

**ANDRÉ UYEDA  
PEDRO HENRIQUE ALVES HADEK  
SAPHYRA VÂNIA MARINA AMARO  
WILSON ANTÔNIO SILVA DE FARIA**

**Estudo sobre Integração de Mundo Virtual 3D com  
Ambiente de Ensino a Distância Ae**

São Paulo  
2009

**ANDRÉ UYEDA  
PEDRO HENRIQUE ALVES HADEK  
SAPHYRA VÂNIA MARINA AMARO  
WILSON ANTÔNIO SILVA DE FARIA**

**Estudo sobre Integração de Mundo Virtual 3D com  
Ambiente de Ensino a Distância Ae**

Projeto de Formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do Título de Engenheiro  
Eletricista/Computação.

São Paulo  
2009

**ANDRÉ UYEDA  
PEDRO HENRIQUE ALVES HADEK  
SAPHYRA VÂNIA MARINA AMARO  
WILSON ANTÔNIO SILVA DE FARIA**

**Estudo sobre Integração de Mundo Virtual 3D com  
Ambiente de Ensino a Distância Ae**

Projeto de Formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do Título de Engenheiro  
Eletricista/Computação.

Área de concentração:  
Sistemas Digitais

Orientador:  
Prof. Dr. Romero Tori

Co-orientador:  
Dr. Valdinei Freire da Silva

São Paulo  
2009

*Dedico este trabalho à meus pais Neusa e Oscar por todo o suporte e incentivo a buscar novos desafios, e aos amigos com quem convivi ao longo do processo de formação.*

André Uyeda

*Ao enorme sacrifício de minha mãe, Sueli, em meus anos de formação, à memória de meu pai, Boris, cujos sonhos passados e história sempre me impulsionarão, a meu padrasto, Nivaldo, que tanto resgatou minha família em seu momento de necessidade, a meus amigos que nunca se negaram a ouvir meus problemas, e a todos que construíram a pessoa que sou hoje. Esta realização de minha vida é dedicada a vocês.*

Pedro Henrique Alves Hadek

*Dedico este trabalho a todos os meus amigos, inclusive os que conheci na Escola Politécnica - alunos e professores -, e, principalmente, a minha mãe Thelma e a minha avó Therezinha, que me deram total apoio na realização de um sonho - o de estudar na Escola Politécnica da USP.*

Saphyra Vânia Marina Amaro

*Dedico este trabalho à Deus, que me deu forças em todos esses anos de universidade, à minha família, que sempre me deu suporte, à minha namorada, que me ajudou e incentivou, e a todos os meus amigos dentro e fora da USP, incluindo o grupo com o qual trabalhei.*

Wilson Antônio Silva de Faria

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Valdinei Freire Silva pela tutoria ao longo de todo o período, ideias para solucionar problemas com que nos deparamos, proposição de alternativas de implementação das provas de conceito das ferramentas do Ae, fornecimento do modelo de monografia, sanamento de dúvidas com o L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X e, enfim, por toda a paciência com o grupo.

Ao Prof. Dr. Romero Tori por sugerir temas para o nosso trabalho de formatura e material para auxiliar essa escolha, contextualização a respeito do tema de Educação a Distância e ideias para pesquisas futuras que este projeto permitiria realizar nas áreas de Interação e Educação, além do fornecimento e permissão do uso do modelo da Poli-Elétrica desenvolvido pelo Interlab em nosso projeto.

Ao estagiário do Interlab Allan Jun Hirata, responsável pelo desenvolvimento da API de comunicação do Ae com mundos virtuais.

Aos alunos do curso de Design da FAU e também estagiários do Interlab Carina Missae Batista da Costa e Pedro Gardel Camara, pela ajuda com o modelo 3D da Poli-Elétrica, com a utilização do Blender e fornecimento de modelos e texturas extras para testes.

À amiga e pedagoga Gabriela Dias Yamasaki, que nos ajudou bastante discutindo sobre ensino a distância e ensino presencial.

Aos amigos e familiares pelo apoio e toda a compreensão, principalmente nos momentos em que tivemos que nos privar de sua companhia para nos dedicar à conclusão de nosso curso na Escola Politécnica.

E, finalmente, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desse projeto ou simplesmente que nos deram apoio e palavras de incentivo.

Muito obrigado a todos!

## ABSTRACT

Applying the usage of computers and the Internet to Distance Learning - a field of education focused on knowledge transmission in which teacher and student are not at the same physical place - many opportunities become available: democratization of education, direct access to specialists, no more physical limitations, among others. However, one disadvantage still remains, and that is the lack of human and physical presence in the communication between teachers and students, that could be reduced with the use of immersive interfaces. Therefore, this project proposes to perform a study, verifying the potential of virtual worlds to check if they can implement an alternative access interface to the distance learning tool Ae. Through the user higher immersion experience in the virtual world, a reduction in the lack of presence is expected, and as a consequence, the learning quality should also improve. In order to accomplish this study, four parts have been set: i) the functionality of the main Ae tools were analyzed; ii) a toolkit for creating virtual worlds, named Project Wonderland, was chosen as an example, and then a theoretical and practical study of it was done, verifying its architecture and resources; iii) requirements to the implementation of some Ae tools and its corresponding proofs of concepts were elaborated, so that the potential of a virtual world to implement abstraction of Ae tools could be evaluated; and iv) proofs of concept were implemented in the 3D virtual world Project Wonderland, in order to empirically attest its integration potential to Ae. As a conclusion of this work, the Project Wonderland presents itself as a tool with potential to generate a 3D interface to Ae.

Keywords: Distance Education, 3D Interface

## RESUMO

Aliando-se o conceito de ensino a distância - modalidade de transmissão de conhecimento onde aluno e professor se encontram fisicamente distantes - ao uso de computadores e Internet, surgem inúmeras possibilidades: democratização no acesso à educação, acesso a especialistas, quebra de limitações físicas, entre outras. No entanto, uma desvantagem permanece, que é a falta de presença humana e física na comunicação entre professores e alunos, que poderia ser minimizada com a utilização de interfaces imersivas. Este projeto propõe um estudo para verificar o potencial de uma ferramenta de criação de mundos virtuais 3D para implementar uma interface 3D como alternativa de acesso à ferramenta de ensino a distância Ae. Através do aumento da experiência de imersão do usuário no ambiente virtual espera-se diminuir o impacto da carência de presença e, conseqüentemente, aumentar a qualidade do aprendizado. Para isso, o estudo foi dividido em quatro partes: i) foram analisadas as funcionalidades das principais ferramentas do Ae; ii) realizou-se um estudo teórico e prático de um ambiente virtual 3D a ser usado como exemplo, o Project Wonderland, verificando sua estrutura e seus recursos; iii) foram levantados requisitos, e elaboradas provas de conceito sobre estes, que avaliam o potencial de um mundo virtual 3D para implementar abstrações das ferramentas do Ae; e iv) provas de conceito foram selecionadas e implementadas no mundo virtual Project Wonderland, a fim de provar na prática e na teoria seu potencial de ser integrado com o Ae. Assim, ao final deste trabalho, concluiu-se que o Project Wonderland possui potencial como ferramenta para geração de uma interface 3D alternativa para o Ae.

Palavras-chave: Educação a distância, Interface 3D

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Interface do Ae . . . . .	23
2.2	Objetos 3D em frente a uma sala, em um mundo virtual. . . . .	25
3.1	Ae-3D: Acesso ao Ae através de mundos virtuais 3D. . . . .	28
3.2	Ae-3D em um mundo virtual. . . . .	32
3.3	Interface 3D do Second Life para acessar o Ae-3D. . . . .	36
4.1	Ae-3D . . . . .	39
4.2	Project Wonderland 0.4, à esquerda e Project Wonderland 0.5, à direita. . . . .	43
4.3	Project Wonderland 0.5 User Preview 1. . . . .	44
4.4	Arquitetura do Project Wonderland. . . . .	46
4.5	Wonderland UP1 - Interface para acessar ferramentas de administração do servidor. . . . .	50
4.6	Wonderland UP1 - Ferramentas acessíveis através do Cliente. . . . .	53
4.7	Project Wonderland à esquerda e Second Life, à direita. . . . .	56
6.1	Diagrama demonstrando o caminho da comunicação, de forma geral, do usuário até o TIDIA. . . . .	72
6.2	Diagrama demonstrando como as partes implementadas se integram na arquitetura do Project Wonderland. . . . .	73
6.3	Implementação da Prova de Conceito da ferramenta de Apresentações. . . . .	77
6.4	Implementação da Prova de Conceito da ferramenta Escaninho. . . . .	78

## LISTA DE TABELAS

2.1	Características do ensino a distância com uso de computadores conectados à Internet. . . . .	19
3.1	Ferramentas do Sakai selecionadas para o projeto AE-3D e e classificação segundo taxonomia do projeto. . . . .	31
3.2	Ferramentas do Sakai selecionadas para o projeto Ae-3D e classificação segundo taxonomia do projeto. . . . .	33
4.1	Project Wonderland x Second Life. . . . .	56

## LISTA DE ABREVIATURAS

**Ae** Aprendizado Eletrônico

**API** Application Programming Interface

**BSD** Berkeley Software Distribution

**CLE** Collaboration and Learning for Educators

**COLLADA** COLLaborative Design Activity

**EaD** Ensino a Distância

**FPS** Frames por Segundo

**jME** jMonkey Engine

**LCMS** Learning and Content Management System ou Sistema de Gestão da Aprendizagem e Conteúdo (SGAC)

**PoC** *Proof of Concept* ou Prova de Conceito

**SL** Second Life

**TIDIA** Tecnologia da Informação para o Desenvolvimento da Internet Avançada

**UP** User Preview

**URL** Uniform Resource Locator

**WWW** World Wide Web

**WFS** Wonderland File System

**XML** eXtensible Markup Language

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>15</b>
1.1	Objetivo . . . . .	16
1.2	Contribuições . . . . .	16
1.3	Organização . . . . .	17
<b>2</b>	<b>Aprendizado Eletrônico</b>	<b>18</b>
2.1	Educação a distância . . . . .	18
2.2	LCMS . . . . .	20
2.3	Aprendizado a distância e Mundos Virtuais . . . . .	22
2.3.1	Mundos Virtuais . . . . .	23
2.3.2	Project Wonderland . . . . .	25
2.3.3	Second Life e Open Simulator . . . . .	26
2.4	Considerações Finais . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Ae-3D: Interoperabilidade entre o Ae e Mundos Virtuais</b>	<b>28</b>
3.1	Interoperabilidade . . . . .	29
3.2	Ferramentas disponíveis no Ae-3D . . . . .	29
3.3	Ae-3D e Mundos Virtuais . . . . .	31
3.3.1	Dispositivos de Mundos Virtuais para o Ae-3D . . . . .	32
3.4	Definições conceituais das ferramentas . . . . .	33
3.4.1	Sala de Bate-Papo ( <i>Chat Room</i> ) . . . . .	33
3.4.2	Escaneamento ( <i>Dropbox</i> ) . . . . .	34
3.4.3	Repositório ( <i>Resources</i> ) . . . . .	34

3.4.4	Atividades ( <i>Assignments</i> ) . . . . .	34
3.4.5	Apresentações ( <i>Presentations</i> ) . . . . .	35
3.4.6	Fórum ( <i>Forum</i> ) . . . . .	35
3.5	Ae-3D - Interface do Second Life . . . . .	35
3.6	Considerações Finais . . . . .	36
<b>4</b>	<b>Project Wonderland</b>	<b>38</b>
4.1	Versões do Wonderland . . . . .	38
4.1.1	Versão 0.4 . . . . .	39
4.1.2	Versão 0.5 <i>developer release</i> 3, 4 e 5 . . . . .	41
4.1.3	Versão 0.5 User Preview 1 . . . . .	44
4.2	Arquitetura . . . . .	45
4.2.1	Comunicações . . . . .	45
4.2.2	Servidor . . . . .	47
4.2.3	Cliente . . . . .	48
4.3	Funcionalidades do Wonderland . . . . .	49
4.3.1	Servidor . . . . .	49
4.3.2	Cliente . . . . .	51
4.4	Aprendendo sobre o Wonderland . . . . .	55
4.4.1	Sítio do Wonderland . . . . .	55
4.4.2	Fórum do Wonderland . . . . .	55
4.5	Wonderland x Second Life . . . . .	56
4.6	Requisitos de sistema do Wonderland . . . . .	56
4.7	Considerações Finais . . . . .	57
<b>5</b>	<b>Provas de Conceito</b>	<b>58</b>
5.1	Aplicabilidade . . . . .	59

5.1.1	Apresentações . . . . .	59
5.1.2	Escaninho . . . . .	60
5.1.3	Bate-Papo . . . . .	61
5.1.4	Repositório . . . . .	62
5.1.5	Fórum . . . . .	62
5.1.6	Enquete . . . . .	64
5.1.7	Visualizador . . . . .	65
5.1.8	Editor . . . . .	65
5.2	Integrabilidade . . . . .	66
5.3	Versatilidade . . . . .	67
5.4	Considerações Finais . . . . .	68
<b>6</b>	<b>Resultados</b>	<b>70</b>
6.1	Módulo de interoperabilidade Ae com Mundos Virtuais . . . . .	70
6.2	Tratamento dos modelos 3D . . . . .	71
6.3	Arquitetura de comunicação com o Ae . . . . .	71
6.3.1	Comunicação Cliente-Servidor . . . . .	72
6.3.2	Comunicação Wonderland-Ae . . . . .	74
6.3.3	Identificação de usuário . . . . .	74
6.4	<i>Login</i> . . . . .	75
6.5	Visualizador e Editor . . . . .	75
6.6	Adaptação das ferramentas do Ae para o Wonderland . . . . .	75
6.6.1	Apresentações . . . . .	76
6.6.2	Sala de Bate-Papo . . . . .	77
6.6.3	Escaninho . . . . .	78
6.6.4	Repositório . . . . .	79
6.7	Considerações Finais . . . . .	79

<b>7 Conclusão</b>	<b>80</b>
7.1 Discussão sobre o tema de Educação a distância . . . . .	81
7.2 Sugestões para trabalhos futuros . . . . .	82
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>84</b>
<b>Glossário</b>	<b>85</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Ensino a Distância (EaD) é a modalidade de ensino que permite que pessoas tenham acesso ao conhecimento independente do local ou época em que se encontram, aprendendo de acordo com seu próprio ritmo ou necessidade. Com o desenvolvimento da tecnologia, foi possível passar-se do paradigma de uso da impressão e tipografia para a realidade atual, que se utiliza do computador e da *World Wide Web* (WWW). Assim, é possível ter acesso ao conhecimento na forma eletrônica, digitalização de livros, discussões a distância entre professores e alunos, acesso a recursos multimídia entre outras aplicações que permitem maximizar o potencial do aprendizado a distância. Além disso, para organizar todos esses recursos existem ferramentas, denominadas LCMSs, que permitem gerenciar e organizar o conteúdo a ser disponibilizado para cursos *online*, como o Ae, o COL<sup>1</sup>, o Moodle<sup>2</sup>, entre outros.

Apesar da maior disponibilidade temporal e espacial de materiais multimídias, possibilitando que tais materiais sejam acessados independentemente do local ou época, a educação a distância possui uma desvantagem que apenas recentemente vem sendo abordada com o uso da tecnologia, que consiste na diferença mais perceptível entre a educação regular e a distância: a presença humana e física na comunicação entre professores e alunos.

Nesse contexto encaixa-se o projeto Ae-3D (SILVA et al., 2009), desenvolvido no Interlab<sup>3</sup>, Laboratório de Tecnologias Interativas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, que visa permitir o uso de uma interface mais amigável e interativa para o Ae, em oposição à interface padrão de um navegador 2D. Para isso, estuda-se o uso de mundos virtuais 3D como interfaces potenciais para aumentar a sensação de presença humana, e avalia-se seu potencial como ambiente integrador. No projeto Ae-3D o Second Life vem sendo usado como mundo virtual 3D, mas é desejável que a abordagem seja replicada para outros mundos virtuais, proporcionando a integração entre o Ae e vários outros mundos virtuais.

Este trabalho insere-se no projeto Ae-3D ao estudar e avaliar o potencial de um mundo

---

<sup>1</sup><http://www.col.org/>

<sup>2</sup><http://moodle.org/>

<sup>3</sup><http://www.interlab.pcs.poli.usp.br/>

virtual criado com a ferramenta de criação de mundos virtuais Project Wonderland <sup>4</sup>, da Sun Microsystems <sup>5</sup>, que possui propriedades diferentes quando comparadas ao Second Life e outros mundos virtuais já estudados, como a licença de uso, nível de desenvolvimento, abertura do código, etc. Com este trabalho, espera-se trazer novos elementos tecnológicos ao conceito de universidade virtual, que permitirão a implementação de interfaces 3D, assim como um estudo da interferência da imersão no EaD.

## 1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é estudar o potencial de integração de um ambiente virtual tridimensional criado com o Wonderland como interface 3D para o Ensino a Distância Ae. Para isso, o trabalho foi dividido em quatro partes:

- realizar um estudo teórico sobre as principais ferramentas do Ae, fazendo um levantamento de suas funcionalidades;
- realizar um estudo teórico e empírico do Wonderland, verificando sua arquitetura e seus recursos;
- elaborar provas de conceito que permitissem avaliar o potencial de um ambiente virtual 3D como interface 3D para o Ae; e
- implementar provas de conceito no ambiente virtual 3D Wonderland e avaliar os resultados observados.

## 1.2 Contribuições

Como contribuições desse projeto, é possível ressaltar:

- o estudo sobre a estrutura e do potencial das ferramentas do Wonderland, servindo como fonte de consulta e comparação para projetos que buscam usá-lo especificamente para a integração com ambientes de gerenciamento de educação;

---

<sup>4</sup>A partir deste ponto, não será feita a distinção no texto entre a ferramenta Project Wonderland e um mundo virtual criado com esta ferramenta. Portanto, quando houver menções ao mundo virtual criado com o objetivo de ser integrado ao Ae como interface 3D, o mundo poderá ser referenciado como Wonderland. No entanto, é necessário que fique claro que o Project Wonderland é uma ferramenta de criação de mundos virtuais (<https://wonderland.dev.java.net/>). Adicionalmente, o Project Wonderland será referenciado apenas como Wonderland.

<sup>5</sup><http://www.sun.com/>

- o conjunto de provas de conceito desenvolvido, capaz de avaliar o potencial de mundos virtuais 3D para a integração com ferramentas de plataformas gerenciadoras de ensino;
- a implementação de provas de conceito, capazes de provar o potencial do Wonderland e ressaltar suas vantagens em relação a outros mundos virtuais;
- a verificação de potencial do Wonderland para o desenvolvimento de sistemas 3D e integração com plataformas gerenciadoras de ensino; e
- o fato de ser um estudo pioneiro na Universidade de São Paulo no que diz respeito ao uso do Wonderland para desenvolver sistemas 3D para aprendizado a distância, fomentando o surgimento de novas pesquisas nessa área.

### 1.3 Organização

Este texto está dividido em cinco partes. No capítulo 2 será discutido o tema da educação a distância com relação ao seu panorama atual, vantagens e desvantagens e o uso de tecnologias para potencializar essa atividade - dentre elas, o uso de mundos virtuais. Ainda neste capítulo será apresentada uma descrição de alguns mundos virtuais disponíveis, dentre eles o Wonderland, utilizado nesse projeto. A seguir, no capítulo 3, será apresentado um projeto de pesquisa desenvolvido no laboratório de Técnicas Interativas da Universidade de São Paulo, o Ae-3D, cujo objetivo é estudar o uso de interfaces 3D de mundos virtuais 3D como uma forma de aumentar a sensação de presença no ensino a distância. Também nesse capítulo, serão apresentadas algumas ferramentas de ensino utilizadas pelo projeto Ae-3D. Uma vez completa essa descrição geral, será apresentada no capítulo 4 maiores detalhes sobre a arquitetura e funcionalidades do Wonderland resultantes do estudo teórico e empírico. Esse conhecimento serve de embasamento para o capítulo 5, onde serão listadas as necessidades funcionais de cada ferramenta do Ae-3D para que sejam integradas com mundos virtuais, seguidas por suas respectivas provas de conceito. No capítulo 6, serão apresentados o processo e os resultados da implementação de algumas provas de conceito. Finalmente, no capítulo 7, encontram-se as conclusões gerais do grupo a respeito dessa atividade, e é discutido o potencial dessa ferramenta e do tema de educação a distância para o futuro.

## 2 APRENDIZADO ELETRÔNICO

Desde o surgimento do primeiro computador, funções que vão além do simples processamento de grandes quantidades de dados ou da realização de cálculos complexos, tarefas para as quais foram concebidos, vem sendo criadas. Uma dessas novas funções é a de difusão do conhecimento, que inicialmente se dava através do uso de apostilas digitais, enciclopédias digitais, e outros arquivos multimídia que, por mais vastos e multimidiáticos que fossem, ficavam restritos aos computadores em que foram instalados, e dependentes do transporte através de alguma mídia física. Porém, esse paradigma pode ser finalmente quebrado a partir da popularização do acesso à WWW, criando-se um novo paradigma de EaD, o aprendizado eletrônico.

### 2.1 Educação a distância

O ensino a distância é a modalidade de transmissão de conhecimento onde professor e aluno não se encontram fisicamente no mesmo ambiente. Embora já exista a muito tempo, através de cartas, ou meios de comunicação em massa como TV, destaca-se o seu recente movimento, que cada vez mais se aproveita de recursos de computadores e Internet na chamada Web 2.0, interligando professores e alunos de diversos locais do mundo, devido ao seu potencial de crescimento. Mas, por ser tão diferente da tradicional, apresenta algumas vantagens e desvantagens, que são inerentes a esse estilo de aprendizado.

Uma característica do ensino a distância que se utiliza de computadores e Internet é que qualquer pessoa pode ter acesso ao conteúdo, independente de local, cultura<sup>1</sup> ou idade. Além disso, as restrições ao número de pessoas que podem ter acesso à essa informação é praticamente irrelevante<sup>2</sup> quando os cursos são ministrados de forma assíncrona, reduzindo a necessidade de salas de aula e professores, e tornando o ensino menos custoso.

---

<sup>1</sup>Um possível empecilho seria o idioma.

<sup>2</sup>Com o constante avanço das tecnologias de comunicação e construção de computadores, reduz-se o custo de acesso de computadores e acesso à WWW.

Uma outra característica dessa modalidade de ensino é a possibilidade do uso de recursos multimídia de forma personalizada e no ritmo que melhor apetece ao aluno, com o uso de textos dinâmicos, acesso a conteúdo da Internet, animação, som e vídeo, tornando a experiência de aprendizado mais rica e dinâmica. Apesar disso, algumas disciplinas e habilidades exigem que o aluno efetivamente escreva e pratique, dependendo muito mais do acompanhamento por parte de um professor do que da visualização dos conteúdos da disciplina, por mais dinâmicos que estes sejam. Habilidades matemáticas ou caligráficas são um exemplo.

Finalmente, temos a possibilidade do uso de ambientes virtuais tridimensionais, permitindo a simulação de objetos ou seres cujas presenças em sala de aula seriam inviáveis, impossíveis, inconvenientes ou perigosas (PANTELIDIS, 1996). Um resumo das principais características dessa modalidade de ensino podem ser observadas na tabela 2.1.

**Tabela 2.1:** Características do ensino a distância com uso de computadores conectados à Internet.

Pontos favoráveis	Pontos desfavoráveis
Número quase ilimitado de alunos	Baixa sensação de presença
Independência de local	Não atende todas as disciplinas
Democratização do acesso	Falta de interação entre alunos
Uso de recursos multimídia	
Uso de recursos 3D	

No entanto, ainda que o uso de recursos computacionais no ensino a distância o torne muito mais atrativo, principalmente por possibilitar a disponibilização de conhecimento de qualidade para todos e auxiliar na compreensão de certos conteúdos através de recursos multimídia ou 3D, observa-se que essas aulas virtuais ainda não conseguem substituir uma aula presencial na grande maioria dos casos, pois apresentam deficiências na interatividade professor-aluno, na qualidade do ambiente de aprendizado e por nem sempre possuir um professor com experiência.

A deficiência em **interatividade** é perceptível, já que em aulas virtuais as reações dos aprendizes ao conteúdo e a forma de explicação são parcial ou totalmente ignoradas, impedindo que haja adaptação do método didático aos alunos. Além disso, os atrasos na comunicação entre interlocutores distantes fisicamente são significativamente maiores do que na comunicação presencial.

No aprendizado a distância, ainda que o aprendiz esteja disposto a estudar, dificilmente estará em um **ambiente** tão próprio para isto quanto uma sala de aula, ou não possuirá esse sentimento. Assim, acabará estando sujeito a distrações do local em que se encontra, ou mesmo de outras aplicações sendo executadas no computador. O ambiente proposto pelo

ensino presencial denominado “sala de aula” onde todos devem estar dedicados ao estudo não pode ser reproduzido trivialmente com o ensino a distância.

Finalmente, por mais útil que seja a democratização do acesso à informação, a virtualização do conteúdo teórico não substitui a convivência com alguém que tem experiência na área em que ministra aulas. Verifica-se, de fato, que o conteúdo teórico não tem tanta importância no ensino quanto a **qualificação do professor**, tanto em didática quanto em capacitação, devido a seus trabalhos e estudos na área.

Nesse contexto, existem diversas propostas e projetos que visam o aperfeiçoamento e promoção do ensino a distância, através da amenização das deficiências listadas acima.

## 2.2 LCMS

Um tipo de sistema de suporte importante para o aprendizado a distância é o LCMS (*Learning and Content Management System*), que consiste em aplicações para administração, documentação, rastreamento e relatório de programas de treinamento, aulas, eventos *online*, programas de *e-learning* e treinamento de conteúdo(ELLIS, 2009).

No contexto de educação a distância, LCMSs são acessados por professores e estudantes através de um VLE (*Virtual Learning Environment*), instanciados em um navegador 2D, que serve como interface entre um usuário e um LCMS. Através dessa interface, é possível o acesso a arquivos para estudo, ferramentas de colaboração, efetuar a entrega de atividades, verificar sua situação na disciplina, entre outros. Nos últimos anos, muitos LCMSs têm surgido, cada um com suas particularidades e adaptados para os ambientes onde eles surgiram. Alguns exemplos de LCMSs são:

- Blackboard Learning System<sup>3</sup>;
- HotChalk<sup>4</sup>;
- ILIAS<sup>5</sup>;
- Meridian KSI<sup>6</sup>;
- Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*);

---

<sup>3</sup><http://www.blackboard.com/>

<sup>4</sup><http://www.hotchalk.com/>

<sup>5</sup><http://www.ilias.de/>

<sup>6</sup><http://www.meridianksi.com/>

- TotalLMS<sup>7</sup>;
- Aulanet;
- Teleduc;
- Amadeus;
- COL<sup>8</sup>; e
- Sakai CLE<sup>9</sup>.

O Sakai CLE (*Collaboration and Learning for Educators*) é um projeto *open source* desenvolvido pela Comunidade Sakai<sup>10</sup>, e consiste em um sistema de colaboração e gerência de cursos. Possui ferramentas desenvolvidas para que professores, pesquisadores e estudantes possam colaborar *online* simultaneamente no desenvolvimento de trabalhos, pesquisas ou nas matérias de um curso. Utilizando um navegador de Internet comum, o usuário pode se utilizar das ferramentas do Sakai para criar um site que atenda as suas necessidades, não sendo necessário nenhum conhecimento específico de criação de páginas da *Web*. O Sakai CLE é um LCMS de interesse especial para esse projeto, pois o mesmo foi utilizado como plataforma base para o projeto Ae.

O projeto Ae (Aprendizado Eletrônico), parte do projeto TIDIA<sup>11</sup> (Tecnologia da Informação para o Desenvolvimento da Internet Avançada), é um trabalho de pesquisa científica financiado pela FAPESP<sup>12</sup> que reúne mais de 150 pesquisadores de 20 laboratórios das principais universidades do estado de São Paulo, e que tem como objetivo promover a formação de recursos humanos e a produção científica e tecnológica, aplicados à educação, auxiliando as instituições de ensino e pesquisa.

Ainda em desenvolvimento, o projeto Ae está em sua versão 1.1 do ambiente de gerenciamento de aprendizado e pesquisa colaborativa, denominado Ae. Este disponibiliza aos seus usuários ferramentas de gerenciamento de cursos e projetos colaborativos, de repositório de informações e de interatividade entre participantes.

<sup>7</sup><http://www.sumtotalsystems.com/products/total-learning-management-systems.html>

<sup>8</sup><http://col.redealuno.usp.br/portal/>

<sup>9</sup><http://sakaiproject.org/>

<sup>10</sup>Comunidade Sakai é a denominação utilizada para se referir a todos que contribuíram com o desenvolvimento e manutenção do Sakai CLE. Fazem parte desse grupo desenvolvedores, alunos e professores de universidades, faculdades e instituições de ensino em geral espalhadas por todo o mundo.

<sup>11</sup><http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/portal>

<sup>12</sup><http://www.fapesp.br/>

Assim, o usuário do Ae pode manter um perfil pessoal, uma agenda compartilhada, delimitar e acompanhar o plano de estudos de cada disciplina ou o plano de atividades do projeto, comunicar-se com os participantes por meio de ferramentas de interação, disponibilizar e compartilhar conteúdo didático e técnico. Professores e monitores do curso também podem disponibilizar exercícios, recebê-los e corrigi-los em um espaço específico para essa finalidade, além de divulgar a nota de cada aluno em um quadro de notas.

A plataforma Ae é livre e aberta, podendo ser utilizada por qualquer interessado no auxílio ao gerenciamento de cursos *online*, suporte ao ensino presencial e à pesquisa colaborativa na gestão de projetos. Há integração do Ae com os sistemas administrativos das instituições, garantindo sincronismo entre os sistemas acadêmicos e os de ensino e aprendizado dentro do ambiente.

O Ae representa o Brasil na comunidade internacional de pesquisadores em aprendizagem eletrônica, pois participa do *framework* Sakai, o grupo de desenvolvimento para expansão do núcleo básico do Sakai, contribuindo para a construção de um ambiente de ensino colaborativo e ferramentas didáticas, reconhecidas mundialmente.

A interface do Ae pode ser observada na figura 2.1, onde existe acesso a todas as ferramentas, mas com pouca interação com outros usuários do mesmo ambiente. Nesse caso, a única forma de interação assíncrona é através da ferramenta de Bate-Papo.

## 2.3 Aprendizado a distância e Mundos Virtuais

Ainda que possua diversas vantagens, o ensino a distância se dá através da separação física entre professores e alunos, gerando outras formas de relacionamentos de interação, como aluno/interface, aluno/conteúdo, aluno/professor e aluno/aluno (KUBO; TORI; KIRNER, 2002). Porém, essas formas de interação são marcadas pela falta do sentimento de presença<sup>13</sup>, que não é proporcionado pelas interfaces promotoras destas. Possível causa disto é o fato da maioria dos ambientes de aprendizado virtual serem implementados em navegadores de Internet convencionais, se valendo de interface 2D, as quais, apesar de serem amplamente utilizadas e acessíveis por sua praticidade e simplicidade, promovem um menor grau de sentimento de presença.

---

<sup>13</sup>Considera-se aqui *presença* conforme define a *International Society for Presence Research* (<http://ispr.info/>): "presença é um estado psicológico ou percepção subjetiva na qual mesmo sendo uma experiência gerada e/ou filtrada através de tecnologia criada por humanos, uma parte ou toda a percepção do indivíduo falha ao reconhecer com precisão o uso da tecnologia na experiência." Ou seja, se um ambiente proporciona baixa sensação de presença, isso quer dizer que o uso de tecnologia é facilmente percebido pelo usuário e não há uma considerável sensação de imersão.

The screenshot shows the Ae interface. At the top left is the Ae logo with the text 'aprendizado eletrônico'. Below it is a blue navigation bar with links for 'My Workspace', 'PCS2405\_1Sem\_2008\_Turma50', 'PCS2452\_2Sem\_2008\_Turma02', and 'PCS2487\_2Sem\_2008\_Turma02'. A left sidebar contains a menu with items: Home, Profile, Membership, Schedule, Resources, Announcements, Worksite Setup, Preferences, Account, Site Info, and Help. The main content area has a 'Message of the Day' section with an 'Options' link and text: 'Para acessar a área de demonstração do ambiente, o usuário deve usar o login "guest" e a senha "guest".' and 'Não deixe de assistir o vídeo de apresentação do sistema Ae em http://tidia-ae.usp.br/video/'. Below this is a 'My Workspace Information' section with another 'Options' link and text: 'Welcome to your personal workspace. In Sakai each user has his or her own individual worksite called My Workspace. My Workspace is a place where you can keep personal documents, create new sites, maintain a schedule, store resources, and much more. The default information displayed here for a new user can be modified by the Sakai Administrator by editing the file sakai.properties configuration value "myworkspace.info.url" to point to the html file desired.' At the bottom left of the sidebar, the user's name 'Saphyra Vania Marina Amaro' is displayed.

**Figura 2.1:** Interface do Ae

Uma alternativa de interface para EaD que vem sendo explorada nos últimos anos são mundos virtuais. Essa alternativa é promissora ao prover uma maior imersão, aumentando o nível de presença (SILVA et al., 2009).

A seguir serão definidos alguns conceitos que serão utilizados ao longo desse texto.

### 2.3.1 Mundos Virtuais

**Mundo Virtual** é um ambiente simulado por computador com o objetivo de permitir aos seus usuários que habitem e interajam através de seus avatares (BIOCCA; LEVY, 1995), sendo que **Avatar** é a representação gráfica da identidade de um usuário, seja ela na forma de um modelo 3D ou um ícone 2D. Esses tipos de ambiente vem ganhando popularidade com o crescente uso da Internet, o agrupamento de pessoas em redes sociais e os recursos que cada um desses mundos virtuais oferece. Alguns exemplos de mundos virtuais, ou plataformas para criação destes, são:

- Active Worlds<sup>14</sup>, uma plataforma paga para criação de mundos virtuais;
- Small Worlds<sup>15</sup>, um Mundo Virtual de acesso gratuito;
- Second Life<sup>16</sup>, um Mundo Virtual de acesso gratuito e com grande liberdade na criação de objetos; e
- Project Wonderland<sup>17</sup>, que é um conjunto de ferramentas de código aberto para criação de mundos virtuais.

Tais Mundos Virtuais apresentam algumas características que aumentam o sentimento de presença (SCHLEMMER; TREIN; OLIVEIRA, 2009): sensação de imersão, possibilidade de representar um ser digital-virtual, liberdade para ser representado da forma que se imagina, e a possibilidade de experimentar diferentes tipos de interação. Ainda assim, embora apresentem algumas vantagens, também existem algumas desvantagens claras: mesmo com o número de usuários de Mundos virtuais ser maior a cada ano, existe certa relutância de muitas pessoas na utilização destes, como por exemplo pessoas de maior idade. Mesmo quando o usuário decide utilizar esse tipo de interface, a adaptação pode levar bastante tempo, e assim levar este usuário a deixar de usar a nova interface, em especial no que se trata de sistemas especialmente dedicados a interações sociais entre usuários. Além disso, o custo computacional e de banda é muito maior do que para um navegador *Web 2D* (LEIDL; ROSSLING, 2007), o que pode impossibilitar o uso de tais tecnologias por determinadas regiões ou classes sociais.

Dentro de um mundo virtual, uma **Sala** é qualquer subespaço contido nesse mundo. Qualquer ponto dentro de uma sala pode ser alcançado por qualquer avatar dentro desta, e este pode interagir ou visualizar objetos dentro da mesma. Usuários fora da sala não podem ver ou interagir normalmente com objetos dentro de uma sala.

Neste trabalho, será considerado um **Objeto** qualquer forma tridimensional que ocupa uma posição no mundo virtual. Um objeto pode servir como elemento de interação, permitindo que os usuários, através de seus avatares, realizem ações no mundo, que podem refletir ou não em um ou mais objetos.

Baseado nesses conceitos, a seguinte descrição de ações em um mundo virtual aplicado ao aprendizado a distância é possível: "O usuário anda com seu **avatar** dentro de um **Mundo Virtual** ambientado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo até a sala de apresentações, onde interage com o **objeto** projetor e assiste uma aula de Engenharia de *Software*,

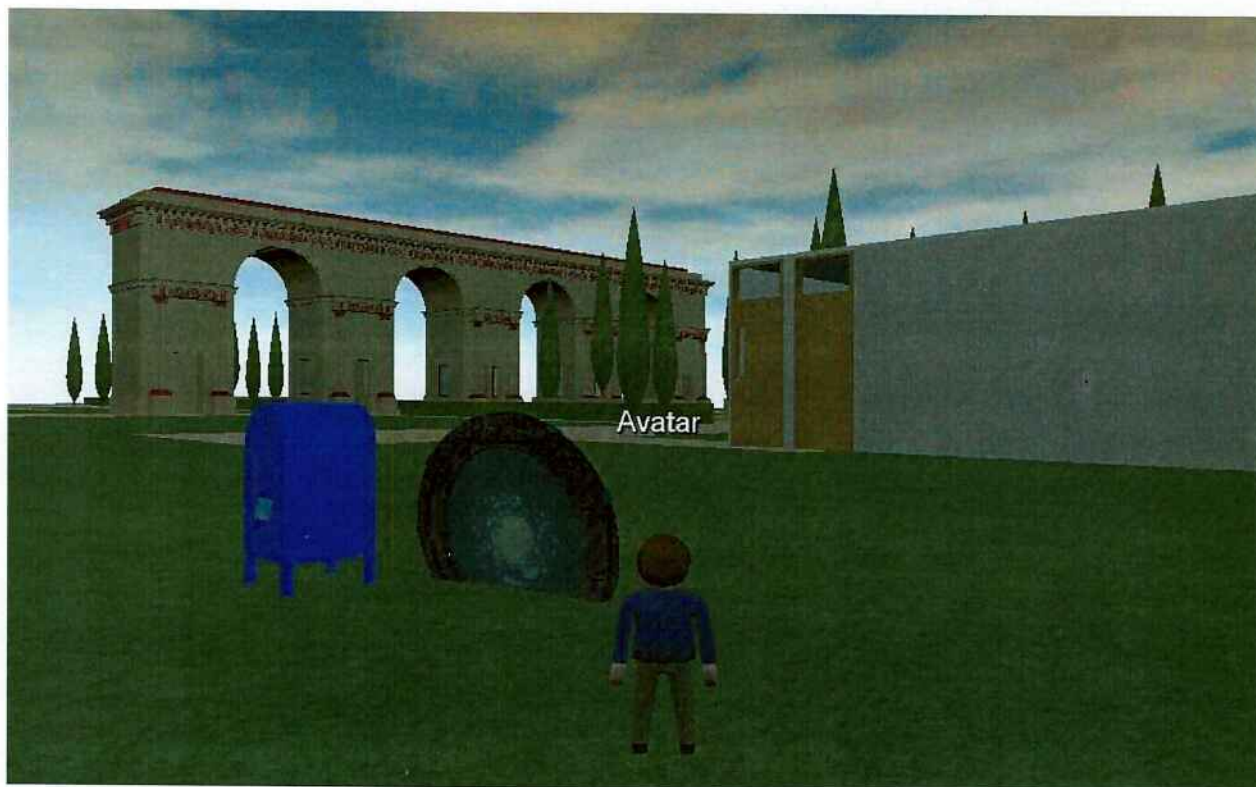
<sup>14</sup><http://www.activeworlds.com/>

<sup>15</sup><http://www.smallworlds.com/>

<sup>16</sup><http://secondlife.com/>

<sup>17</sup><https://wonderland.dev.java.net/index.html>

podendo ainda interagir com o avatar do professor ou de outros alunos presentes na sala". Uma imagem de um mundo virtual com os seguintes termos definidos pode ser visto na figura 2.2



**Figura 2.2:** Objetos 3D em frente a uma sala, em um mundo virtual.

### 2.3.2 Project Wonderland

Project Wonderland é um conjunto de ferramentas de código aberto feito na linguagem de programação Java, e que é desenvolvido pela Sun com foco na criação de mundos virtuais colaborativos.

Embora esteja em fase de desenvolvimento, a visão do Wonderland é de eventualmente fornecer mundos virtuais robustos em termos de segurança, escalabilidade, confiabilidade e funcionalidade ao ponto de que organizações possam confiar no mundo virtual para a realização de negociações, promoção de eventos, interação com clientes, entre outros. Também se objetiva permitir que os usuários trabalhem a partir desse mundo virtual, dispensando ferramentas fora do mundo virtual para utilizar ferramentas personalizadas do mundo virtual para melhor se adaptarem às necessidades do usuário e do negócio. Para isso, o Wonderland conta com o uso de áudio imersivo, ferramentas para compartilhamento de documentos e de área de trabalho, e um método prático para extensão de suas funcionalidades, permitindo que os usuários criem novos mundos virtuais, funcionalidades, novas ações para objetos e avatares

etc.

No início do desenvolvimento deste projeto, o Wonderland se encontrava em sua versão 0.4, que ainda encontra-se disponível, embora não seja o foco de trabalho atualmente. Porém, sua versão mais recente, 0.5, já se encontra disponível em versão beta e em processo ativo de desenvolvimento. No capítulo 4 será descrita em detalhes a arquitetura da versão 0.5, que foi adotada como base para esse projeto.

### 2.3.3 Second Life e Open Simulator

O Second Life é um mundo virtual 3D lançado em 2003 e mantido pela empresa Linden Lab<sup>18</sup>, e foi construído para permitir a interação entre pessoas em um mundo virtual 3D através de seus avatares. Seus usuários acessam o sistema utilizando um cliente proprietário e interagem com conteúdos, objetos 3D e outros residentes (KEMP; LIVINGSTONE, 2006). Assim, é possível se relacionar e conversar através de Bate-Papo com outras pessoas, construir casas, possuir um emprego, fazer transações comerciais reais, criar objetos, diversas ações de interação social, entre muitas outras possibilidades. Atualmente o Second Life possui um grande destaque na mídia, devido a sua economia ligada à economia do mundo real, contando com mais de cinco milhões de usuários cadastrados.

O OpenSimulator<sup>19</sup> é um projeto de código aberto que consiste em um servidor de aplicação usado para a criação de mundos virtuais similares ao Second Life, sendo possível inclusive o uso intercambiável de clientes. Esse projeto foi desenvolvido de forma a ser facilmente extensível através de módulos carregáveis, que permitem o uso de outros protocolos e ferramentas em conjunto com o OpenSimulator. O OpenSimulator está em versão alfa e é publicado sob licença BSD.

## 2.4 Considerações Finais

Analisando essas duas plataformas, é possível destacar especialmente duas características de um mundo virtual quanto à experiência de uso. Primeiramente, mundos virtuais proporcionam um novo grau de interatividade virtual entre as pessoas, com grande foco na comunicação e colaboração nas atividades. Além disso, esses mundos possuem design e ferramentas interativas e intuitivas que proporcionam a imersão no ambiente 3D, diminuindo a sensação de isolamento espacial.

---

<sup>18</sup><http://lindenlab.com/>

<sup>19</sup><http://opensimulator.org/wiki/>

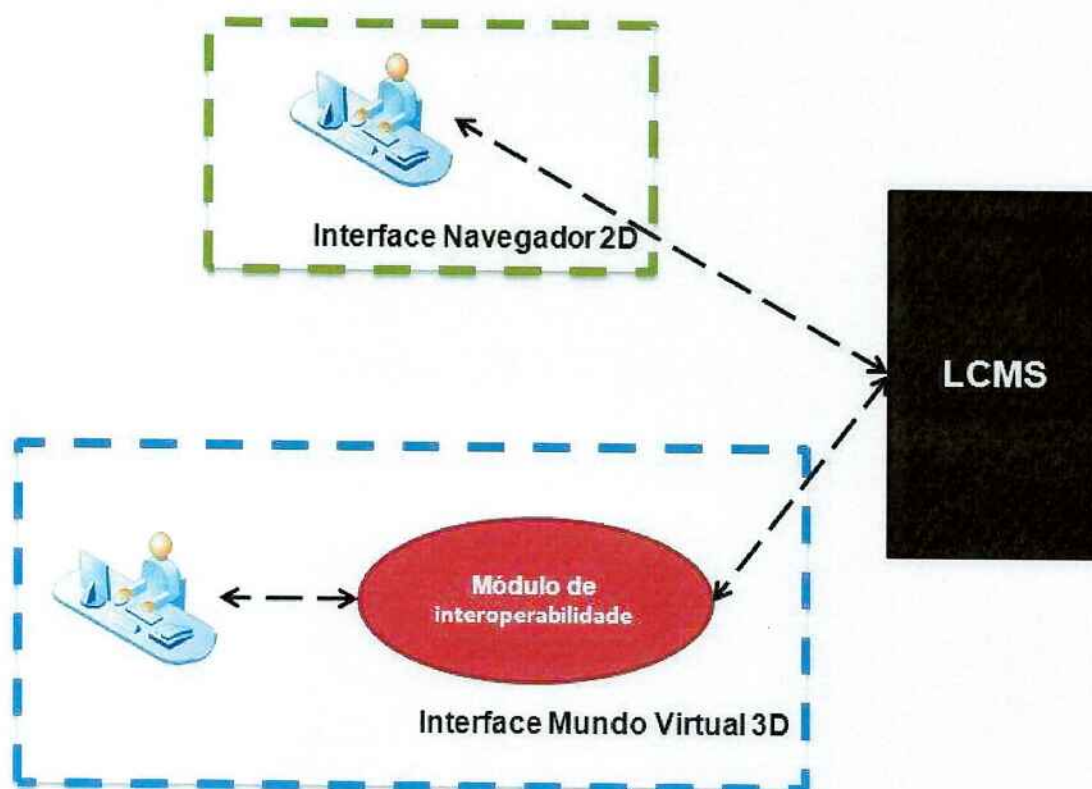
Assim, retomando as deficiências do ensino a distância apresentadas no início do capítulo, e analisando as características dos mundos virtuais, é possível notar um grande potencial no uso de mundos virtuais para o ensino virtual.

A possibilidade de aplicação desse novo paradigma no EaD é ainda maior ao se considerar a tendência de evolução da qualidade da Internet e da popularização do acesso a computadores com capacidades gráficas adequadas, além do desenvolvimento de tecnologias que usem modelos 3D. Nesse contexto que surgem projetos voltados para fins educacionais, nos quais mundos virtuais dotados de recursos e design próprios são empregados para maximizar a eficiência no aprendizado a distância. Um bom exemplo desse tipo de projeto é o Ae-3D que originou este projeto de formatura e será descrito no próximo capítulo.

### 3 AE-3D: INTEROPERABILIDADE ENTRE O AE E MUNDOS VIRTUAIS

Ae-3D é um projeto desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologias Interativas (Interlab<sup>1</sup>) da Universidade de São Paulo, que busca permitir que alunos possam acessar as ferramentas do Ae através do uso de Mundos Virtuais 3D.

Esse projeto fornecerá uma interface alternativa para a interação com o Ae. Em vez de utilizar a interface de um navegador 2D será experimentado o uso de uma interface 3D, através de mundos virtuais, conforme a figura 3.1.



**Figura 3.1:** Ae-3D: Acesso ao Ae através de mundos virtuais 3D.

<sup>1</sup><http://www.interlab.pcs.poli.usp.br/>

### 3.1 Interoperabilidade

Se é desejável que estudantes tenham acesso a um LCMS através de diferentes interfaces, sejam elas tradicionais ou de mundo virtual, é primordial que estas sejam interoperáveis, caso contrário um professor teria que pensar sua aula para duas audiências distintas, exigindo um indesejável aumento da quantidade de trabalho exigida dele.

Dessa forma, foi desenvolvida uma camada de interoperabilidade entre o sistema Ae e o ambiente virtual 3D pela equipe do Interlab, de modo a garantir que diferentes plataformas possam executar as mesmas ações no LCMS, independentemente da interface usada, permitindo que o professor prepare seu curso somente uma vez.

Além disso, graças a essa camada de interoperabilidade, projetos envolvendo outros ambientes tridimensionais poderão ser iniciados por outros grupos de pesquisa, possibilitando que suas interfaces sejam personalizadas e interoperantes com LCMSs. Com isso, mais grupos poderão fazer uso dessa solução, comprovar por si próprios os benefícios destas, e comparar plataformas diferentes e gerar maior dinamismo neste campo de pesquisa.

No entanto, para criar esse módulo é primordial a definição das funcionalidades a serem permitidas em ambas plataformas para que estas sejam coordenadas, principalmente para a necessidade da integração de LCMSs, tipicamente planejados para navegadores 2D, com mundos virtuais 3D. Essas funcionalidades serão discutidas na seção seguinte.

### 3.2 Ferramentas disponíveis no Ae-3D

O Sakai, oferece diversas ferramentas, uma vez que objetiva abranger muitas pessoas ao redor do mundo. Porém, por estar desenvolvendo sua versão inicial, não é objetivo do Ae-3D descrever ou implementar todas elas através de uma interface 3D de mundos virtuais. Assim, para escolher quais dessas ferramentas descrever e implementar, foi feita uma divisão com base na taxonomia própria do projeto Ae-3D, que poderia ajudar a escolher quais ferramentas seriam mais interessantes. Essa taxonomia foi feita com base em (SILVA e TORI, 2009)<sup>2</sup>, com algumas simplificações para uso neste trabalho.

A taxonomia do projeto é baseada em quando a ferramenta é usada, a sua relação com o estudante e se é coletiva ou não, definindo-se as seguintes propriedades: didática ou administrativa; de saída, entrada ou saída/entrada; coletivas ou individuais; e ferramentas de

---

<sup>2</sup>SILVA, V. F.; TORI, R. **Adapting LCMS to Virtual Worlds: A Conceptual Description of 3D Learning Tools**. 2009. Não publicado.

estudante ou de professor.

**Ferramentas administrativas** são usadas para criar um curso ou projeto, criar um novo usuário, convidar estudantes para um curso, alterar perfis de usuário, alterar senha, se inscrever ou desistir de um curso etc. Embora essas ferramentas possam interferir de forma indireta em um curso ou projeto, espera-se que elas sejam raramente usadas quando comparadas às ferramentas didáticas.

**Ferramentas didáticas** são utilizadas para ensinar ou aprender em um curso. Para isso, um curso pode gerar materiais de estudo e atividades para os estudantes que fazem parte do curso, tal como arquivos de texto para serem lidos, apresentações para serem assistidas, atividades para serem entregues, pesquisa a serem feitas, programas para serem baixados, votações a serem feitas, etc.

Nas ferramentas didáticas é possível ver claramente a diferença entre **ferramentas do professor** e **ferramentas do estudante**: em geral, somente professores podem criar uma nova informação ou atividade enquanto os estudantes estão restritos a consultar informações ou realizar atividades.

**Ferramentas de saída** geram informações estáticas e dinâmicas sobre o desenvolvimento de um curso e do aluno. Essa informação é publicada por um professor quando este cria/ministra um curso ou atividade, e os estudantes podem apenas selecionar e visualizar a informação, sem modificá-la. Alguns exemplos são listagens de notas a respeito de provas e atividades, avisos de mudança no curso, programa do curso, critérios de avaliação, calendário, etc.

**Ferramentas de entrada** são ferramentas que necessitam de uma ação do estudante para completar ou alterar o estado de uma atividade que está persistida no servidor. Alguns exemplos são a entrega de atividades, ou o escaninho.

**Ferramentas de entrada/saída** são aquelas onde tanto a disponibilização como a recepção de informações é relevante para usar a ferramenta. Exemplos são os fóruns, onde estudantes e professores podem agregar informação a um tópico específico.

**Ferramentas individuais** são aquelas únicas de cada estudante, que só podem ser visualizadas pelo próprio aluno e pelo professor. Um exemplo de uso é quando se aplica uma prova aos estudantes, e é necessário que cada um a faça individualmente.

Finalmente, **ferramentas coletivas** são aquelas que integram as informações enviadas pelos alunos e que são acessíveis para todos de um mesmo curso, permitindo que exista troca de informações. Os principais exemplos são o Bate-Papo e o fórum. Ainda dentro

dessa taxonomia, é possível diferenciar entre ferramentas coletivas síncronas, onde a interação precisa ser em tempo real, como na sala de chat, e ferramentas coletivas assíncronas, onde não necessariamente a interação precisa ser feita em tempo real, como no caso dos fóruns.

Uma vez que o foco do projeto Ae-3D é prover uma nova interface a ser utilizada primeiramente por estudantes, foram tomadas como prioritárias as ferramentas didáticas, de estudante e de entrada/saída. Seguindo esse critério foram selecionadas 6 ferramentas, conforme a tabela 3.1:

**Tabela 3.1:** Ferramentas do Sakai selecionadas para o projeto AE-3D e e classificação segundo taxonomia do projeto.

<b>Ferramenta</b>	<b>Didática Administração</b>	<b>Entrada Saída Entrada/Saída</b>	<b>Individual Coletiva</b>
Atividades	didática	entrada/saída	individual
Bate-Papo	didática	entrada/saída	coletiva síncrona
Escaninho	didática	entrada/saída	individual
Fóruns	didática	entrada/saída	coletiva assíncrona
Apresentações	didática	saída	coletiva síncrona
Repositório	didática	saída	coletiva assíncrona

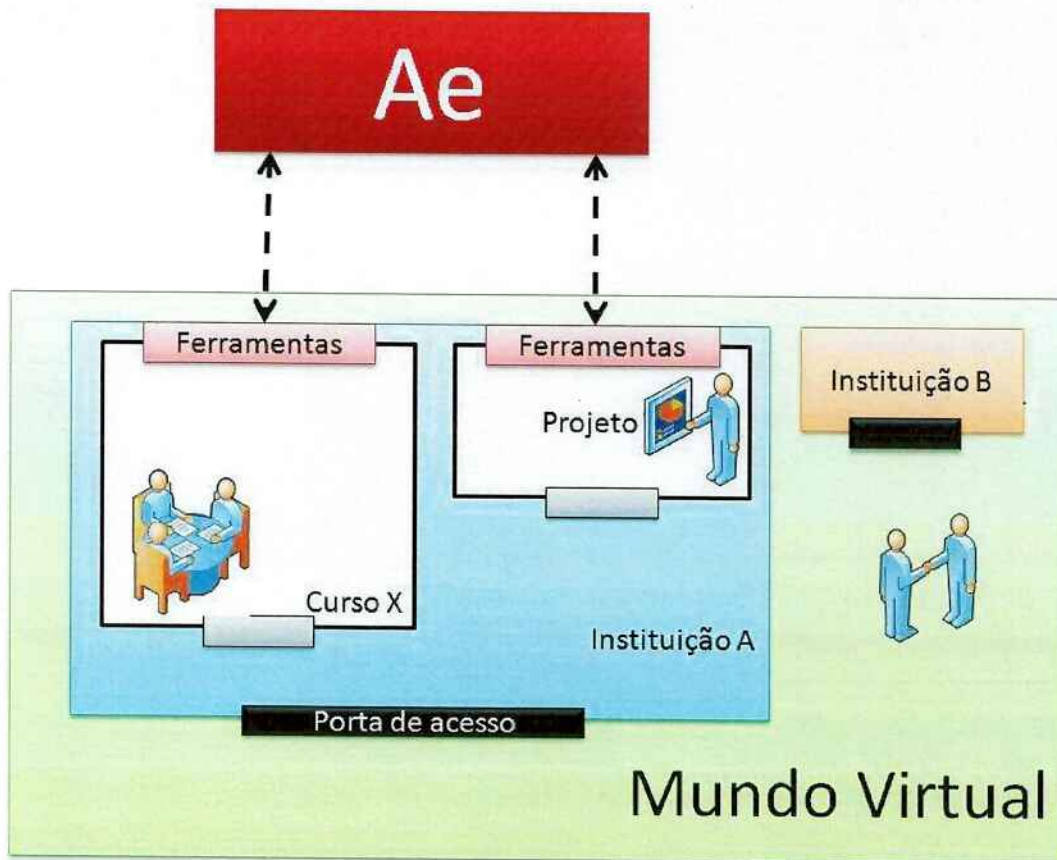
Tanto essas ferramentas como o projeto Ae-3D em si precisam estar localizadas em um mundo virtual de alguma forma. Na seção seguinte será descrita uma visão de como poderiam ser representadas essas entidades em um mundo virtual.

### 3.3 Ae-3D e Mundos Virtuais

O ambiente do Ae-3D precisa estar localizado em um mundo virtual, o que não necessariamente significa que ele precisa estar isolado de outros projetos, instituições e público. Pelo contrário, estar dentro de um ambiente mais abrangente, onde o local de estudo é somente mais uma das possíveis atividades pode aumentar a sensação de imersão no ambiente.

Dessa forma é necessário que um avatar em um mundo virtual navegue pelo mundo virtual até o ponto de entrada para o ambiente Ae-3D para acessá-lo. Esse ponto de entrada pode estar em um local que representa uma dada instituição, até onde o avatar se move, e através de uma porta de acesso é encaminhado para uma sala que representa uma dada disciplina. Dentro dessa sala, existem as ferramentas para essa disciplina e os avatares dos alunos dessa disciplina conectados ao Ae, seja através de uma interface 2D ou de uma interface 3D. Uma

representação de como se localiza o Ae-3D em um mundo virtual pode ser visto na figura 3.2.



**Figura 3.2:** Ae-3D em um mundo virtual.

Diferentemente de usar uma interface 2D tradicional do Ae, é importante frisar que ao usar uma interface 3D e poder visualizar em uma mesma sala todos os avatares dos usuários conectados, é possível aumentar a sensação de presença.

### 3.3.1 Dispositivos de Mundos Virtuais para o Ae-3D

Alguns dispositivos auxiliares, que não estão entre as ferramentas apresentadas pelo Sakai pois são amplamente usadas em navegadores 2D, são necessárias uma vez que se utiliza uma interface 3D por mundos virtuais. Trata-se de 3 dispositivos, para o projeto Ae-3D:

- **Playable Object** é um arquivo, uma tarefa, uma mensagem ou qualquer entidade de texto que possa estar no Ae ou no computador do usuário. A forma do objeto no mundo virtual é relacionada ao seu conteúdo, e contém uma ligação com a entidade original para que possa ser acessada através de um Visualizador/escritor quando a entidade correspondente é jogada no Visualizador/escritor;

- **Dispenser** é um objeto virtual que mostra *playable objects* e de onde *playable objects* podem ser retirados; e
- **Collector**, um objeto onde um *playable object* pode ser jogado; e
- **Visualizador e escritor** Um Visualizador/escritor exibe qualquer *playable object*, e quando for o caso, permite que seja editado pelo avatar. Esse dispositivo deve possuir uma função de ejeção que crie um modelo do *playable object* sendo exibido/editado.

Uma correlação desses dispositivos com as ferramentas de navegadores 2D podem ser vistas na tabela 3.2.

**Tabela 3.2:** Ferramentas do Sakai selecionadas para o projeto Ae-3D e classificação segundo taxonomia do projeto.

Mundo Virtual 3D	Navegador 2D
<i>Playable Object</i>	Arquivo
<i>Dispenser</i>	Janela de seleção de arquivos para <i>download</i>
<i>Collector</i>	Janela de seleção de arquivos para <i>upload</i>
Visualizador e escritor	Editores de texto em geral

### 3.4 Definições conceituais das ferramentas

Uma vez definidas quais são as ferramentas a ser prioritariamente implementadas, será apresentada nesta seção uma definição formal do que caracteriza cada uma das ferramentas acompanhada por uma interpretação de como essas ferramentas serão visualizadas no mundo virtual, segundo a visão de (SILVA e TORI, 2009)<sup>3</sup>.

#### 3.4.1 Sala de Bate-Papo (Chat Room)

A ferramenta de Bate-Papo consiste em um ambiente para a troca de mensagens de texto síncronas entre um grupo de usuários que estejam conectados ao mesmo tempo. Cada sala de Bate-Papo possui um assunto pré-definido, e todas as mensagens são disponibilizadas ao grupo de alunos que participam dessa sala de Bate-Papo.

A ferramenta de Bate-Papo pode ser visualizada na interface 3D como uma sala onde qualquer usuário que esteja conectado à mesma sala de Bate-Papo, independente da interface

<sup>3</sup>SILVA, V. F.; TORI, R. **Adapting LCMS to VirtualWorlds: A Conceptual Description of 3D Learning Tools**. 2009. Não publicado.

usada, possa ler quando outro escrever através de um visualizador/escritor. Além disso, todo usuário presente na sala deve possuir uma representação. Usuários conectados via Mundo Virtual 3D devem estar representados para usuários de interface de navegador 2D e vice versa. Uma solução para esse ponto é exibir avatares diferenciados no mundo virtual 3D para usuários conectados à interface de navegador 2D, e os nomes de usuários no mundo virtual 3D em uma lista no ambiente 2D do navegador.

### 3.4.2 Escaninho (Dropbox)

O escaninho corresponde a uma ferramenta individual de um usuário que permite carregar documentos para o Ae que são compartilhados somente entre esse usuário e um professor.

A ferramenta de Escaninho pode ser visualizada na interface 3D como uma representação hierárquica do conteúdo do computador local, onde cada pasta local seria um dispenser. Após encontrar e retirar do dispenser o arquivo a ser entregue no escaninho, coloca-se o arquivo no *collector*, realizando a entrega.

### 3.4.3 Repositório (Resources)

Semelhante ao escaninho no sentido de carregar arquivos do usuários para o Ae e compartilhá-los, o Repositório diferencia-se somente pelo fato de que é acessível a todos os usuários do grupo, e não somente ao professor e usuário que carregou o arquivo. Por esse motivo, a representação da ferramenta de Repositório no ambiente virtual 3D é idêntica à representação da ferramenta Escaninho, com as devidas permissões de acesso configuradas.

### 3.4.4 Atividades (Assignments)

A ferramenta de Atividades permite que professores criem, distribuam, colem e dêem nota para tarefas online de um aluno matriculado em um determinado curso. Para cada atividade é necessário que o aluno carregue para o Ae um documento que corresponde à entrega.

A ferramenta de Atividades é individual, e dessa forma não precisa de uma sala específica no mundo virtual. No Ae-3D, a ferramenta de Atividades deve permitir que o usuário escolha dentre uma lista de Atividades passadas pelo professor, visualizar a atividade, completá-la e submetê-la.

Assim, o *dispenser* pode ser usado para selecionar uma atividade, o visualizador/escritor para ler e editar, e o *collector* para submetê-la ao professor. Com isso, a ferramenta de

Atividades consiste basicamente no *collector* e no *dispenser*.

### 3.4.5 Apresentações (Presentations)

A ferramenta de apresentações permite que um usuário, denominado apresentador, exiba uma sequência de slides e tenha controle sobre a transição dos mesmos. Os interessados em assistir a essa apresentação podem conectar-se à ela.

A ferramenta de apresentações, por ser uma ferramenta coletiva e síncrona, possui um auditório como melhor alternativa para sua representação em um mundo virtual 3D, sendo assim necessário uma sala específica para comportá-la. Assim, a ferramenta de apresentação consiste em uma sala no mundo virtual onde todos os usuários assistindo à essa apresentação vejam o conteúdo, que muda conforme a ação do apresentador.

### 3.4.6 Fórum (Forum)

Ferramenta que permite a criação de um número ilimitado de fóruns de discussão. Cada fórum possui tópicos a respeito de um curso específico, que por sua vez é dividido em *threads*, assim como fóruns existentes na Internet. O conteúdo é gerado pelos usuários.

A ferramenta de fórum pode ser visualizada na interface 3D como uma representação navegável dos fóruns e sua hierarquia (fóruns, tópicos e *threads*), onde cada *thread* é representada por uma porta de acesso que dá acesso à sala da *thread*. Cada sala de thread possui um visualizador/escritor onde as mensagens são exibidas/editadas, e ferramentas de Repositório para compartilhar arquivos nas mensagens.

## 3.5 Ae-3D - Interface do Second Life

Uma vez feitas as definições conceituais e de como cada ferramenta seria representada no mundo virtual, o próximo passo é a implementação destas em um mundo virtual para que, através da camada de interoperabilidade, seja possível acessar o sistema Ae. Para o projeto Ae-3D, não há preferência por um determinado mundo virtual, tanto que a camada de interoperabilidade desenvolvida foi planejada de forma que houvesse independência do tipo de ambiente 3D utilizado. Inicialmente, devido à popularidade e maturidade (estabilidade, maior grau de usabilidade e programação mais simples) do Second Life, esse foi selecionado como ponto de partida para a implementação do Ae-3D pela equipe responsável no Interlab. Assim, essa equipe criou um mundo virtual no Second Life com as características de um ambiente

de estudo, com o cuidado de torná-lo o mais imersivo possível (figura 3.3). No entanto, no decorrer do desenvolvimento desse projeto, foram observadas algumas dificuldades devido ao código fechado do Second Life, tais como:

- ações personalizadas de objetos devem ser feitas através de scripts;
- não há conhecimento da arquitetura; e
- menor grau de liberdade de criação para o usuário.



**Figura 3.3:** Interface 3D do Second Life para acessar o Ae-3D.

### 3.6 Considerações Finais

Ao longo do capítulo foi discutido brevemente o projeto Ae-3D, algumas ferramentas disponibilizadas pelo Sakai e a visão de como é possível implementá-las em um mundo virtual. É importante ressaltar que essas visões são frutos de discussões que buscam trazer interatividade e facilidade para o aprendizado a distância, e sendo assim, outros pesquisadores podem possuir idéias diferentes.

Ainda assim, é possível verificar o impacto do uso de uma interface de um mundo virtual 3D quando comparada a de um navegador 2D. Apesar de ações simples como navegar ao longo de diretórios ou carregar/baixar arquivos poderem exigir mais passos, ao possuir a visão de um

avatar em um mundo virtual 3D permite que outros usuários sejam vistos, que seja possível verificar o que os outros estão fazendo, se há aglomerações em torno de algum evento etc.

Por fim, foi analisada a implementação de uma parte do projeto Ae-3D em Second Life feita pelo Interlab, e com isso foram percebidas algumas restrições que comprometem o desenvolvimento livre de aplicações para atenderem às especificações de cada instituição de ensino. Surge, portanto, a necessidade de utilizar um mundo virtual mais flexível e transparente, permitindo a criação de ferramentas personalizadas para cada aplicação.

Assim, iniciou-se a busca por um mundo virtual de código aberto, onde em teoria, seria possível criar funcionalidades para integração com o Ae de acordo com as necessidades. O resultado dessa busca foi o Project Wonderland, da *Sun Microsystems*, que será descrito em detalhes no capítulo seguinte.

## 4 PROJECT WONDERLAND

Diante das desvantagens apresentadas pelo Second Life como mundo virtual a ser integrado com o Ae, optou-se por estudar uma ferramenta que possuísse código aberto, de forma que houvesse liberdade para criar aplicações conforme necessário. Com isso, foi escolhido o Wonderland, da Sun, que foi estudado como uma alternativa ao uso do Second Life no projeto Ae-3D, conforme demonstrado na figura 4.1.

É importante frisar que o Wonderland e o Second Life, embora possuam objetivos comuns, estão em níveis de desenvolvimento diferentes. Enquanto o Second Life já é utilizado como produto e é acessado por milhões de usuários, o Wonderland ainda está em processo de desenvolvimento, sendo utilizado em grande parte por programadores e acadêmicos. Nesse capítulo apresenta-se os principais resultados referentes à pesquisa teórica e experiência de uso do Wonderland como mundo virtual.

Nesse capítulo e em diversas partes desse trabalho há a utilização de vocábulos próprios do Wonderland, como *Célula* e *Componente*. Célula, no contexto do Wonderland, é qualquer objeto 3D visível no mundo virtual. Componentes são células adicionadas de uma funcionalidade específica. Por exemplo, um paralelepípedo que, ao ser clicado, muda de cor seria considerado um componente, apesar de um paralelepípedo ser apenas uma célula dentro do Wonderland.

### 4.1 Versões do Wonderland

Ao longo do desenvolvimento do projeto, o Wonderland publicou mudanças de versões que apresentavam nova arquitetura, ferramentas e funcionalidades. Cada uma dessas versões foi testada, até que foi fixada a versão 0.5 UP1 como linha base para o desenvolvimento do projeto. Segue a descrição comparativa apenas das versões utilizadas durante o período do projeto, onde especificamos em cada seção somente as novidades de cada versão em relação à anterior.

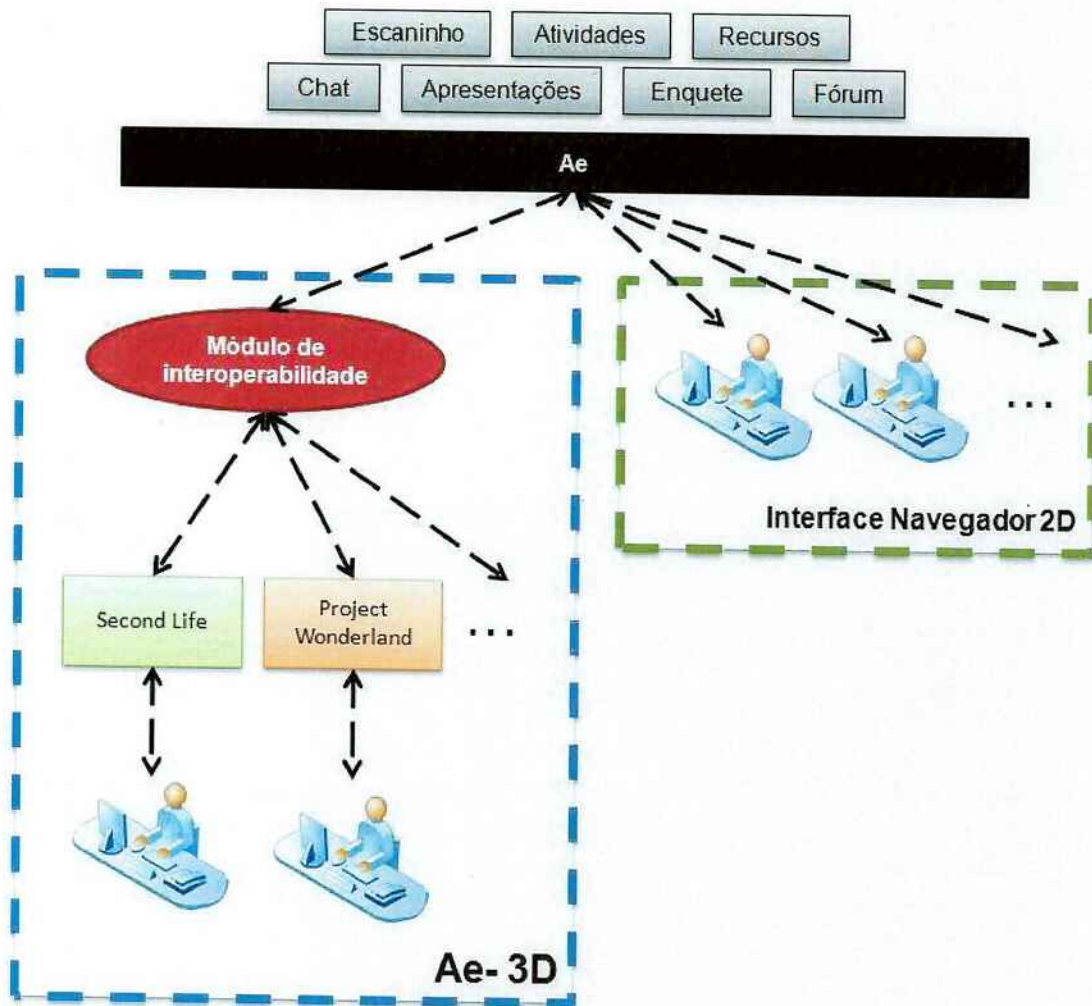


Figura 4.1: Ae-3D

#### 4.1.1 Versão 0.4

A primeira versão a ser considerada para utilização foi a versão 0.4 do Wonderland<sup>1</sup>, devido a ser a versão disponível no início do planejamento e à grande quantidade de usuários e projetos desenvolvidos. A versão 0.4 apresenta como principais características:

- cliente e servidor instalados na máquina, independentemente;
- falta de persistência em relação a alterações feitas no mundo;
- importação de modelos 3D em formato X3D via cliente; e
- criação de mundos com o *World Builder*.

<sup>1</sup><https://lg3d-wonderland.dev.java.net/>

A partir do código-fonte baixado e customizado, um desenvolvedor que utilize a versão 0.4 deve compilar o código e gerar dois arquivos binários (código-objeto) separadamente - o do cliente e o do servidor - e fornecê-los aos interessados em utilizar o Wonderland, que os instalarão. Como o processo de geração do binário é manual, caso haja alguma atualização em alguma parte do código, será necessário que um desenvolvedor gere novamente os binários, e que estes sejam instalados no lugar dos anteriores. Assim, o processo de atualização do código cliente e servidor do Wonderland versão 0.4 não é automatizado, diferentemente das versões seguintes.

No Wonderland 0.4, quaisquer alterações feitas no mundo não são salvas, ou seja, não há persistência em termos de elementos do mundo. Isso acontece porque ele é baseado unicamente em arquivos no formato WFS (*Wonderland File System*) para descrever o mundo e os elementos que o compõem. Uma vez que o servidor é iniciado, este lê os WFS correspondentes ao mundo e instancia os objetos necessários para construí-lo. Um arquivo WFS nada mais é que um documento XML (*eXtensible Markup Language*) formatado seguindo os padrões estabelecidos pela equipe de desenvolvimento do Wonderland. Assim, como as alterações feitas no mundo carregado não são traduzidas em arquivos WFS pelo Wonderland, não há persistência automática de elementos, e todas as alterações são descartadas, uma vez que o servidor seja desligado.

Os modelos 3D a ser importados nessa versão do Wonderland devem possuir o formato X3D. A importação pode ser feita tanto via cliente quanto via configuração utilizando arquivos WFS. Apesar de o X3D ser um formato aberto e baseado em XML de descrição de modelos 3D, ele não é muito utilizado em aplicações notáveis do ramo, como o Adobe Photoshop<sup>2</sup>, Autodesk 3ds Max<sup>3</sup> e o Autodesk Maya<sup>4</sup>, fato que justifica a adoção do padrão COLLADA em substituição ao X3D nas versões seguintes do Wonderland.

Finalmente, para criar um novo mundo para o Wonderland totalmente diferente do MPK20 (o mundo que vem criado como exemplo ao se compilar o código-fonte original) é necessário utilizar o *World Builder*, que é uma aplicação separada e fornecida, tanto binário quanto fonte, pela equipe de desenvolvimento do Wonderland. O motivo dessa necessidade é que um mundo é descrito apenas por um sistema de arquivos WFS que devem respeitar uma hierarquia e os padrões definidos pela equipe de desenvolvimento do Wonderland. Descrever um mundo em WFS manualmente é uma tarefa trabalhosa segundo a equipe de desenvolvimento do Wonderland, e desse ponto negativo nasceu o *Wonderland World Builder*.

---

<sup>2</sup><http://www.adobe.com/products/photoshop/photoshop/>

<sup>3</sup><http://www.autodesk.com/3dsmax>

<sup>4</sup><http://www.autodesk.com/maya>

### 4.1.2 Versão 0.5 developer release 3, 4 e 5

Paralelamente ao suporte da versão 0.4 do Wonderland, a equipe de desenvolvimento já planejava alterar a arquitetura deste software para torná-lo mais robusto e, ao mesmo tempo, permitir que outros pudessem criar mundos virtuais de maneira mais simples, modular e com menos linhas de código. Dessa ideia nasceu a versão 0.5<sup>5</sup>, que apresenta mudanças significativas em relação à versão 0.4, especialmente em termos de arquitetura. As primeiras *releases*, chamadas de *developer releases* denotadas pelo sufixo dev adicionado ao número que designa a versão do Wonderland, apresentavam poucas funcionalidades e número considerável de defeitos. Gradualmente a equipe de desenvolvimento do Wonderland foi consertando-os e adicionando novas funcionalidades ao código do núcleo (ou *core*) do Wonderland.

As primeiras duas *developer releases* foram lançadas praticamente na mesma época e ainda eram limitadas em termos de funcionalidades em relação à versão 0.4, pois eram, basicamente, provas de conceito da arquitetura que a equipe de desenvolvimento desejava adotar. A primeira *developer release* com quase todas as funcionalidades da versão 0.4 foi o Wonderland versão 0.5dev3 e, a partir deste *release* em diante, a versão 0.5 mostrou-se mais interessante ao trabalho que a 0.4, inclusive devido às novas funcionalidades introduzidas pela equipe de desenvolvimento e ao tipo de arquitetura adotada pela versão 0.5. Como principais características é possível citar:

- o uso de **Módulos**;
- a utilização de *Java Web Start*;
- interface amigável;
- adoção do padrão COLLADA;
- inserção de objetos através de *Drag and Drop*;
- criação de Mundos Virtuais através do cliente; e
- a utilização do *jMonkey Engine*.

Uma das principais alterações em relação à versão anterior do Wonderland foi a introdução do conceito de módulos. Para se estender a funcionalidade do Wonderland em versões anteriores, era necessário fazer intrusões diretas no código-fonte, o que poderia, muitas vezes, fazer

---

<sup>5</sup><https://wonderland.dev.java.net/>

com que partes que estivessem funcionando perfeitamente deixassem de funcionar mesmo que não apresentassem relação direta com a alteração, devido à complexidade do código como um todo. Assim, a equipe de desenvolvimento criou o conceito de módulos dentro do contexto do Wonderland - um módulo é um pedaço isolado de código, conjunto de imagens, conjunto de modelos 3D ou de ambos, que pode ser compilado separadamente do Wonderland e instalado via interface web de gerenciamento do servidor ou via tarefa do Apache Ant<sup>6</sup>. Dessa maneira, o módulo depende de classes do código principal do Wonderland para ser compilado mas, ao mesmo tempo, ele se mantém isolado, podendo ser adicionado ou removido do servidor conforme a necessidade. Este conceito permitiu a modularização das extensões das funcionalidades do Wonderland e facilitou a parte de desenvolvimento de extensões.

Outra mudança em relação ao Wonderland 0.4 é que a partir dessa versão não é mais necessário instalar o cliente no computador. Ao acessar o endereço de um servidor, um arquivo é baixado através do navegador e inicia a conexão ao mundo virtual em uma aplicação separada, através da tecnologia Java Web Start. Isso faz com que o software cliente esteja sempre atualizado, pois, a cada vez que o usuário acessa o endereço do servidor web, é feita a verificação da existência de alguma versão do Wonderland em seu *cache* - se tiver, verifica a versão e atualiza, se necessário; caso contrário, faz o *download* do software cliente mais recente e completo.

Na versão 0.5, a interface tanto do software cliente quanto da parte de administração do servidor são amigáveis e é fácil aprender a utilizá-la, mostrando a preocupação da equipe de desenvolvimento em facilitar o modo de se utilizar o Wonderland por qualquer tipo de usuário. Uma funcionalidade extra adicionada à interface dessa versão do Wonderland foi o *drag and drop*, que permite a importação de arquivos e modelos para dentro do cliente do Wonderland apenas arrastando-os para dentro da tela. Com isso, a usabilidade do Wonderland é favorecida e o processo de carregar objetos para dentro dele se torna mais intuitivo. Toda essa preocupação com a interface e aprendizado sobre sua utilização é importante na aceitação do nosso projeto por parte dos usuários finais - os alunos.

Em termos de descrição de modelos 3D, a equipe de desenvolvimento optou pela adoção do padrão COLLADA, da Sony<sup>7</sup>, para a importação de modelos 3D prontos, o que aumenta a integração do Wonderland com formatos externos de modelos 3D. Conforme citado anteriormente, esse formato é aceito por uma gama maior de softwares de manipulação gráfica, tanto livres quanto proprietários, o que justificou a troca. O COLLADA foi desenvolvido, originalmente, para padronizar a criação de modelos tridimensionais para jogos de PlayStation

---

<sup>6</sup><http://ant.apache.org/>

<sup>7</sup><https://collada.org/>

Portable e PlayStation 3, e é utilizado em engines de jogos.

Ao criar um novo mundo virtual, o Wonderland versão 0.5 permite que um usuário carregue um mundo "em branco" e importe seus modelos 3D, utilizando os meios de importação - *drag and drop* e importação via próprio cliente, com a opção de enviar o modelo para o servidor. Após a importação, o Wonderland oferece meios de se editar o tamanho, a posição e a rotação dos objetos, permitindo que o usuário os posicione como desejar. Dessa maneira, é possível criar um novo mundo sem precisar alterar arquivos que estejam na hierarquia de diretórios do Wonderland - basta utilizar o software cliente para importar e editar parâmetros de modelos 3D.

E, finalmente, a *engine* gráfica utilizada pelo Wonderland era, originalmente, Java3D<sup>8</sup> até a versão 0.4. Na versão 0.5 foi feita a migração para o jMonkey Engine (jME)<sup>9</sup>, que é uma engine gráfica de alta performance, inteiramente escrita em Java. Essa alteração melhorou o desempenho do Wonderland em termos de renderização, mesmo em computadores com placas gráficas com menos memória, e também permitiu maior riqueza de detalhes no mundo. Isso só foi possível devido ao fato de que o jME utiliza as bibliotecas LWJGL (*Lightweight Java Game Library*)<sup>10</sup>, uma coleção de bibliotecas gráficas Java de alta performance multiplataforma) e JOGL (*Java OpenGL*)<sup>11</sup>, uma biblioteca que encapsula as funções de OpenGL e permite que sejam usadas em Java). A mudança na qualidade de imagem devido ao uso do jME pode ser verificada na figura 4.2.



**Figura 4.2:** Project Wonderland 0.4, à esquerda e Project Wonderland 0.5, à direita.

<sup>8</sup><https://java3d.dev.java.net/>

<sup>9</sup><http://www.jmonkeyengine.com/>

<sup>10</sup><http://www.lwjgl.org/>

<sup>11</sup><http://kenai.com/projects/jogl/pages/Home>

### 4.1.3 Versão 0.5 User Preview 1

A versão sucessora à 0.5dev5 do Wonderland foi a chamada versão *User Preview 1* (UP1), que apresenta as mesmas características que a versão 0.5dev5 (a mais recente dentre as *developer releases*), exceto pelos seguintes pontos:

- colisão;
- melhora do módulo do portal de teletransporte; e
- avatares estáveis em relação às outras versões.

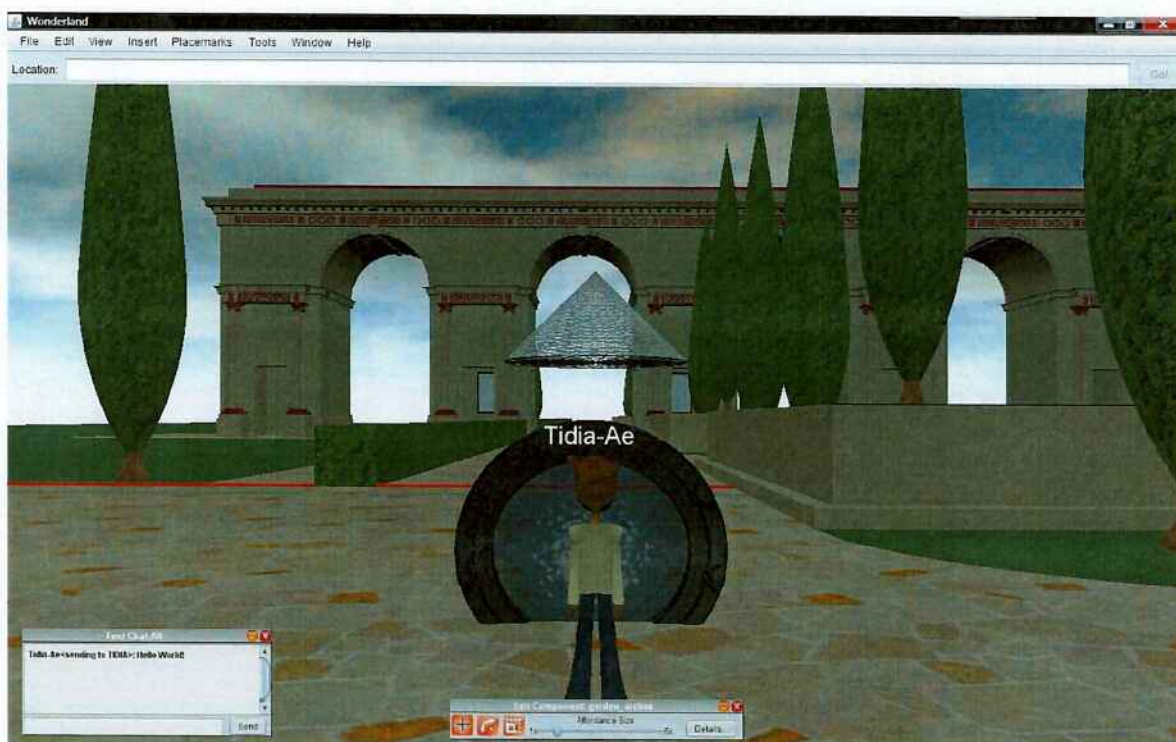


Figura 4.3: Project Wonderland 0.5 User Preview 1.

O Wonderland *User Preview 1* é o primeiro *release* da versão 0.5 do Wonderland a possuir a implementação da colisão entre objetos. A colisão já existia na versão 0.4, mas não havia sido implementada até então em nenhum dos *releases* da versão 0.5 devido à reestruturação completa da arquitetura do Wonderland trazida por esta versão. Assim, ao se importar um objeto para o mundo virtual, a física associada a ele é automaticamente calculada pelo Wonderland a partir da geometria do mesmo. Seus limites físicos são determinados, então, impedindo que o avatar, por exemplo, atravessasse um objeto e/ou que possa andar por cima dele. A colisão pode ser desabilitada pelo usuário no momento que desejar.

Em relação ao módulo de portal de teletransporte, este existe desde as primeiras *developer releases* do Wonderland 0.5, com o intuito de ligar mundos em servidores diferentes, passando ao usuário a impressão de serem um mundo único. Entretanto, para utilização de teletransporte interno (ou seja, o ponto de origem e o de destino do avatar encontram-se no mesmo servidor, diferindo apenas nas coordenadas X, Y e Z), este módulo apresentava um pequeno defeito - ele comportava-se como se o usuário tivesse desconectado no ponto de origem e reconectado ao servidor no ponto de destino, fazendo, inclusive, a reconstrução de todo o cenário. Esse comportamento não era desejável e foi eliminado na versão 0.5UP1.

Por fim, na versão 0.5dev5, era oferecido um conjunto de avatares visualmente bastante detalhados caso o usuário quisesse trocar seu avatar, embora o avatar padrão inicial fosse simples e disforme. Porém, ao tentar alterá-lo, a janela da opção referente à troca de avatar travava na grande maioria das vezes, e era necessário reiniciar a aplicação cliente do Wonderland. Já a versão UP1 apresenta um conjunto menor de avatares, que são visualmente mais simples mas não apresentam conflitos com o software, mas são inferiores em termos de aparência em relação aos das versões anteriores.

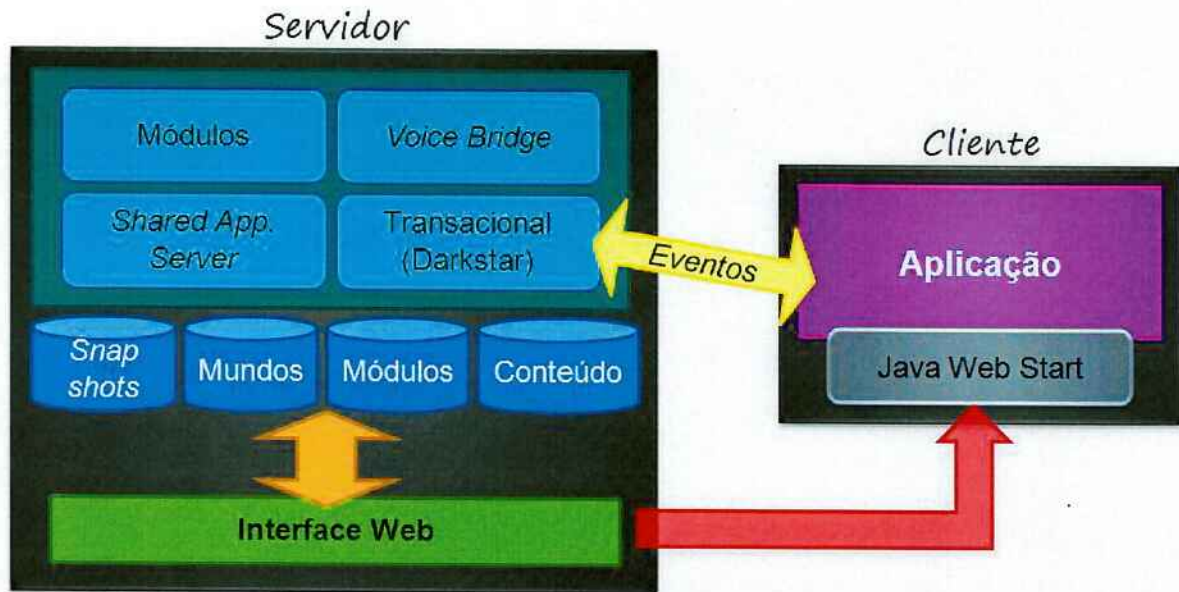
Esta versão foi escolhida como a versão definitiva para utilização no presente projeto para evitar que o trabalho feito até então devesse ser testado e, se necessário, adaptado para cada nova versão do Wonderland lançada. Portanto, todas as considerações a respeito do Wonderland que serão feitas deste ponto em diante serão relativas ao Wonderland versão 0.5UP1.

## 4.2 Arquitetura

Nessa seção será apresentada a arquitetura do Project Wonderland. A figura 4.4 esquematiza o arranjo dos diversos componentes da arquitetura entre si, devendo ser consultada ao longo da leitura desta seção para auxiliar a compreensão da sua dinâmica de funcionamento.

### 4.2.1 Comunicações

O Wonderland possui arquitetura do tipo cliente-servidor. A comunicação entre eles é feita por meio de trocas de mensagens, utilizando protocolo criado pela própria equipe de desenvolvimento do Wonderland, o *Wonderland protocol*, embora haja suporte para outros protocolos. Ela é dirigida por eventos, e é disparada em dois casos: acontecimento de eventos em um cliente que afetam outros clientes de alguma forma; e atualização do estado dos clientes pelo servidor.



**Figura 4.4:** Arquitetura do Project Wonderland.

No primeiro caso, um evento ocorre em um cliente e ele produz modificações que devem ser propagadas para outros clientes como, por exemplo, alterar a posição de uma célula no mundo virtual. Nesse caso, o cliente no qual o evento de alteração de posição da célula ocorre é quem inicia a comunicação e é enviada ao servidor, formatada segundo os padrões do Wonderland protocol. O servidor se encarrega de transmitir a mensagem de atualização de estados para os clientes que sejam afetados pelo evento, pois ele possui a lista dos clientes conectados ao mundo virtual contendo todas suas informações e, com isso, é capaz de avaliar quais que serão afetados pelo evento ou não.

O segundo caso no qual ocorre troca de mensagem entre clientes e servidor é quando algum evento ocorreu em um cliente e o servidor precisa transmitir essa informação para outros clientes. No exemplo utilizado anteriormente, os clientes próximos à célula que foi reposicionada precisam ser notificados, para que atualizem a visão do mundo. Então, quem inicia a comunicação é o servidor, enviando a mensagem com a atualização do posicionamento da célula. Uma vez recebida essa mensagem, os clientes a processam e atualizam seu estado de acordo com o mesmo.

Essa arquitetura permite que clientes apresentem visualização do mundo coerente entre si e também que sejam sensíveis a alterações feitas no mundo, respondendo a elas rapidamente. Quem é responsável pelo oferecimento dessa infraestrutura de comunicação é o servidor Darkstar, que será apresentado na seção seguinte.

## 4.2.2 Servidor

O servidor do Wonderland é composto de, na verdade, três servidores: Darkstar, *Voice Bridge* e o servidor de aplicação e conteúdo compartilhado (*Shared Application Server*). Além desses três servidores, ele conta também com um servidor Glassfish<sup>12</sup> embarcado, que apresenta a interface web de administração do servidor e lida com a instalação e desinstalação de módulos juntamente ao código principal (*core*) do Wonderland. Os três primeiros servidores se comunicam com a interface web do servidor e com o Java Web Start via webservices. Além disso, o servidor também possui quatro instâncias de bancos de dados separadas para armazenar todas as informações do mundo, das *snapshots* salvas, dos módulos e do conteúdo compartilhado.

O servidor Darkstar do Wonderland é a adaptação do Project Darkstar<sup>13</sup>, que é um servidor que oferece a infraestrutura transacional necessária para jogos *online multiplayer*. O Darkstar fornece a infraestrutura para instanciação de objetos do servidor para cada cliente, permitindo sua posterior renderização, e a infraestrutura de comunicação entre clientes e dos clientes com o servidor<sup>14</sup>.

O *Voice Bridge* é o servidor responsável pelo Bate-Papo de voz do Wonderland. O Wonderland permite a seus usuários comunicarem-se utilizando microfones e também lançando mão de um telefone embutido no mundo, o *softphone*.

O *Shared Application Server* ou servidor de aplicação e conteúdo compartilhado serve para permitir o compartilhamento de aplicações (que devem ser compatíveis com X11) e também para armazenar/compartilhar conteúdo entre clientes.

Por fim, o servidor Glassfish embarcado é utilizado pelo Wonderland como servidor web e servidor de gerenciamento dos módulos instalados. A necessidade de um servidor web para o Wonderland é justificada pela existência de uma interface web de administração do servidor e pela utilização de Java Web Start para acionar a execução do software cliente.

Para auxiliar o gerenciamento do servidor, a equipe do Wonderland desenvolveu uma interface web de administração do servidor, que é disponibilizada na página inicial do servidor do Wonderland. Essa página conta com o *link* que aciona o *download* do módulo do Java Web Start que inicia o *download* do cliente e com o *link* para acesso à parte de gerenciamento do servidor. A configuração padrão é que qualquer usuário possa acessar as configurações do servidor utilizando essa interface, mas isso pode ser mudado facilmente - basta desinstalar o

---

<sup>12</sup><https://glassfish.dev.java.net/>

<sup>13</sup><http://www.projectdarkstar.com/>

<sup>14</sup>O servidor Darkstar não funciona em Windows 7 64 bits - logo, o Wonderland não suporta essa configuração.

módulo de não-autenticação para acesso ao gerenciamento web do servidor e instalar o que requer a autenticação. Esses dois módulos já vêm junto com o código-fonte do Wonderland.

A interface web de gerenciamento do servidor conta com as seguintes opções:

- verificação do status dos servidores;
- repositório de conteúdo;
- editor de grupos;
- gerenciamento de módulos;
- gerenciamento de snapshots;
- gerenciamento de placemarks;
- monitoramento de performance do servidor; e
- gerenciamento de aplicações X11.

Essas funcionalidades serão descritas na seção de Funcionalidades do Wonderland.

### 4.2.3 Cliente

O cliente do Wonderland não precisa ser baixado diretamente pelo usuário e instalado em sua máquina. Na verdade, ao acessar o endereço do servidor e selecionar a opção de acesso ao Wonderland, o cliente iniciará o *download* de um arquivo que contém uma aplicação de verificação da existência ou não de uma instalação anterior do cliente do Wonderland em *cache* que, em caso positivo, compara a versão em cache com a versão mais recente existente no servidor. Caso o usuário não possua a aplicação ou ela esteja desatualizada, é iniciado o *download* do cliente binário mais atualizado e, caso ele esteja atualizado, ele é diretamente executado. Essa sequência se deve ao Java Web Start, que permite disparar o início da execução de uma aplicação via internet, utilizando um navegador.

Em relação à persistência, o cliente do Wonderland apresenta um *cache* de ativos (ou, em inglês, *assets*), onde ficarão os arquivos baixados para visualização a partir do repositório de conteúdo do servidor. Cada arquivo no *cache* pode ser descrito por um URI (*Universal Resource Identifier*) único. Esse *cache* é armazenado dentro de um banco de dados Java DB (Apache Derby) e implementa o algoritmo de substituição LRU (*Least Recently Used*).

Em termos de funcionalidades, o cliente do Wonderland permite visualização hierárquica de informações sobre as células existentes no mundo por meio do *Cell Viewer*. O *Cell Viewer* também permite adicionar propriedades às células já existentes no mundo, como visualização restrita a grupos de usuário determinados, capacidade de reprodução de áudio, capacidade de teletransporte etc.

## 4.3 Funcionalidades do Wonderland

O Wonderland disponibiliza para uso algumas funcionalidades que podem ser executadas para se gerenciar e/ou manusear um mundo virtual. Assim, são descritas nas seções seguintes algumas das possibilidades para qualquer usuário que tenha acesso à administração de um servidor, ou que esteja conectado a um mundo virtual.

### 4.3.1 Servidor

Muitas tarefas relacionadas à administração do servidor podem ser feitas através da interface web disponibilizada pelo Wonderland 0.5UP1, que é simples e intuitiva, como pode ser verificado na figura 4.5. Conforme visto no capítulo anterior, a interface web permite realizar as seguintes ações:

- verificação do status dos servidores;
- gerenciamento do repositório de conteúdo;
- editar grupos;
- gerenciamento de módulos;
- gerenciamento de *snapshots*;
- gerenciamento de placemarks;
- monitoramento de performance do servidor; e
- gerenciamento de aplicações X11.

A primeira ação permite monitorar o status dos servidores *Darkstar*, *Voice Bridge* e *Shared Application Server*, permitindo que estes sejam iniciados, reiniciados, parados e editados

projectwonderland

Server Admin

Home

Server Status

Content Repository

Group Editor

Manage Modules

Manage Snapshots

Placements

Server Performance

X Apps

Server: 127.0.0.1  
Version: 0.5-previous1 (rev. unknown)

### Wonderland Server Status

Server Components (edit) refresh: never 15 sec 60 sec

Name	Location	Status	Actions
Web Administration Server	localhost	Running	log
Darkstar Server	localhost	Running	stop restart edit log
Voice Bridge	localhost	Not Running	start edit log
Shared Application Server	localhost	Not Running	start edit log

Stop all, Start all, Restart all

**Figura 4.5:** Wonderland UP1 - Interface para acessar ferramentas de administração do servidor.

individualmente. Além disso, a opção de verificação do status dos servidores também permite verificar o *log* individual das operações feitas em cada servidor, incluindo o servidor web.

A segunda opção da administração do servidor é a de gerenciamento do repositório de conteúdo. Nesse repositório encontram-se todos os arquivos cujo *upload* o usuário tenha feito ou então que tenha recebido por meio do compartilhamento de usuários, via mundo virtual. Essa opção permite a navegação por entre os diretórios existentes, criação de novos diretórios, *upload*, *download* e deleção de arquivos.

A opção de editar grupos oferecida refere-se a grupos de usuário. Essa funcionalidade permite criar e deletar grupos de usuário, bem como adicionar ou remover pessoas desses grupos. Os grupos de usuário são uma forma de segurança simples implementada pelo Wonderland, que permite restringir acesso a determinadas funcionalidades do sistema ou até mesmo a visualização de células dentro do mundo virtual baseado nos direitos de acesso conferidos ao grupo a que o usuário em questão pertence.

A parte de gerenciamento de módulos apresenta uma lista contendo todos os módulos instalados no servidor e informações sobre os mesmos, como nome, versão e descrição. Essa opção também permite a instalação e remoção de módulos. Por outro lado, também é possível

fazer instalações sem utilizar essa interface, bastando executar a tarefa *deploy* com o Apache Ant, descrita no arquivo *build.xml* que acompanha os módulos.

O gerenciamento de *snapshots* é constituído de uma lista dos mundos virtuais existentes, bem como suas *snapshots*, caso haja. O termo *snapshot* significa fotografia, e, no contexto do Wonderland, é exatamente isso que ele representa - uma fotografia de um mundo em um determinado momento. Ao se tirar uma *snapshot*, o status completo do mundo e das células que o constituem naquele instante é salvo em arquivo, podendo ser restaurado quando o administrador do servidor desejar. O servidor do Wonderland já vem com três mundos virtuais iniciais: um mundo vazio ou *Empty World*, que não possui célula alguma a não ser a célula raiz do mundo, chamada *world root*; o mundo *celltest-wfs*, que foi um mundo feito para testes por parte da equipe de desenvolvimento e foi mantido, apesar de também estar vazio; e o mundo *gardenarches-wfs*, que é um mundo que apresenta um modelo 3D importado servindo de cenário - um jardim com construções com arcos (daí o nome).

Outra funcionalidade oferecida pelo servidor do Wonderland é o gerenciamento de *placemarks* ou marcações. *Placemarks* são determinados pontos do mundo virtual que sejam relevantes para o usuário, de alguma forma. O cliente do Wonderland permite marcar um ponto qualquer do mundo virtual, atribuindo-lhe um nome, e essa informação é enviada juntamente com as coordenadas do ponto para o servidor. Assim, os usuários compartilham uma lista de locais favoritos dentro do mundo virtual. Com *placemarks*, o deslocamento para pontos importantes é facilitado, pois o usuário pode solicitar que seu avatar seja imediatamente transportado para o ponto indicado por uma marcação selecionada.

A última opção oferecida pela interface web de gerenciamento do servidor do Wonderland é o gerenciamento de aplicações X11. O Wonderland permite que usuários compartilhem e manipulem aplicações que utilizem o protocolo X11 dentro do mundo virtual. O gerenciador de aplicações X11 é utilizado para adicionar uma nova aplicação X11 no Wonderland, à qual o usuário associa um nome e uma linha de comando para iniciar sua execução.

### 4.3.2 Cliente

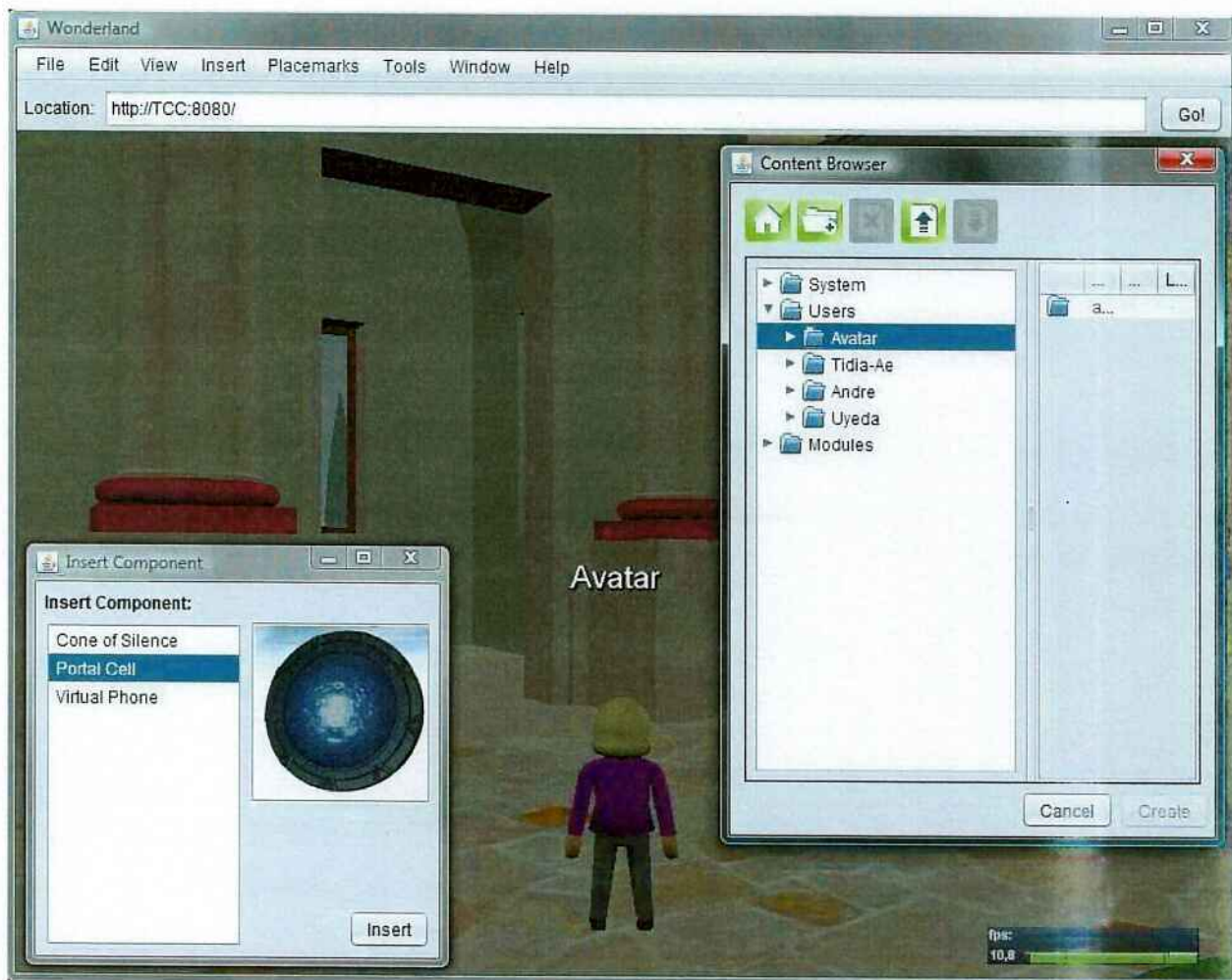
As seguintes ações são disponibilizadas a um usuário conectado a um mundo virtual, por meio do software cliente, conforme pode ser verificado na figura 4.6:

- importação de modelos e envio ao servidor;
- instanciação de componentes;

- configuração de avatar;
- configuração de áudio;
- criação e administração de grupos;
- configuração da câmera;
- ajuste do número de *frames* por segundo (fps) de exibição;
- criação e administração de *placemarks*;
- acesso ao repositório de conteúdo;
- acesso ao editor de células (*Cell Editor*);
- habilitar / desabilitar colisões; e
- habilitar / desabilitar gravidade.

A primeira ação, importação de modelos, permite que modelos tridimensionais criados pelo usuário ou por terceiros possam ser carregados para o mundo virtual através do cliente, por meio de um diálogo de seleção de arquivos que exhibe o sistema de arquivos local do usuário. Porém, os modelos serão disponibilizados para uso ou exibidos para todos os outros usuários do mundo somente quando forem enviados para o servidor. É possível também utilizar a funcionalidade de *drag and drop* para importar modelos para o Wonderland, bastando arrastar o arquivo correspondente ao modelo 3D para dentro da janela do Wonderland. Esse tipo de importação, porém, não envolve o envio do modelo para o servidor e, portanto, não permite novas instanciações dele por parte de outros usuários - apenas a edição do objeto existente no mundo. Durante o processo de importação, é possível entrar diretamente com os valores referentes à posição do centro do modelo importado, à rotação nos três eixos e à escala. Uma vez importado o modelo, esses parâmetros também são editáveis, bastando clicar com o botão direito sobre o objeto de interesse e selecionando a opção *Edit* (editar). Surgirão eixos coloridos clicáveis - vermelho, verde e azul, que representam, respectivamente, os eixos X, Y e Z - sobre o modelo, que permitem alterar graficamente os parâmetros acima descritos. Para alterá-los utilizando a interface mais comum, ou seja, digitando os valores em campos específicos, basta clicar sobre o modelo com o botão direito e selecionar *Properties* (propriedades), e uma janela de edição de parâmetros se abrirá.

O cliente do Wonderland oferece, também, a possibilidade de se instanciar componentes. Componentes são módulos criados para adicionar funcionalidades a células, que são modelos



**Figura 4.6:** Wonderland UP1 - Ferramentas acessíveis através do Cliente.

3D. O desenvolvimento de novas funcionalidades para o Wonderland se dá por meio da criação de células e componentes, sendo que estes devem ser instanciados pelo usuário quando ele desejar utilizar algum recurso não-nativo do Wonderland. Assim, por exemplo, quando um usuário do Wonderland quiser fazer com que seu avatar se teletransporte de um local para outro, ele deverá instanciar o componente Portal, editar suas propriedades - incluindo as coordenadas de destino - e, por fim, atravessá-lo. A instanciação é feita por meio do acesso ao menu *Insert* e seleção da opção *Component*. Uma janela aparecerá, contendo todos os componentes disponíveis para aquele mundo virtual. Vale lembrar que é possível criar mais de uma instância de um mesmo componente.

Na versão UP1 do Wonderland, é possível escolher entre 4 avatares padrão ou criar um avatar personalizado, que pode ser salvo, posteriormente. É possível personalizar diferentes partes do avatar - cabelo, roupa, sapatos e cor da pele - diferentemente de versões prévias do Wonderland, em que havia uma lista fixa de avatares não-customizáveis à escolha do usuário.

Há também no cliente opções de ajuste da interface, com configurações de áudio, câmera e FPS máximo. As configurações de áudio permitem alterar a qualidade do áudio, fazer testes para verificar seu correto funcionamento, ajustar o volume do microfone e configurações referentes ao *softphone*, módulo que pode agir como telefone dentro do Wonderland. Já as configurações de câmera permitem ajustar o nível de *clipping* do vídeo na parte da frente e de trás da câmera, o campo de visão e tipo de visão proporcionada, que pode ser em primeira pessoa, terceira pessoa, visão frontal ou perseguição, modo onde a câmera persegue o avatar. Por fim, é possível também limitar o número máximo de FPS exibidos. As opções existentes são 15, 30, 60, 120 e 200 FPS.

Uma das funcionalidades mais importantes para desenvolvedores oferecidas pelo software cliente do Wonderland é o *Cell Editor*, ou editor de células. Ele permite visualizar a hierarquia das células do mundo (lembrando que a raiz do mundo é a *World Root*), permitindo deletar células mesmo que não estejam visíveis. O *Cell Editor* mostra todas as capacidades da célula, sendo que as capacidades mínimas são a básica - que descreve as propriedades da célula selecionada dentro do sistema, como o seu ID único, seu nome (que não necessariamente é igual ao seu ID) e a classe à qual a célula pertence - e a posição, que é constituída pelas coordenadas do centro geométrico do modelo nos eixos X, Y e Z, em metros, pela rotação do modelo em cada eixo, em graus e pela escala aplicada, e pode ser alterada diretamente via editor.

Além disso, também é possível adicionar ou remover capacidades às células, sendo as que já vêm com o código-fonte são a capacidade de áudio, que adiciona sons à uma célula, o *cone of silence*, que faz com que a célula em questão seja envolvida por um cone sob o qual sons gerados dentro dele somente podem ser ouvidos dentro dele, e que anula sons externos, o *container*, que é apenas uma denominação para que uma célula funcione como o agrupador de um conjunto de células, o *portal*, que permite adicionar a uma célula a capacidade de teletransportar um avatar para um determinado ponto como se fosse um portal e, finalmente, a capacidade de segurança, que permite restringir a visualização e interação com uma célula baseado na verificação do grupo de usuário ao qual o usuário pertence.

O cliente do Wonderland também permite habilitar ou desabilitar a gravidade e a colisão no mundo, opções que facilitam os testes de desenvolvedores, principalmente para verificar o posicionamento e a constituição de modelos importados.

Finalmente, três funcionalidades oferecidas na interface web do servidor também são acessíveis via cliente do Wonderland: a opção de criação e administração de grupos de usuário, o acesso ao repositório de conteúdo e a administração e criação de *placemarks*.

## 4.4 Aprendendo sobre o Wonderland

Esse projeto foi desenvolvido com a utilização da versão 0.5UP1 do Wonderland. Como a ferramenta Wonderland em si ainda está sendo desenvolvida, ela está sujeita a alterações de interfaces a cada nova versão, além de correção de defeitos. Assim, durante a etapa de realização de pesquisas e desenvolvimento em geral do presente trabalho, e até o momento da redação dessa monografia, não existe documentação formal abrangendo todas as funcionalidades desenvolvidas. Por isso, foram utilizadas como fonte de informação, ainda que sujeitos a constantes mudanças, sítios de Internet oficiais do projeto Wonderland e fóruns de discussão do mesmo.

### 4.4.1 Sítio do Wonderland

O sítio do Wonderland<sup>15</sup>, em inglês, disponibiliza para os interessados recursos tais como:

- download do código fonte;
- informações sobre os últimos releases;
- tutoriais;
- discussões sobre outros projetos usando o Wonderland;
- defeitos mais frequentes; e
- descrição da arquitetura;

### 4.4.2 Fórum do Wonderland

O fórum do Wonderland<sup>16</sup> contém discussões com temas diversos, com a vantagem de frequentemente surgirem dúvidas de usuários e desenvolvedores a respeito de funcionalidades do software que não foram documentadas, ou com usuários relatando algum defeito ainda não detectado, documentado ou corrigido.

Para enviar perguntas para a comunidade é necessário efetuar seu *login* na página, utilizando um nome de usuário do domínio Java.net<sup>17</sup>. No entanto, o registro é gratuito, bem como seu acesso e leitura.

<sup>15</sup><https://wonderland.dev.java.net/index.html>

<sup>16</sup><http://forums.java.net/jive/forum.jspa?forumID=112s>

<sup>17</sup><https://www.dev.java.net>

## 4.5 Wonderland x Second Life

Conforme visto no capítulo 3, as opções de escolha em termos de ambientes para desenvolvimento de mundos 3D são limitadas. Levando em conta experiências de uso com as duas ferramentas, foi elaborada a tabela 4.1, comparando nossas duas principais alternativas para esta implementação.

**Tabela 4.1:** Project Wonderland x Second Life.

Característica	Project Wonderland	Second Life
Nível de desenvolvimento	Em desenvolvimento	Produto pronto
Licença de uso	Livre	Restrita
Código	Aberto	Proprietário
Gráficos	Comparativamente piores	Comparativamente melhores
Extensão de funcionalidades	Presente	Não possui
Forma de acesso	Cliente Web	Cliente Local

Após a adoção do uso do jME a qualidade gráfica do Wonderland melhorou consideravelmente, mas ainda possui diferenças nítidas quando comparada à qualidade gráfica do Second Life. Um comparativo pode ser observado na figura 4.7.



**Figura 4.7:** Project Wonderland à esquerda e Second Life, à direita.

## 4.6 Requisitos de sistema do Wonderland

Para a versão 0.5, utilizada nesse projeto, são necessários os seguintes requisitos de sistema:

- Windows XP/Vista, Linux (Debian/Ubuntu), OpenSolaris, Mac OS X; e

- Sun<sup>18</sup> Java SE 6 JDK.

Adicionalmente, para o desenvolvimento do projeto, foram utilizados:

- Apache Ant<sup>19</sup>;
- Sketch Up<sup>20</sup>; e
- Blender<sup>21</sup>.

## 4.7 Considerações Finais

Após analisar e utilizar alguns dos recursos apresentados pelo Wonderland, é necessário avaliar se ele é ou não uma ferramenta que pode servir como interface 3D para integração com o Ae. Esse tipo de avaliação será feita através do levantamento dos requisitos que um ambiente virtual deve possuir para que possa se integrar com o Ae, seguida da verificação de se o ambiente virtual em questão é capaz de atender todos esses requisitos. O próximo capítulo se dedicará a levantar esses requisitos.

---

<sup>18</sup><http://www.sun.com/>

<sup>19</sup><http://ant.apache.org/>

<sup>20</sup><http://sketchup.google.com/>

<sup>21</sup><http://www.blender.org/>

## 5 PROVAS DE CONCEITO

O método utilizado para validar o estudo do potencial de integração de um ambiente virtual 3D com o Ae foi a proposição de um conjunto de provas de conceito, baseadas na verificação dos requisitos funcionais observados no Ae para que a integração fosse feita com sucesso e no levantamento de funcionalidades do Wonderland para a implementação das ferramentas didáticas do Ae-3D. Assim, a listagem de funcionalidades do Wonderland unida com os requisitos funcionais do Ae agrupados por ferramenta Ae-3D e capacidade observada constituem um conjunto verificável de provas de conceito, que devem ser testadas para verificar o potencial do ambiente escolhido.

As provas de conceito apresentadas nesse trabalho estão divididas em três grupos, cada um dependente do anterior: provas de conceito de Aplicabilidade, provas de conceito de Integrabilidade e provas de conceito de Versatilidade.

O primeiro, de Aplicabilidade, é o conjunto que objetiva verificar se o mundo virtual possui recursos que permitem a criação, abstração ou emulação das funcionalidades presentes no Ae-3D.

Num segundo momento, as provas de conceito seguinte são as de Integrabilidade, em que se busca garantir que o ambiente tem a capacidade de se conectar ao Ae e trocar dados, permitindo a um usuário conectado ao mundo virtual ter acesso a todas as ferramentas disponíveis.

Por fim, as de Versatilidade buscam garantir que é possível que o sistema seja utilizado por muitos usuários para servir necessidades reais, atuais ou futuras, de um mundo virtual como interface para o Ae, sem que usuários da nova interface tenham negado acesso negado a nenhuma das funcionalidades presentes na interface tradicional.

Para cada um desses grupos foi levantado um número de provas de conceito a serem implementadas e verificadas, que estão descritas nas seções a seguir.

## 5.1 Aplicabilidade

O Ae-3D possui um conjunto de ferramentas amplo, conforme descrito no capítulo 3. Baseado nisso, foram selecionadas ferramentas que provam que um mundo virtual qualquer é aplicável para implementação de um LCMS, junto com outras auxiliares que implementam recursos disponíveis fora do mundo virtual, e que auxiliam o Ae em suas tarefas.

Assim, estudando tais ferramentas foram propostas diversas provas de conceito para cada uma, provando que elas podem ser implementadas no ambiente proposto, sendo que estas provas podem estar implementadas isolada ou conjuntamente, sem que isto venha a impactar no resultado do teste.

A seguir, estão detalhados os resultados esperados das provas de acordo com esta análise, separados de acordo com as funcionalidades relacionadas. Por fim, um exemplo de implementação da prova de conceito é detalhado em seguida.

### 5.1.1 Apresentações

A ferramenta de apresentações serve para que alunos vejam apresentações dentro do LCMS, tanto individualmente quanto acompanhando um professor.

A abstração para o mundo virtual considerada foi o uso de um objeto 3D que será usado como uma tela, sobre a qual as imagens de cada etapa da apresentação serão exibidas, através da aplicação de uma textura correspondente ao *slide* que se deseja reproduzir, sendo que a navegação entre *slides* deve ser controlável por teclado, mouse, ou um comando vindo do servidor. Portanto, para implementar a ferramenta de Apresentações é necessário que:

1. seja possível atribuir texturas a objetos virtuais de forma dinâmica;
2. a textura de um objeto possa ser trocada em tempo de execução sem que o resto do objeto tenha que ser alterado;
3. a imagem de uma textura possa ser obtida a partir de uma URL;
4. a troca de texturas seja controlável por meio de comandos de teclado ou mouse; e
5. a textura possa ser trocada após uma mensagem vinda de um servidor.

Uma prova possível desses requisitos é a geração de um objeto que aja como uma tela. Nele, será exibida, através da aplicação de uma textura, uma imagem armazenada em um

servidor *Web* remoto. A um clique do mouse do usuário, a imagem será trocada por uma outra, também armazenada remotamente, sem que esta troca afete algo no objeto exceto sua textura. Por fim, é necessário que algum evento externo possa ativar uma troca de texturas, sendo que esse pode ser simulado, por exemplo, por um *timer*.

### 5.1.2 Escaninho

A ferramenta de escaninho é utilizada para o envio de arquivos por um aluno para o servidor do Ae.

A abstração para o mundo virtual considerada foi o uso de objetos 3D que representem o sistema de arquivos do computador do cliente. Assim, um usuário pode acessar os arquivos que deseje de dentro do mundo virtual, selecionar algum, e fazer com que, assim, o arquivo seja enviado para o Ae dentro do contexto de uma disciplina. Similarmente, é necessário permitir o acesso aos arquivos disponíveis em uma disciplina usando uma representação similar, onde ao se selecionar um arquivo este possa ser baixado para o computador do cliente. Portanto, para implementar a ferramenta de Escaninho é necessário que:

1. seja possível listar e acessar arquivos do computador do usuário através do cliente;
2. o cliente possa controlar, a partir do mundo virtual, o envio de um arquivo de seu computador para um servidor remoto;
3. o conteúdo de um servidor remoto possa ser exibido dentro do mundo virtual; e
4. a partir do mundo virtual, um cliente possa baixar para seu computador um arquivo identificado num servidor remoto.

Uma prova de conceito possível desses requisitos é divisível em duas partes.

Na primeira parte, garantimos os requisitos 1 e 2. Para tal, basta criar uma representação no mundo virtual 3D de alguma parte do sistema de arquivos do usuário e, a um clique de mouse, um arquivo possa ser selecionado e enviado para um servidor remoto.

Por fim, para garantir os requisitos 3 e 4 é necessário efetuar o caminho oposto, ou seja, que se crie uma representação no mundo virtual 3D de parte do conteúdo do servidor remoto, e que a um clique do mouse do usuário, um arquivo possa ser selecionado e baixado para seu computador.

### 5.1.3 Bate-Papo

A ferramenta de Bate-Papo permite que diversos usuários possam conversar entre si através do Ae dentro de uma sala de bate-papo, que se encontram dentro de uma disciplina.

A abstração para o mundo virtual considerada foi uma caixa de texto presente como HUD<sup>1</sup>, onde o que foi digitado por um usuário aparece, assim como o mensagens enviadas por outros usuários para esta mesma sala de Bate Papo, além de uma lista dos usuários logados no momento. Portanto, para implementar o Bate-Papo é necessário que:

1. o cliente possa exibir textos, divididos em remetente e conteúdo, e captar o que é digitado por um usuário;
2. um texto digitado no ambiente virtual possa ser enviado para um servidor remoto, juntamente com uma identificação de seu remetente;
3. seja possível identificar que um texto foi adicionado a um servidor remoto;
4. um texto adicionado a um servidor remoto possa ser obtido, juntamente com uma identificação seu remetente; e
5. todos os usuários participantes de uma conversa possam ser listados e representados visualmente no mundo virtual.

Uma PoC possível desses requisitos deve ser dividida em três etapas.

Para garantir os itens 1 e 2, é necessária a implementação de uma caixa de texto exibida na interface do usuário, onde textos podem ser digitados e exibidos. Em um servidor remoto, então, deve haver um sistema que pode receber um texto, contendo este campos de conteúdo e remetente. O cliente de mundo virtual então deverá poder enviar o texto digitado na caixa de texto a este servidor, juntamente com um nome que o identifique.

Para garantir então 3 e 4 será necessário um servidor remoto que possua a capacidade de armazenar um texto a ele enviado, de informar sobre a existência de novos textos desde a última solicitação a esse servidor por parte de um usuário e de enviar tais textos armazenados quando requisitado. O cliente, por sua vez, deve ser capaz de perguntar periodicamente ao servidor se este possui novos textos, de solicitar o recebimento destes em caso afirmativo, e de exibi-los na caixa de texto. Essa solicitação deve ser feita de dentro do ambiente virtual.

---

<sup>1</sup>HUD - *Heads Up Display*. Interface no cliente que aparece fora do mundo virtual, estando presente independente de sua localização.

Por fim, o item 5 depende do servidor poder armazenar as identificações de todos que já lhe enviaram textos, e enviar esta informação quando requisitado. Do lado do cliente, por fim, será necessária a obtenção periódica desta lista, e a subsequente geração dentro do mundo virtual de objetos tridimensionais representativos dos participantes, contendo os nomes destes.

#### **5.1.4 Repositório**

A ferramenta de repositório permite que um usuário obtenha conteúdo armazenado no servidor do Ae.

A abstração para o mundo virtual considerada foi a mesma que a do Escaninho. Portanto, para implementar a ferramenta de Repositório é necessário que:

1. seja possível listar e acessar arquivos do computador do usuário através do cliente;
2. o cliente possa controlar, a partir do mundo virtual, o envio de um arquivo de seu computador para um servidor remoto;
3. o conteúdo de um servidor remoto possa ser exibido dentro do mundo virtual; e
4. a partir do mundo virtual, um cliente possa baixar para seu computador um arquivo identificado num servidor remoto.

Como esses requisitos são iguais aos do Escaninho, considera-se que uma possível prova de seu funcionamento já foi dada neste item.

#### **5.1.5 Fórum**

Fórum é um ferramenta onde usuários podem deixar mensagens agrupadas em tópicos, para que outros usuários possam lê-las em algum outro momento do tempo.

A abstração para o mundo virtual considerada foi um sistema em que as pessoas possam entrar em salas que representam os tópicos, sendo que os textos referentes a cada tópico podem ser percorridos e lidos e, caso o usuário deseje, ele possa contribuir. Portanto, para implementar a ferramenta de Fórum é necessário que:

1. o cliente possa exibir textos, divididos em remetente, conteúdo e tópico, e captar o que é digitado por um usuário;

2. um texto digitado no ambiente virtual possa ser enviado para um servidor remoto, juntamente com uma identificação de seu remetente e do tópico a que se relaciona;
3. possa ser obtida, a partir do mundo virtual, uma lista de todos os tópicos contidos em um servidor remoto, e que uma representação coerente destes possa ser gerada dentro do ambiente.
4. todas as mensagens contidas em um dado tópico possam ser visualizadas dentro do mundo virtual.
5. o usuário possa excluir mensagens de sua própria autoria, utilizando apenas o mundo virtual;
6. usuários com permissões especiais possam excluir mensagens de qualquer usuário, utilizando apenas o mundo virtual; e
7. usuários com permissões especiais possam fechar, reabrir e apagar tópicos, utilizando apenas o mundo virtual.

Uma prova possível desses requisitos deve ser dividida em diversas etapas.

Para garantir os itens 1 e 2, é necessária a implementação de uma caixa de texto exibida na interface do usuário, onde textos podem ser digitados e exibidos, destinada ao conteúdo da mensagem, com uma caixa de texto anexa adicional similar onde o assunto pode ser escrito. Em um servidor remoto, então, seria implementado um sistema simples que pode receber um texto, contendo estes campos de conteúdo, remetente e tópico. O cliente de mundo virtual então deverá poder enviar o texto digitado nas caixas de texto a este servidor, devidamente identificados, juntamente com um nome para o usuário.

Em seguida, o item 3 depende de se alterar o servidor para que este possa armazenar todos os tópicos, nomes e conteúdos de todos os textos que já lhe foram enviados, e enviar todos os nomes de tópicos quando for requisitado. Do lado do cliente, por fim, será necessária a obtenção periódica desta lista, e a subsequente geração dentro do mundo virtual de objetos tridimensionais representativos dos tópicos, contendo os nomes destes.

Para garantir 4, então será necessário expandir novamente o servidor remoto, adicionando a este a capacidade de enviar os textos armazenados que estejam identificados como pertencentes a algum tópico quando requisitado. O cliente, por sua vez, deve passar a ser capaz, de dentro do ambiente virtual, de solicitar o recebimento das mensagens contidas em algum tópico e exibi-las em representação adequada.

Por fim, para os itens 5, 6 e 7 é necessário que o servidor possa gerenciar informações que levem à identificação de qual usuário enviou cada mensagem, qual usuário está efetuando cada modificação, além de permitir que mensagens enviadas previamente sejam deletadas, de acordo com níveis de permissão dados a cada usuário, fora garantir que tópicos possam ser fechados, tornando-os apenas legíveis, mas impedindo que novas mensagens lhe sejam adicionadas, reabertos ou apagados, removendo todas as mensagens deste. Com isto o cliente deve poder se identificar junto ao servidor remoto, além de ter acesso a ferramentas que lhe permitam, de acordo com suas permissões, a efetuar as modificações indicadas acima nas mensagens.

### 5.1.6 Enquete

A ferramenta de Enquete permite a criação e participação em votações.

A abstração para o mundo virtual considerada foi o de um local onde enquetes podem ser iniciadas e editadas, no estilo de um quadro de recados onde estas votações irão estar disponíveis. Portanto, para implementar a ferramenta de Enquetes é necessário que:

1. seja possível a criação de enquetes interativas em um servidor remoto, definido suas opções e data de término;
2. os usuários possam visualizar as opções de uma enquete e votar nesta, caso esteja aberta, a partir de um ambiente virtual;
3. resultados parciais ou definitivos de cada enquete possam ser visualizados; e
4. um usuário com permissões especiais possa encerrar ou alterar o conteúdo de uma enquete de dentro do mundo virtual.

Uma prova possível para as Enquete depende de um servidor remoto que possa armazenar as informações sobre as enquetes, retornar seus resultados, e armazenar informações que permitam identificar um usuário com permissões especiais para que este possa encerrar ou alterar o conteúdo de enquetes. Com isto, no mundo virtual é necessária uma representação visual das enquetes, de forma que os usuários possam criar novas, escolher entre diversas enquetes em aberto, e visualizar, de alguma forma, os números resultantes de cada uma, com interações com estas resultando em solicitações equivalentes junto ao servidor remoto. Além disso, usuários com permissões especiais devem poder se identificar como tais, tendo assim acesso às ferramentas próprias para alterar ou remover enquetes, novamente representadas visualmente no ambiente virtual.

### 5.1.7 Visualizador

O visualizador é uma ferramenta pensada para que documentos que se encontrem num servidor remoto possam ser lidos de dentro do mundo virtual, sem requerer ferramentas externas.

A abstração para o mundo virtual considerada foi a mesma que a da ferramenta de Apresentações. Portanto, para implementar a ferramenta Visualizador, é necessário que:

1. um arquivo em algum formato de texto, imagem ou apresentação possa ser exibido com uma representação no mundo virtual;
2. um arquivo possa ter seu formato corretamente identificado;
3. um arquivo possa ser obtido a partir de um servidor remoto e manipulado; e
4. um usuário possa controlar o ritmo da visualização de arquivos que contenham uma sequência de páginas.

Uma prova possível para o visualizador é baixar para o computador a partir de um servidor remoto um arquivo em algum formato que se queira exibir, como um documento em formato PDF, por exemplo, transformá-lo em uma sequência de imagens, aplicá-las como textura a um objeto a servir de tela, e permitir que o usuário avance na visualização do documento com o clique de um mouse.

### 5.1.8 Editor

O Editor é uma ferramenta pensada para que arquivos de texto possam ser escritos e editados de dentro do mundo virtual, sem o auxílio de ferramentas externas, podendo enviá-los diretamente de volta para um servidor externo onde se encontram armazenados.

A abstração para o mundo virtual considerada foi a de uma caixa de texto onde um arquivo de texto pode ser editado, seja ele local ou remoto, sendo que esta caixa de texto possa ser visualizada como uma tela. Portanto, para implementar a ferramenta Editor, é necessário que:

1. um arquivo texto em formato TXT possa ser aberto e salvo pelo cliente dentro do mundo virtual;
2. um arquivo possa ser obtido a partir de um servidor remoto e manipulado dentro do mundo virtual;

3. um arquivo possa ser enviado a um servidor remoto a partir do cliente; e
4. um texto possa ser visualizado e editado livremente dentro do mundo virtual.

Uma prova possível para o editor é um sistema que, similarmente ao visualizador, exiba um documento em formato TXT em uma tela do sistema. Este, porém, poderá ser interagido pelo usuário, que, a um clique, conseguirá inserir ou remover texto. Estas modificações, então, poderão ser salvas para o mesmo documento que foi aberto originalmente, e que será, por sua vez, enviado de volta para um servidor remoto.

## 5.2 Integrabilidade

Todas as ferramentas do Ae-3D dependem de dados obtidos a partir deste. Assim, todas as referências a um "servidor externo" ao longo das provas de conceito, serve simplesmente para substituir as funções que o próprio Ae deveria efetuar.

Ao mesmo tempo, de acordo com o dito no capítulo 3, toda a comunicação com o LCMS deve ser feita através de um módulo de interoperabilidade, de forma a garantir que as ações permitidas a usuários de ambas as interfaces sejam equivalentes. Sendo assim, esse módulo é o responsável por integrar as ações entre os usuários do Ae que utilizam uma interface de navegador 2D e a de usuários que utilizariam o Ae.

Um ambiente de mundo virtual que se proponha como interface do Ae deve obrigatoriamente ser capaz de obter e prover informações deste e utilizá-las em conjunto com as ferramentas cujas PoCs foram definidas no nível 1. Assim, para provar a Integrabilidade do sistema é necessário que:

1. o usuário possa realizar seu *login* no Ae através da interface de mundo virtual, identificando-se com nome de usuário e senha;
2. um usuário devidamente logado seja capaz de visualizar suas disciplinas do Ae e escolher qual que deseja acessar;
3. o cliente de mundo virtual interaja através do módulo de interoperabilidade para enviar e receber os dados referentes a um usuário devidamente logado e uma dada disciplina, utilizando-os na ferramenta de Bate-Papo;
4. o cliente de mundo virtual interaja através do módulo de interoperabilidade para enviar e receber os dados referentes a um usuário devidamente logado e uma dada disciplina, utilizando-os na ferramenta de Escaninho;

5. o cliente de mundo virtual interaja através do módulo de interoperabilidade para enviar e receber os dados referentes a um usuário devidamente logado e uma dada disciplina, utilizando-os na ferramenta de Repositório;
6. o cliente de mundo virtual interaja através do módulo de interoperabilidade para enviar e receber os dados referentes a um usuário devidamente logado e uma dada disciplina, utilizando-os na ferramenta de Atividades;
7. o cliente de mundo virtual interaja através do módulo de interoperabilidade para enviar e receber os dados referentes a um usuário devidamente logado e uma dada disciplina, utilizando-os na ferramenta de Apresentações;
8. o cliente de mundo virtual interaja através do módulo de interoperabilidade para enviar e receber os dados referentes a um usuário devidamente logado e uma dada disciplina, utilizando-os na ferramenta de Fórum; e
9. o cliente de mundo virtual interaja através do módulo de interoperabilidade para enviar e receber os dados referentes a um usuário devidamente logado e uma dada disciplina, utilizando-os na ferramenta de Enquete.

Uma possível prova de conceito é a criação de um objeto que permita a um usuário inserir seu login e senha do Ae e, sendo esse bem sucedido, optar qual disciplina irá acessar. Isto garante os requisitos 1 e 2. Para os outros requisitos basta adaptar as provas de conceito de Aplicabilidade para que seu servidor remoto utilizado passe a ser o Ae, acessado por meio do módulo de interoperabilidade, mesmo que utilizando neste algum *login* não configurável.

### 5.3 Versatilidade

Um trabalho nesta área pode ter como objetivo construir uma interface 3D para um LCMS que possa ser utilizada numa situação real, o que gera novas necessidades de projeto, que vão além de simplesmente garantir que o mundo virtual possa ser utilizado na implementação dessa interface.

Estas provas dependem, primeiramente, de que todas as provas de conceito de Aplicabilidade e Integrabilidade tenham sucesso. Com isso, deve-se garantir que o uso destas ferramentas não provoque perdas de funcionalidades para os usuários da nova interface e nem dependa de alguma forma de ferramentas externas. Também deve-se buscar atender requisitos específicos

de projeto, como requisitos de disponibilidade, segurança, privacidade, entre outros, que variam de acordo com o intuito de cada projeto, não podendo ser definidos, então, com precisão neste trabalho.

Assim, a Versatilidade foi considerada como a capacidade de se implementar no ambiente virtual 3D uma interface alternativa com todas as funções presentes na interface tradicional, sendo também capaz de atender múltiplos usuários e expandir o sistema de forma segura, escalável e confiável, de acordo com os critérios de cada projeto. Para isto, é necessário que:

1. todos os requisitos das provas de conceito de Aplicabilidade e Integrabilidade sejam satisfeitos pela ferramenta;
2. as ferramentas de mundo virtual sejam capazes de atender a mais de um usuário simultaneamente;
3. uma implementação deste mundo virtual possa ser escalável, expansível, segura e confiável, de acordo com os requisitos de cada projeto; e
4. nenhuma funcionalidade da nova interface seja implementada de forma a impedir que um usuário da interface tradicional tenha suas possibilidades reduzidas.

Uma prova deste conceito é dependente das implementações feitas para cada uma das ferramentas, assim como do mundo virtual sendo tratado e das necessidades percebidas para a nova interface. Logo, por variar tanto de projeto para projeto, a definição de uma prova de conceito genérica de Versatibilidade não pode ser feita, dependendo de características próprias de cada projeto.

## 5.4 Considerações Finais

Mundos virtuais 3D são uma alternativa interessante às interfaces de ensino a distância tradicional. Porém, é necessário que estes estejam bem integrados com as interfaces tradicionais para que possam ser usados amplamente, além de requererem certas funcionalidades que podem não necessariamente ser suportadas, de acordo com a tecnologia de mundo virtual escolhida para o projeto.

Com isto, consideraremos o Wonderland como potencial ambiente virtual para interface 3D integrada ao Ae, conforme as características identificadas no capítulo 5, juntamente à avaliação realizada neste capítulo. É importante garantir, na prática, que ele cumpre estes

requisitos. Assim sendo, o capítulo a seguir se dedicará à análise do Wonderland como interface para o Ae, dentro dos termos detalhados neste capítulo, dos pontos de vista teórico, de acordo com o que é sabido de nosso estudo preliminar da ferramenta, e prático, com a implementação de parte das Provas de Conceito descritas ao longo deste capítulo.

## 6 RESULTADOS

Conforme foi elaborado no capítulo 5, o Wonderland possui uma estrutura e conjunto de ferramentas que, em teoria, deve permitir sua integração com as ferramentas do Ae-3D. Assim, com base nas provas de conceito apresentadas anteriormente, algumas foram selecionadas e implementadas, para comprovar o potencial de integração do Wonderland com o Ae. Entretanto, não basta apenas implementar as provas de conceito exclusivamente, é necessário criar uma infraestrutura dentro do Wonderland para que seja possível a criação das provas de conceito - é preciso fazer, inicialmente, com que o Wonderland troque informações com o Ae e importar modelos para dentro do mundo de testes para que, aí sim, as provas de conceito sejam criadas e avaliadas.

Neste capítulo serão apresentadas todas as etapas que foram necessárias para a implementação das provas de conceito em si.

### 6.1 Módulo de interoperabilidade Ae com Mundos Virtuais

Para que fosse possível a conexão entre o Wonderland e o Ae, foi adotado como solução o uso de uma API de comunicação, elaborada dentro do escopo do projeto Ae-3D, e desenvolvida pelo Interlab. Portanto, seu desenvolvimento foi considerado como fora do escopo do projeto.

A API, sendo um módulo de interoperabilidade, tem como objetivo criar um modelo base para permitir que as ferramentas implementadas em uma interface (a web) sejam as mesmas que a na outra interface (a tridimensional), conforme detalhado no capítulo 3. Porém, por seu desenvolvimento não caber a este projeto, as ferramentas utilizadas estarão limitadas às atualmente implementadas pelo Ae-3D.

O módulo utilizado para a implementação das provas de conceito foi fornecido pelo Interlab, incluindo seu código-fonte e um programa-exemplo que utiliza esse módulo para realizar diversos testes de comunicação.

## 6.2 Tratamento dos modelos 3D

Funcionalidade essencial para um ambiente virtual 3D, é essencial garantir o bom tratamento dos modelos 3D, para que o mundo virtual a ser utilizado possa representar, mesmo que de forma limitada, o ambiente simulado.

Foi criado um mundo virtual novo, utilizando a hierarquia de arquivos de um mundo já existente (*Garden Arches*) como guia, e um modelo em formato .dae (COLLADA), baixado do *Google 3D Warehouse*<sup>1</sup>, cujos modelos completos e detalhados podem ser obtidos gratuitamente pois apresentam licença *Creative Commons 2.0*.

Além disso, foram estudadas e utilizadas as funções de renderização e criação de objetos próprias do jME, para manipular melhor as capacidades gráficas dos componentes desenvolvidos para o Wonderland.

Por fim, foi criado um outro mundo virtual para testar o funcionamento do modelo 3D do prédio da Engenharia Elétrica da Escola Politécnica, apelidado "Poli-Elétrica", dentro do Wonderland. O modelo foi desenvolvido pela equipe do Interlab, utilizando Blender e foi exportado para formato COLLADA para finalmente poder ser utilizado dentro do Wonderland.

## 6.3 Arquitetura de comunicação com o Ae

A infraestrutura de comunicação com o Ae foi desenvolvida tendo em mente a extensibilidade de suas funcionalidades, seguindo a arquitetura modular própria do Wonderland. Desta forma, um núcleo, aqui detalhado, é responsável pela comunicação das informações pertinentes ao cliente e necessárias a seus *login*, requisições e respostas junto ao Ae, através do Módulo de Interoperabilidade do Ae-3D.

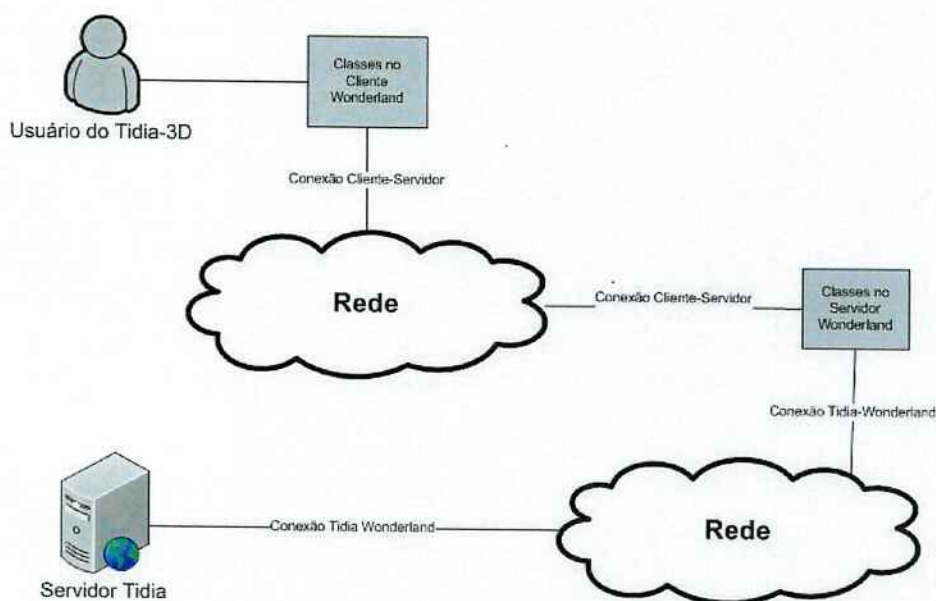
Em cima deste núcleo são implementados os métodos de comunicação, estendendo ou aproveitando-se das funções das classes implementadas. Sendo assim, versões futuras poderiam implementar novas funcionalidades de maneira simples e prática, necessitando de um mínimo de trabalho. Através deste núcleo as PoCs de Integrabilidade, detalhadas no capítulo 5, foram implementadas.

---

<sup>1</sup><http://sketchup.google.com/3dwarehouse/>

### 6.3.1 Comunicação Cliente-Servidor

A figura 6.1 resume o funcionamento da comunicação entre as diversas partes do sistema. Nesse diagrama é visível, de forma geral, como se conectam as diversas partes da arquitetura de comunicação implementada.



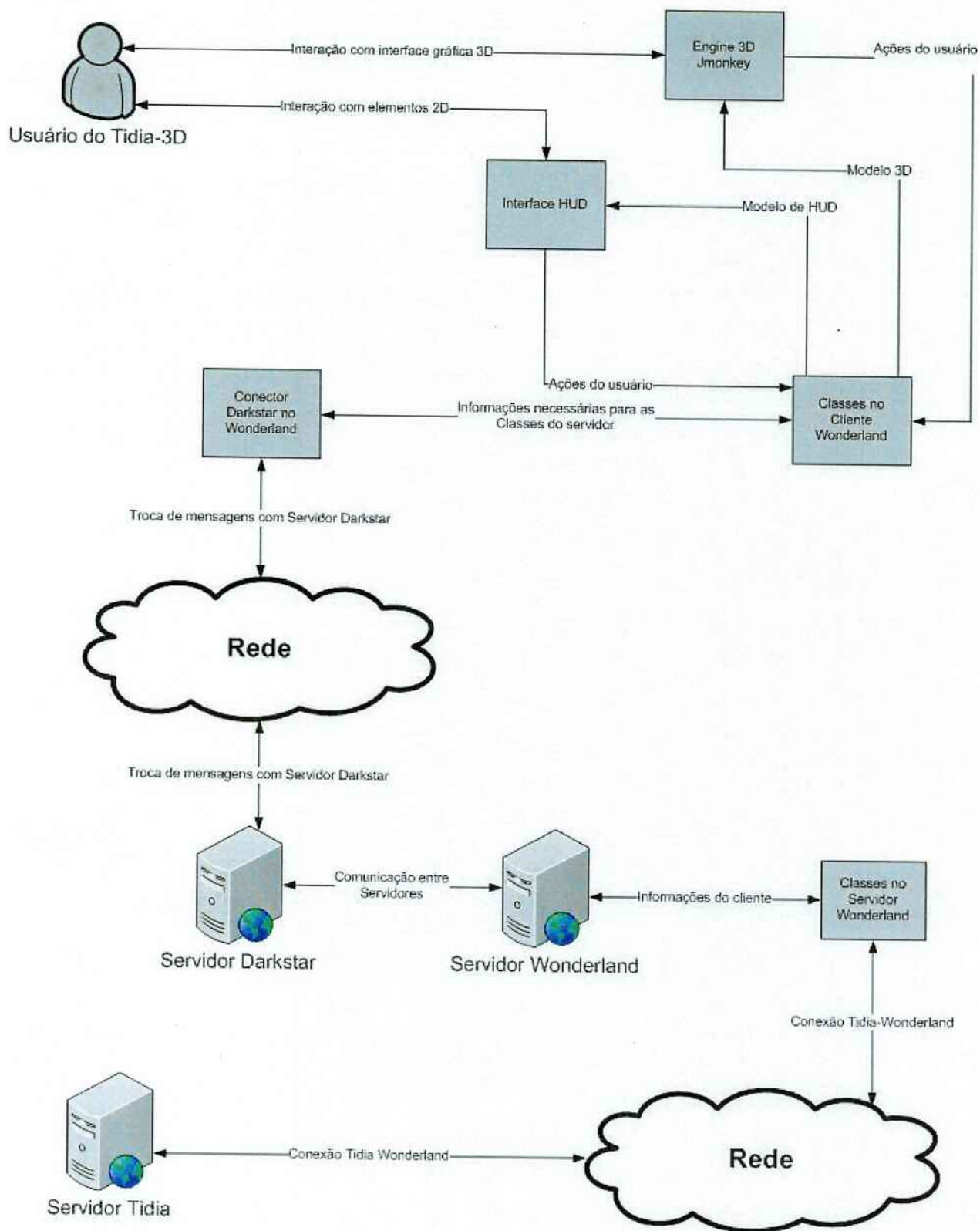
**Figura 6.1:** Diagrama demonstrando o caminho da comunicação, de forma geral, do usuário até o TIDIA.

O usuário, inicialmente, irá acessar o seu cliente Wonderland, uma interface de mundo virtual. Ao necessitar informações do Ae, a aplicação cliente irá solicitar ao servidor do Wonderland os dados necessários. Para tal, fornecerá seu nome de usuário e senha, necessários para realizar seu *login*.

No servidor, por sua vez, estão armazenadas informações sobre cada cliente que já efetuou *login* em algum momento. Caso o usuário seja considerado como logado, as informações do Ae requisitadas são obtidas pelo servidor. De posse delas, muitas ações podem ser efetuadas, podendo impactar tanto somente o cliente que fez o pedido, quanto se propagar para todos que estão conectados naquele mundo.

É importante notar que tanto o cliente Wonderland, o servidor Wonderland e o servidor Ae podem estar separados fisicamente por uma rede arbitrária, como a Internet, com isto apenas impactando os tempos de resposta vistos pelo usuário entre a efetuação e o atendimento de sua requisição, no pior caso.

Obviamente, a implementação se aproveita da arquitetura cliente-servidor já implementada pelos sistemas Darkstar e Wonderland. Ao incluir suas funções no diagrama da figura 6.1,



**Figura 6.2:** Diagrama demonstrando como as partes implementadas se integram na arquitetura do Project Wonderland.

a situação da figura 6.2 se apresenta, onde são adicionadas as partes implementadas pelo Wonderland que permitem o funcionamento do nosso sistema. É possível ver que é ele que trata de toda a comunicação cliente-servidor, através do servidor Darkstar. É ele também que cria e armazena os códigos de identificação de cada cliente, através de um número para cada avatar que representa um usuário.

As subseções a seguir mostram como que as partes da infraestrutura de comunicação foram implementadas, de forma geral.

### 6.3.2 Comunicação Wonderland-Ae

A comunicação entre o Wonderland e o Ae, como pode ser visto na figura 6.1 se dá apenas no servidor do Wonderland. É a partir dele que todas as conexões com o Ae são realizadas, tanto a solicitação quanto a recepção de dados. Estes, então, são enviados ao cliente, e apenas lá são tratados.

É necessário que a implementação seja assim pois, além do fato de que algumas informações são compartilhadas entre todos os clientes, em geral o tempo necessário para o acesso ao servidor Ae a partir do servidor Wonderland será bem menor que o do cliente, dado que em uma implementação real deste sistema espera-se que ambos estejam em localizações razoavelmente próximas, enquanto o cliente deve poder acessar esse sistema de qualquer lugar, que pode ser até mesmo em outra cidade ou país.

Toda esta comunicação é feita utilizando a API do Ae-3D, apresentada anteriormente, com suas funções servindo a todas as necessidades de comunicação.

### 6.3.3 Identificação de usuário

A identificação do usuário é feita com base num identificador gerado e armazenado pelo servidor Darkstar. Ele já é utilizado normalmente no Wonderland, sendo através deste número que cada usuário é identificado unicamente ao longo do programa. Logo, tal identificador se aplica bem à aplicação, já que, também no Ae, cada usuário deve ser identificado unicamente. Este número é passado ao Ae, e através dele as informações necessárias podem ser obtidas após o *login* do usuário.

Caso o identificador gerado já esteja sendo utilizado sem que o servidor Wonderland tenha efetuado um *login* para o usuário da sessão em questão, alguma variação deste é tentada, até que o *login* seja efetuado com sucesso.

## 6.4 Login

Essencial para garantir a autenticidade no acesso às informações, além de permitir a um usuário acessar suas informações únicas no Ae, o sistema de *login* é a pedra fundamental para todas as PoCs relacionadas à conectividade com o sistema, da qual todas as outras dependem para executar suas funções.

Para o *login*, o usuário irá interagir com um objeto do mundo virtual. Este irá gerar um diálogo simples, onde o usuário digita seu *login* e senha. Estes dados são enviados ao servidor e, se bem sucedido, o usuário passa a ser considerado como dentro do sistema, fazendo com que todos os objetos que necessitem disto possam efetuar funções dependentes do *login*.

## 6.5 Visualizador e Editor

Embora não sejam ferramentas especificadas no Ae, o Visualizador e o Editor são componentes de apoio à implementação de PoCs e ferramentas, que devem ser representados no mundo virtual. Em geral, são esses dispositivos os responsáveis por representar e editar um conteúdo do Ae em 2D no ambiente 3D e, por isso, podem ser reutilizados na implementação de mais de uma ferramenta do Ae no Wonderland.

O visualizador consiste em uma área do Wonderland onde é possível exibir imagens, textos e apresentações provenientes de arquivos locais ou remotos, além de navegar através delas para que possam ser vistas ou localmente, ou por todos que estejam no mesmo ambiente virtual. Ele foi implementado com sucesso, transformando os elementos a serem visualizados em sequências de imagens, que por sua vez são utilizadas como texturas dinâmicas, e cuja sequência pode ser percorrida com o uso de botões dentro da interface 3D.

Já o editor consiste em uma área do Wonderland onde é possível escrever textos dentro do mundo virtual, de forma que este conteúdo possa ser visto tanto exclusivamente, quanto acessado por todos que estejam no mesmo ambiente. Ele não será implementado neste projeto, pois as ferramentas cujas PoCs foram selecionadas para implementação não se utilizam deste componente auxiliar.

## 6.6 Adaptação das ferramentas do Ae para o Wonderland

A interligação entre o ambiente do Ae e o ambiente criado pelo Wonderland foi realizada através da representação de ferramentas existentes no Ae-3D, em sua interface tradicional,

dentro de um ambiente 3D, conforme detalhado no capítulo 5.

Assim, para esse projeto foram selecionadas algumas dentre as ferramentas do Ae-3D, consideradas suficientemente representativas das funcionalidades desejadas deste ambiente, para terem suas PoCs implementadas neste projeto. As ferramentas escolhidas foram: o Bate-Papo, por ser uma funcionalidade simples e básica para permitir a comunicação entre os usuários; as Apresentações, que permitem visualizar uma apresentação de *slides* dentro do mundo virtual; o Escaninho, local onde são recolhidas as atividades entregues pelo aluno e que representa o envio de arquivos de um cliente da interface 3D para o servidor Ae; e o Repositório, que armazena todo tipo de arquivo relevante a uma disciplina e é compartilhado com outros alunos. Os dois últimos, em especial, foram escolhidos por serem funcionalidades que não podem ser implementadas no Second Life, pois este não permite o acesso ao sistema de arquivos local do usuário.

### 6.6.1 Apresentações

A ferramenta de Apresentações permite que um usuário navegue por uma apresentação de *slides* armazenada no Ae.

A implementação da PoC dessa ferramenta é, basicamente, um paralelepípedo no mundo virtual que é texturizado com uma imagem em formato JPEG do *slide* atual visualizado pelo aluno, como pode ser verificado na figura 6.3. Ao clicar nesse objeto, o *slide* atual é alterado, voltando ou avançando na apresentação. O *slide* é referenciado pelo Wonderland como uma URL absoluta, pertencente ao Ae.

A motivação que levou à decisão de implementação da PoC dessa ferramenta foi a facilidade de implementação, dado que para implementá-la, além do módulo de interoperabilidade com o Ae, seria necessário apenas compreender o funcionamento das rotinas de manipulação de texturas do jME.

Vale lembrar também que o módulo de interoperabilidade ainda não possui rotinas para a utilização de todas as ferramentas do Ae, apenas para uma parte delas, e uma das ferramentas cujas rotinas estão disponíveis é a de Apresentações, fato que pesou bastante na escolha da implementação da PoC desta ferramenta, pois permitia a implementação de uma PoC de Integrabilidade.

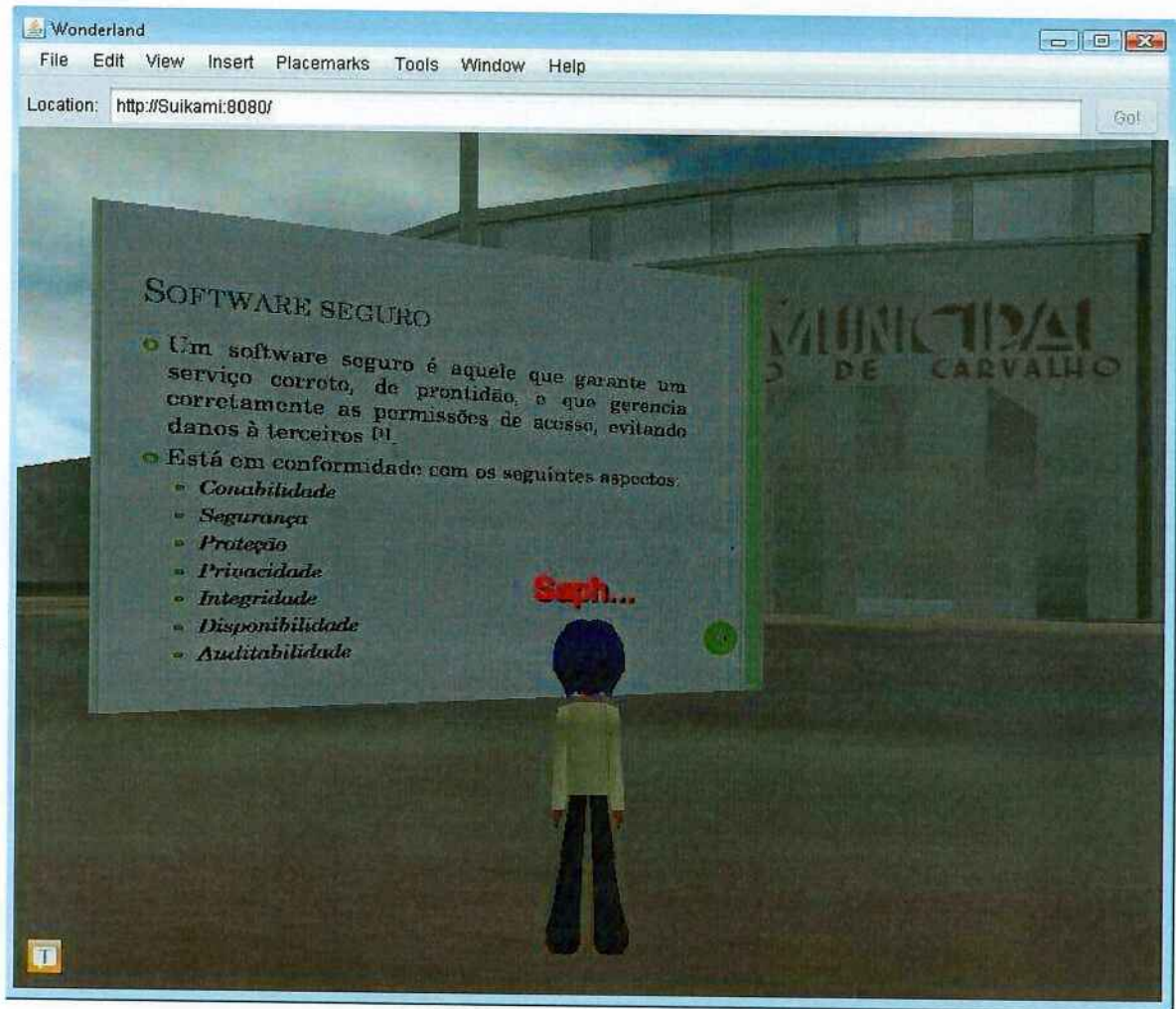


Figura 6.3: Implementação da Prova de Conceito da ferramenta de Apresentações.

### 6.6.2 Sala de Bate-Papo

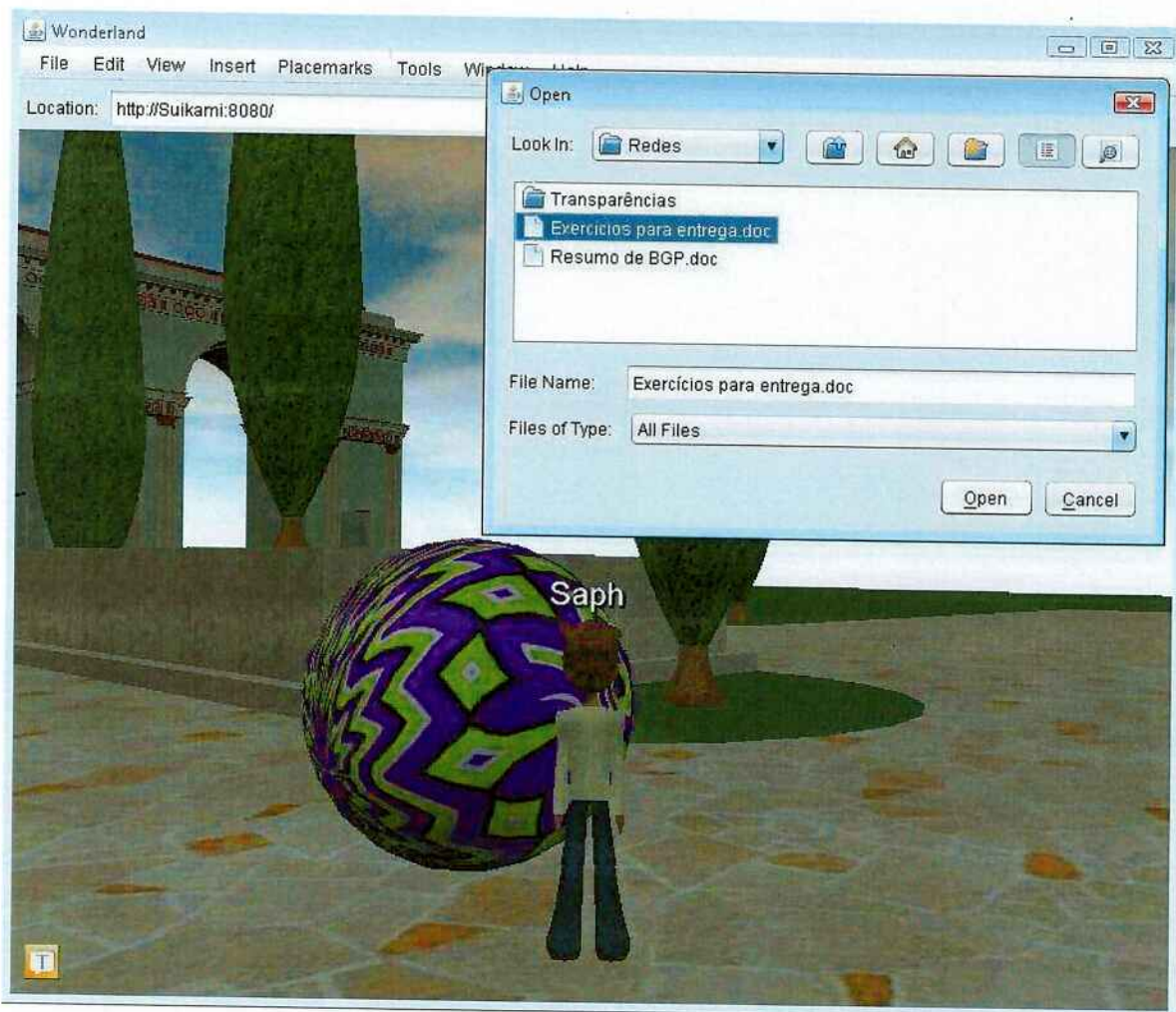
A ferramenta de Bate-Papo corresponde ao que seria, no mundo real, a conversa entre um ou mais indivíduos. A prova de conceito de Integridade da ferramenta de Bate-Papo foi implementada de acordo com as definições do capítulo 5.

O Wonderland já possui uma implementação própria de Bate-Papo por texto. Portanto, o desenvolvimento do Bate-Papo do Ae integrado ao mundo virtual foi baseado nessa implementação. Mensagens enviadas pelo Bate-Papo normal do Wonderland ainda são exibidas para os usuários deste, mas salas adicionais são definidas, permitindo a comunicação. Apenas usuários logados no Ae podem se utilizar deste serviço.

### 6.6.3 Escaninho

No contexto de uma disciplina de um curso presencial, o escaninho corresponde ao local onde o aluno deixa algum documento que deverá ser entregue ao professor para avaliação. Analogamente, dentro do Ae, o Escaninho é o local para onde o aluno envia arquivos e que apenas o professor tem acesso para resgatá-los.

Para a implementação do Escaninho é necessário que exista um sistema que acesse o sistema de arquivos local do usuário para que este selecione um arquivo a ser enviado e o envie ao Ae (figura 6.4).



**Figura 6.4:** Implementação da Prova de Conceito da ferramenta Escaninho.

A PoC do Escaninho foi implementada, representando-a por uma célula que, ao ser clicada, apresenta uma janela de seleção de arquivos, criada com o pacote Java Swing, permitindo selecionar qualquer arquivo contido no sistema de arquivos local. Ao escolher um arquivo, este é enviado, em teoria, ao Ae. Como o módulo de interoperabilidade com o Ae não apresenta métodos para receber esse arquivo e enviar para o local correto dentro do sistema

do Ae, o arquivo é enviado para um repositório remoto, apenas para demonstrar a capacidade do Wonderland de intermediar a transação, constituindo uma PoC de Aplicabilidade dessa ferramenta.

#### 6.6.4 Repositório

No contexto de uma disciplina de um curso, o repositório corresponderia a uma estante ou armário onde os participantes do curso disponibilizariam algum material para que pudesse ser consultado por todos. Exemplos de material desse tipo seriam arquivos de texto sobre o assunto, endereços de sítios da internet, slides utilizados pelo professor durante a aula, vídeos e arquivos de som extras para aprofundamento na disciplina, entre outros.

Assim como para o escaninho, também é necessário um sistema que acesse o sistema de arquivos local, mas também requer uma representação do sistema de arquivos remoto, para que o aluno escolha para qual diretório quer enviar seu arquivo, dentro do Ae.

A PoC do Repositório foi implementada baseando-se na PoC do Escaninho, mas foi separada em dois modelos diferentes: um modelo que realiza o envio de arquivos para o Ae e um que permite baixar arquivos. A PoC da parte de *upload* de arquivos não pode ser integrada ao Ae pelo mesmo motivo que a PoC do Escaninho, a falta de rotinas que o façam no módulo de interoperabilidade, constituindo uma PoC de Aplicabilidade. Já a parte de *download* de arquivos pôde ser integrada com TIDIA-Ae pois o módulo possui apenas métodos que permitem baixar arquivos.

### 6.7 Considerações Finais

Neste capítulo, foi discutida a implementação de algumas das provas de conceito propostas no capítulo anterior. Mostrou-se que a implementação não se restringe apenas às PoCs em si, mas que também é necessário criar uma infraestrutura para as PoCs poderem ser feitas dentro do Wonderland. Todas as etapas necessárias bem como as PoCs foram apresentadas e, com essas PoCs, prova-se que o Wonderland possui potencial de integração com o Ae como interface 3D.

## 7 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs-se a estudar o potencial de uma ferramenta de criação de mundos virtuais, no caso o Wonderland, como criadora de uma interface 3D para a ferramenta de ensino a distância Ae, através de 3 etapas: primeiramente, buscou-se realizar um estudo teórico e empírico do Wonderland, verificando sua estrutura e seus recursos, conforme foi documentado no capítulo 4; em seguida, foram elaboradas provas de conceito que permitissem avaliar o potencial de um ambiente virtual 3D como interface 3D para o Ae, como demonstrado no capítulo 5; e, por fim, foram feitas implementações de funcionalidades do Ae utilizando o Wonderland, cujos resultados podem ser observados no capítulo 6.

Através do estudo teórico do Wonderland foi possível avaliá-lo em relação aos seus recursos e características e compará-lo com o Second Life, identificando vantagens e desvantagens dentre as quais podemos destacar o ponto positivo de que se obtém maior liberdade na criação de aplicações e os pontos negativos de não ser estável em termos de interface e arquitetura e não possuir boa documentação, consequência de ainda estar em desenvolvimento. Além disso, esse estudo inicial também serviu como base teórica para que fosse possível validar o potencial do Wonderland diante das provas de conceito geradas no capítulo seguinte e, para finalizar essa etapa, através do estudo prático realizado, obteve-se experiência essencial para a etapa de implementações realizadas posteriormente.

Por meio da compilação desse estudo, documentado no capítulo 4, espera-se poder auxiliar pessoas com interesse em usar o Wonderland a ter uma visão abrangente das capacidades dessa ferramenta, de suas limitações e de como funcionam determinadas funcionalidades.

Com o levantamento das provas de conceito apresentadas no capítulo 5, escritas e validadas com base no conhecimento adquirido com estudos anteriores e discussões, disponibiliza-se um importante conjunto de requisitos validados de forma teórica. Através disso, pode-se observar como alguns dos recursos disponibilizados pelo Wonderland podem, em conjunto, criar outras ferramentas mais complexas conforme a necessidade, como todas as que compõem um LCMS.

Por fim, utilizando-se do conhecimento teórico e prático adquirido durante o estudo do

Wonderland, em adição ao estudo de tecnologias diretamente relacionadas ao desenvolvimento de software para o Wonderland, como o estudo da utilização da API do jME ou de pacotes de ferramentas Java como o Java Swing, foram implementadas algumas das provas de conceito propostas. As ferramentas do Ae cujas provas de conceitos foram implementadas foram o Bate-Papo, Repositório e Apresentações. Através dessas implementações comprovou-se empiricamente o fato de que o Wonderland contém a infraestrutura necessária para a implementação das ferramentas do Ae selecionadas.

Finalmente, tomando como base o estudo teórico realizado e os resultados práticos obtidos através das implementações, conclui-se que o Wonderland possui potencial como ferramenta para geração de uma interface 3D alternativa para o Ae. Ainda que não possua um grau de maturidade do nível do Second Life, o Wonderland, em seu estado atual, supre os requisitos funcionais necessários para realizar a integração com o Ae.

Dessa forma, a realização deste trabalho contribui para o surgimento de novas oportunidades de pesquisa, uma vez que o estudo do Wonderland é pioneiro na Universidade de São Paulo e, portanto, abre uma porta para que outros pesquisadores/programadores se utilizem do software para desenvolver sistemas 3D para aprendizado a distância. Esse projeto elimina as conhecidas barreiras iniciais de se trabalhar com o desconhecido, permitindo escolhas futuras melhor embasadas, e possibilitando a programadores conhecer até que ponto eles poderão utilizar o Wonderland em seus projetos.

## **7.1 Discussão sobre o tema de Educação a distância**

Este projeto traçou seus objetivos tomando como verdadeiras três hipóteses. Primeiro, a de que o ensino presencial é, em média, melhor do que o ensino a distância. Se não fosse esse o caso, não haveria necessidade de tentar fazer com que as características do ensino a distância se aproximassem da do ensino convencional. Em segundo lugar, considerou-se verdadeiro que usar interfaces 3D aumentam a sensação de presença, tornando o ensino a distância mais próximo ao ensino presencial, e por consequência, melhor. Por fim, acredita-se que o ensino a distância é uma ferramenta de ensino importante de ser desenvolvida, e que pode beneficiar muitas pessoas. Um indício dessa crença é o número crescente de projetos relacionados à educação.

Partindo dessas crenças, e considerando o aprendizado promovido ao longo deste projeto, cabe a seguinte dúvida: "Poderá um dia a educação a distância substituir o ensino presencial?" Evidentemente, essa modalidade de ensino ainda não está em condições de ser totalmente

usada no momento. Primeiramente, porque o sentimento de imersão ainda não pode ser totalmente reproduzido, uma vez que a maioria dos sistemas permite reproduzir somente os sentidos da visão e audição, e muitos deles com uma qualidade ainda não comparável às sensações de um mundo real. Em segundo lugar porque, ainda que houvesse equipamentos capazes de reproduzir tais sensações, estes não estariam tão cedo acessíveis à grande maioria da população. E ainda, mesmo que esse recurso estivesse facilmente acessível a todos, isso não necessariamente significa que a maioria das pessoas estaria acostumada ou teria vontade de utilizá-los.

Ainda assim, supondo-se a situação em que todas as dificuldades citadas acima fossem supridas, não é desejável que o ensino a distância substitua completamente o ensino presencial. Isso porque, através da presença e contato direto com outras pessoas desenvolve-se mais do que apenas conceitos teóricos e acadêmicos: desenvolve-se habilidades sociais, que são importantes para todas as pessoas, sobretudo as mais jovens.

Mas, supondo agora que uma pessoa possua os melhores equipamentos, e já tenha suas habilidades sociais desenvolvidas. Ainda assim, segundo algumas correntes de pedagogia, é através do convívio e do envolvimento emocional com outras pessoas ou com acontecimentos, que um indivíduo aprende de modo mais efetivo. Além disso, se ainda for considerado que no ensino a distância existe a possibilidade de haver muitos alunos para um único professor, haveriam problemas para personalizar a aula para as necessidades de um grupo.

Assim, conclui-se que, ao menos neste momento, não parece possível que haja a substituição completa do ensino a distância pelo ensino presencial. No entanto, o uso dessa modalidade é possível para cursos mais simples, nos quais se deseja aprender somente conceitos acadêmicos e não sociais. Além disso, é muito plausível o uso de ferramentas como o Ae e o de ferramentas multimídia para complementar um curso presencial. Uma possível consequência do surgimento de trabalhos desse tipo será uma filtragem maior dos profissionais da área estudantil, já que a quantidade de informações e a aula em si poderá ser facilmente obtida por um meio alternativo, tornando mais importante a experiência de cada educador. A longo prazo, isso tende a melhorar o processo de ensino.

## **7.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestões para trabalhos futuros pode-se ressaltar a continuidade na criação de ferramentas do Sakai que ainda não foram implementadas utilizando os recursos do Wonderland, como fóruns, atividades etc, além de dispositivos como o Visualizador/Escritor. Embora estes

também possuem importância relevante, foram considerados menos prioritários neste projeto devido ao foco de provar o potencial do Project Wonderland e de mostrar que ele possui vantagens em relação ao mundo virtual já utilizado, Second Life.

Adicionalmente, o módulo de interoperabilidade utilizado pelo projeto Ae-3D poderia ser aperfeiçoado, de forma que abrangesse a comunicação entre o Ae e mundos virtuais de mais ferramentas do Sakai. Além disso, também seria de interesse se tal módulo comportasse comunicação não somente com o Ae do projeto TIDIA, mas também com outros LCMSs disponíveis.

Uma vez que tanto as ferramentas desenvolvidas através do Wonderland estejam desenvolvidas e o módulo de interoperabilidade esteja completo, seria de grande interesse fazer testes utilizando três interfaces diferentes: interface de navegador 2D, interface 3D do Second Life e interface 3D do Wonderland. Uma outra opção seria estudar outras formas de interação com o mundo virtual além do teclado e mouse de cada computador, a fim de aumentar ainda mais a sensação de imersão.

Para complementar essa integração, uma sugestão também seria a de estudar o uso de voz através de uma interface 2D do Ae, uma vez que os mundos virtuais estudados possuem essas funcionalidades instaladas e funcionais.

Finalmente, com todo o sistema desenvolvido, será necessário implementar de fato cursos a distância utilizando a nova interface junto a diferentes públicos para testar a hipótese de que tais ambientes são mais envolventes e atraentes para uma parcela dos potenciais alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIOCCA, F.; LEVY, M. R. **Communication in the Age of Virtual Reality**. Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- ELLIS, R. K. A field guide to learning management systems. *ASTD's Source for E-Learning*, Learning Circuits, Alexandria, VA, USA, p. 1–7, 2009.
- KEMP, J.; LIVINGSTONE, D. Putting a second life 'metaverse' skin on learning management systems. **Proceedings of the Second Life Education Workshop at the Second Life Community Convention**. San Francisco, CA, USA: [s.n.], 2006. p. 13–18.
- KUBO, M. M.; TORI, R.; KIRNER, C. Interaction in collaborative educational virtual environments. *Cyber Psychology and Behavior*, Larchmont, New York, NY, v. 5, n. 5, p. 399–407, 2002.
- LEIDL, G.; ROSSLING, G. How will future learning work in the third dimension? **In ITiCSE '07: Proceedings of the 12th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education**. New York, NY, USA: ACM, 2007. p. 329.
- PANTELIDIS, V. Suggestions on when to use and when not use virtual reality in education. *VR in the Schools*, v. 2, n. 1, p. 18, 1996.
- SCHLEMMER, E.; TREIN, D.; OLIVEIRA, C. The metaverse: Telepresence in 3d avatar-driven digital-virtual worlds. *@tic. revista d'innovació educativa*, v. 0, n. 2, 2009. ISSN 1989-3477. Disponível em: <<http://ojs.uv.es/index.php/attic/article/view/98/116>>.
- SILVA, V. F.; SANCHES, S. R. R.; SILVA, A. C.; ZOTOVICI, A.; TORI, R. Camada de interoperabilidade entre o ambiente de aprendizagem tidia-ae e ambientes virtuais tridimensionais. **Anais do XVII Workshop sobre Educação em Informática**. Bento Gonçalves - RS - Brazil: SBC, 2009. p. 1595–1604. ISSN 2175-2761.

## GLOSSÁRIO

**Apache Ant** - ferramenta utilizada para automatizar a construção de software - ou seja, com ela é possível criar arquivos de configuração XML contendo instruções de compilação de código-fonte, reunião de binários em pacotes, realização de testes, *deploy* de aplicações em servidores, entre outros tipos de tarefa.

**Blender** - software de código aberto, desenvolvido pela Blender Foundation para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo e criação de aplicações interativas em 3D.

**COLLADA** - formato de arquivos de descrição de modelos 3D criado pela Sony e utilizado como padrão para modelos 3D para jogos desenvolvidos para os consoles PlayStation 3 e PlayStation Portable. É suportado pelos editores 3D mais utilizados do mercado, como Blender (software livre), 3ds Max (antigo 3D Studio MAX) e Maya. O formato utiliza XML para a descrição das características e suporta, além de modelos detalhados, animações e iluminação.

**Frames Por Segundo (FPS)(frames per second)** - significa o número de quadros que tal dispositivo registra, processa ou exibe por unidade de tempo.

**Framework** - arcabouço. Uma abstração que une códigos comuns entre vários projetos de *software* provendo uma funcionalidade genérica, atingindo uma funcionalidade específica mediante configuração.

**Java** - linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida pela Sun Microsystems. A linguagem é compilada para um formato intermediário, gerando um código em linguagem de montagem - o Java *bytecode* - que é interpretado pela máquina virtual Java.

**Java Web Start** - *framework* desenvolvido pela Sun Microsystems que permite aos usuários iniciar uma aplicação Java diretamente da Internet utilizando um navegador Web.

**jMonkey Engine** - engine gráfica escrita inteiramente em Java que usa uma camada de abstração para se comunicar nativamente com o *hardware* da plataforma. Atualmente, utiliza LWJGL<sup>1</sup>, com suporte a OpenGL via JOGL<sup>2</sup> atualmente em desenvolvimento. jME é um projeto de código aberto dirigido por uma comunidade, lançado sob a licença BSD.

---

<sup>1</sup>Lightweight Java Game Library.

<sup>2</sup>Java OpenGL.

**Módulo** - dentro do Wonderland 0.5, considera-se um módulo um bloco isolado contendo um pedaço de código para adicionar novas funcionalidades ao código principal do Wonderland, um conjunto de imagens, um conjunto de modelos 3D ou uma mistura dentre esses elementos. Ele pode ser compilado separadamente do resto do Project Wonderland, e possui a extensão JAR. Um módulo apresenta, além dos códigos-fonte e arquivos de imagem, modelos ou descritores em WFS, um conjunto de arquivos no formato XML com a descrição do módulo (module.xml, requires.xml, and repository.xml), sendo que somente o arquivo module.xml é essencial.

**Portable Document Format (ou PDF)** - um formato de arquivo, desenvolvido pela Adobe Systems em 1993, para representar documentos de maneira independente do aplicativo, do hardware e do sistema operacional usados para criá-los.

**Project Darkstar** - Project Darkstar é um *middleware* para *Massively Multiplayer Online Games* de código aberto desenvolvido em Java pela Sun Microsystems. Possui o objetivo de auxiliar desenvolvedores e usuários a contornar um grupo de problemas sérios mas simples, associados com jogos online, mundos virtuais e redes sociais de grande escala.

**Prova de Conceito** - termo utilizado para denominar um modelo prático que possa provar um conceito (teórico) estabelecido por uma pesquisa ou artigo técnico.

**Renderizar** - no contexto desse trabalho, renderizar é tornar algo codificado em algo visível.

**Google Sketch Up** - software de código proprietário de criação e manipulação de modelos em 3D no computador, recentemente adquirida pela Google Inc.

**URL** - o endereço de um recurso, disponível em uma rede, seja a Internet, uma rede corporativa ou uma rede local.

**X11** - X Window System, X-Window, X11 ou simplesmente X é um protocolo de aplicação com suporte a comunicação remota. Esse protocolo possibilita o emprego de uma interface gráfica com o conceito de janelas compartilhadas com outros usuários via rede.