAS, J. (2002). **Timing for Animation**. Focal Press, 2002.
- WHITE, T. (2006). **Animation from pencils to pixels: Classical techniques for the digital animator**. Paperback, 2006.

WINOGRAD et al. (1996). **Bringing Design to Software**. Addison Wesley, 1996.

WEISER, M. (1991). **"The Computer for the 21st Century"**, Scientific American 265 (3), p. 66-75, 1991.

WEISER, M. (1993). **"Some computer science issues in ubiquitous computing"**. Communications of the ACM, vol. 36, no. 7, pp. 74–84, 1993.

WEISER, M. (1994). **The world is not a desktop**. Interactions, 1994.

WEISER, M., Gold, R. e Brown, J.(1999). **The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s**. IBM Systems Journal, 38(4), 1999.

WOOD, L. E. (1998). **User interface design: bridging the gap from user requirements to design**. Boca Raton, Florida, CRC Press, 1998.

WOBBROCK, J. O., MORRIS, M. R., e WILSON, A. D. (2009). **User-defined gestures for surface computing**. In Proceedings of ACM CHI 2009. p 1083-1092, 2009.

XU, D. (2005). **Tangible User Interface for Children – An Overview**. In Proceedings of the UCLAN Department of Computing Conference, 2005.

XU, D., MAZZONE, E. & MacFARLANE, S. (2005). **Informant design with children - designing children's tangible technology**. 1st International Workshop "Re-Thinking Technology in Museums", Limerick, Ireland, 2005.

YIN, K., LOKEN, K. & PANNE, M. (2007). **SIMBICON: Simple Biped Locomotion Control**. In Proceedings of ACM SIGGRAPH, 2007.

ZANOTTO, M. A. C. (2003). **Recontar Histórias**. Revista do professor, Porto Alegre, 19 (74): 5-9, 2003.

ZIELINSKA, T. (1996). **Coupled oscillators utilised as gait rhythm generators of a two-legged walking machine**. In Biological Cybernetics. 1996.

ZHOU, Z. et al. (2008). **wlzQubes - A Novel Tangible Interface for Interactive Storytelling in Mixed Reality** . In The International Journal of Virtual Reality, 7(4), p.9-15, 2008.

ZUCKERMAN, O., ARIDA, S. & RESNICK, M. (2005). **Extending tangible interfaces for education: digital montessori inspired manipulatives**. In Proceedings of CHI '05, ACM Press, p. 859-868, 2005

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO APLICADO PELA AUTORA NA FORMA DE ENTREVISTA AOS PARTICIPANTES DOS EXPERIMENTOS

- 1) Idade:
- 2) Série:
- 3) Gosta de desenho animado?
- 4) Quais?
- 5) Assistiu a algum filme de animação em 3D?
- 6) Quais?
- 7) Joga vídeo-game?
- 8) Qual? Que tipo de jogo?
- 9) Tem computador em casa?
- 10) Quanto tempo usa o computador por semana?
- 11) O que faz no computador?
- 12) Em casa, alguém lê ou lia histórias para você?
- 13) Você lê livros?
- 14) Na escola alguém lê histórias para sua turma?
- 15) Tem alguma atividade na escola onde você possa contar uma história?
- 16) Tem aula de artes na escola?
- 17) Já viu uma animação no computador?
- 18) Tem idéia de como se faz uma animação?
- 19) Gosta de contar histórias?
- 20) Gosta de conversar com seus amigos e parentes?
- 21) Tem laboratório de informática na sua escola?
- 22) Que professores leva a sua turma ao laboratório de informática?
- 23) Que tipo de atividades vocês fazem lá?