



ESCOLA POLITÉCNICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



FÁBIO MARTINS DO CARMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MUNDO VIRTUAL 3D EM PLATAFORMA ABERTA COMO
INTERFACE PARA AMBIENTES DE APRENDIZAGEM**



São Paulo

2012

FÁBIO MARTINS DO CARMO

**MUNDO VIRTUAL 3D EM PLATAFORMA ABERTA COMO
INTERFACE PARA AMBIENTES DE APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

Área de Concentração:

Sistemas Digitais

Orientador:

Prof. Livre-Docente Romero Tori

São Paulo

2012

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

São Paulo, de dezembro de 2012.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Carmo, Fábio Martins do

Mundo virtual 3D em plataforma aberta como interface para ambientes de aprendizagem / F.M. do Carmo. -- ed.rev. -- São Paulo, 2012.

118 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1. Ensino por computador 2. Realidade virtual 3. Educação a distância 4. Integração de tecnologias I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II. t.

203

Janus



Universidade de São Paulo

RELATÓRIO DE DEFESA

Aluno: 3141 - 6905880 - 1 / Página 1 de 1

Relatório de defesa pública de Dissertação do(a) Senhor(a) Fábio Martins do Carmo no Programa: Engenharia Elétrica, do(a) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Aos 08 dias do mês de novembro de 2012, no(a) realizou-se a Defesa da Dissertação do(a) Senhor(a) Fábio Martins do Carmo, apresentada para a obtenção do título de Mestre intitulada:

"Mundo virtual 3D em plataforma aberta como interface para ambientes de aprendizagem"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra ao candidato para exposição e a seguir aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Nome dos Participantes da Banca	Função	Sigla da CPG	Resultado
Romero Tori	Presidente	EP - USP	<u>APROVADO</u>
João Augusto Mattar Neto	Titular	UAM - Externo	<u>APROVADO</u>
Itana Stiubiener	Titular	UFABC - Externo	<u>APROVADO</u>

Resultado Final: APROVADO

Parecer da Comissão Julgadora *

Eu, Elias Alves de Almeida _____, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as). São Paulo, aos 08 dias do mês de novembro de 2012.

João Augusto Mattar Neto

Itana Stiubiener

Romero Tori
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

A defesa foi homologada pela Comissão de Pós-Graduação em _____ e, portanto, o(a) aluno(a) faz jus ao título de Mestre em Ciências obtido no Programa Engenharia Elétrica - Área de concentração: Sistemas Digitais.

Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Cada ideia, palavra, conquista descrita neste trabalho é dedicada à senhora Amarina Lúcia do Carmo, que, aos 37 anos de idade, viúva de um eletricista instruído por correspondência, teve a incumbência de transformar seus quatro filhos em cidadãos conscientes de seus papéis na sociedade.

Mãe, nada disso seria possível sem a sua preocupação, carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

Não sendo ateu, tão pouco religioso, agradeço primeiramente a Deus onipresente, onisciente e onipotente, que nos momentos de completa falta de controle nos ensina que as escolhas corretas somente Ele poderia explicar.

Agradeço ao meu orientador pela confiança, por todas as diretrizes, pelos conselhos e, até mesmo, pelas "broncas" que provocaram reflexões para aperfeiçoar as ideias e o projeto.

Agradeço ao professor Ricardo Nakamura e à professora Fátima Nunes, por todo o apoio e pelas conversas decisivas para manutenção do foco na pesquisa.

Agradeço a todas(os) as(os) colegas do Interlab-USP que se envolveram, direta ou indiretamente com este trabalho, discutindo ideias, artigos e projetos. Um agradecimento especial para os amigos Cléber Gimenez, Daniel Makoto, Silvio Sanches e Valdinei Silva pelos vários momentos de "bate-bola" (figurados e literais).

Para a pessoa que acredita nos meus ideais, confia no meu caráter e juízo de valor e me incentiva mesmo nos momentos mais difíceis, um agradecimento apenas com palavras não seria suficiente! Senhora Rê Tanaka, minha amada esposa, sua marca neste trabalho está guardada no meu coração.

RESUMO

Este trabalho é um estudo de viabilidade e desenvolvimento de interface baseada em mundo virtual tridimensional para ambientes de aprendizagem. As principais características desta interface são: a) construída em plataforma aberta (OpenSim) compatível com a plataforma proprietária do Second Life™ (SL); b) mapeamento automático e interoperabilidade entre o LMS (*Learning Management System*) convencional bidimensional com o mundo virtual tridimensional, permitindo aos usuários acessarem os recursos indistintamente da interface 2D ou 3D. Este estudo teve como preceitos que educadores e designers instrucionais não precisem se preocupar em aprender um novo ambiente, podendo continuar a utilizar o LMS convencional, enquanto que os estudantes interessados podem entrar e participar das atividades on-line, usando essa nova interface. O trabalho deu continuidade ao projeto Ae-3D desenvolvido pelo Interlab-USP, dentro do Programa Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada - Aprendizado Eletrônico (Tidia-Ae) da FAPESP, substituindo-se o SL pela plataforma OpenSim. Como prova de conceito foram implementadas as seguintes funcionalidades/recursos no ambiente OpenSim: *login*, controle de disciplinas, avisos e chat 3D.

Palavras-chave: Ensino por computador; Realidade Virtual; Educação a Distância; Integração de tecnologias.

ABSTRACT

This work is an study of viability and development analysis to apply 3D virtual worlds as alternative access interface for virtual learning environments. The main features of this interface are: a) built on opensource platform (OpenSim) compatible with the proprietary platform of Second Life™ (SL); b) automatic mapping and interoperability between the conventional Learning Management System (LMS) with bidimensional interface and the 3D virtual world, allowing users access to resources on either ways, through 2D or 3D interface. This study has as precepts that instructional designers and educators would not need to learn to manipulate a new environment and can continue using the conventional LMS, while interested students can enter into the online classes through the 3D Interface. The research described here presents itself as a continuation of Ae-3D project, developed into the program from FAPESP called "Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada - Aprendizado Eletrônico (Tidia-Ae)", replacing the SL with the OpenSim platform. A software module was implemented as proof of concept, making available the following functionalities/resources within the OpenSim environment: login, disciplines control, announcements and 3D Chat.

Keywords: Computer-based teaching; Virtual Reality; Distance Education; Technologies integration.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 USO DE TICs E ADOÇÃO DOS MUNDOS VIRTUAIS.....	14
1.2 OBJETIVO: MUNDOS VIRTUAIS COMO INTERFACE EM APRENDIZAGEM.....	17
1.3 A QUESTÃO DE APRENDIZAGEM IMERSA NOS MUNDOS VIRTUAIS.....	17
2 AMBIENTES DE APOIO A APRENDIZAGEM.....	24
2.1 MOODLE.....	30
2.2 TIDIA-Ae.....	34
2.3 COMPARATIVO ENTRE OS LCMSs.....	37
3 MUNDOS VIRTUAIS 3D.....	38
3.1 PERSONIFICAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DOS USUÁRIOS NOS MV3D.....	39
3.2 PARADIGMA DE PROGRAMAÇÃO DOS MV3D.....	41
3.3 MODELAGEM DOS MV3D.....	42
3.4 PRINCIPAIS PLATAFORMAS.....	45
3.4.1 SecondLife.....	45
3.4.2 OpenWonderland.....	48
3.4.3 OpenSimulator.....	51
3.5 COMPARATIVO ENTRE AS PLATAFORMAS DE MV3D.....	54
3.6 MUNDOS VIRTUAIS 3D EM EDUCAÇÃO.....	55
4 ARQUITETURAS DE MV3D COM OPENSIM.....	58
4.1 STANDALONE LOCALHOST SERVER.....	61
4.2 STANDALONE NETWORK SERVER.....	62
4.3 STANDALONE HOME NETWORK SERVER.....	63
4.4 SERVERS GRID USING SHARED DATABASE.....	65
5 ESTUDOS DE INTERFACES EM MV3D RELACIONADAS.....	67
5.1 SLOODLE.....	67
5.2 PROJETO Ae-3D.....	70
5.3 CAMADA DE INTEROPERABILIDADE.....	72
6 METODOLOGIA.....	78
7 CONCEPÇÃO DO MODELO E IMPLEMENTAÇÃO DA INTERFACE.....	83

7.1 MODELO DE INTERFACE EM PLATAFORMA ABERTA.....	83
7.2 PROVA DE CONCEITO: OPEN Ae-3D.....	85
7.3 AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO.....	91
7.3.1 Diretrizes para Futuras Provas.....	92
7.3.2 Portabilidade, Expansão do Grid e Processo de BackUp dos MV3D.....	94
7.4 DIFICULDADES E ALTERNATIVAS.....	95
8 CONCLUSÕES.....	99
8.1 PESQUISAS FUTURAS.....	99
9 REFERÊNCIAS.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS

Ae	Aprendizado Eletrônico
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BSD	Berkeley Software Distribution
CMS	Content Management System
DB	Data Base
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
EaD	Educação a Distância
Fapesp	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GNU-GPL	GNU General Public License
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
Interlab	Interactive Technologies Laboratory
IP	Internet Protocol
LCMS	Learning and Content Management System
LGPL	Lesser General Public License
LMS	Learning Management System
LSL	Linden Script Language
Moodle	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
MV3D	Mundos Virtuais Tridimensionais
RV	Realidade Virtual
SL	Second Life
Sloodle	Simulation Linked Object Oriented Dynamic Learning Environment
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
Tidia	Tecnologias da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada
USP	Universidade de São Paulo
UUID	Universally Unique Identifier

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Arquitetura do Moodle.....	32
Figura 2.2: Interface Web (bidimensional) do Tidia-Ae.....	35
Figura 3.1: Exemplo de edição de Avatar em MV3D.....	41
Figura 3.3.1: 6 graus de liberdade na modelagem de um objeto em MV3D.....	43
Figura 3.3.2: Aplicação de textura sobre objetos em MV3D.....	44
Figura 3.4.1: Ambiente modelado no Second Life.....	47
Figura 3.4.2: Arquitetura do Wonderland.....	50
Figura 3.4.3.a: Configuração Standalone do OpenSimulator.....	52
Figura 3.4.3.b: Configuração Grid do OpenSimulator.....	53
Figura 4.1: Servidor OpenSim e Client (viewer) implantados na mesma máquina.....	61
Figura 4.2: Servidor OpenSim implantado numa máquina da rede da instituição.....	62
Figura 4.3: Servidor OpenSim implantado numa máquina de rede residencial.....	64
Figura 4.4: Servidores OpenSim implantados em múltiplas máquinas de diferentes redes formando um Grid de Regiões com compartilhamento de avatares.....	66
Figura 5.3.a: Formas de acessar informações do LCMS.....	73
Figura 5.3.b: Fluxo das requisições enviadas ao servidor do MI.....	75
Figura 7.1: Diagrama de comunicação do Open Ae-3D.....	84
Figura 7.2.1: Modelagem do Controle de Disciplinas.....	86
Figura 7.2.2: Modelagem do Controle e Exibição de Conteúdo.....	87
Figura 7.2.3: Modelagem do Chat 3D.....	88
Figura 7.2.4: Modelagem do Letreiro de Avisos.....	89
Figura 7.3.1: Diagrama da comunicação entre LCMS e MV3D via webservice..	93
Figura 7.4.1: Ambiente para abstração da Irradiação de Sinais no Sistema de TV.....	96
Figura 7.4.2: Ponto de vista do usuário dependente do recurso computacional.....	97

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Tabela 1.3: Resumo das Pedagogias de Educação à Distância.....	19
Gráfico 1.3.1: Pedagogias de EaD demarcadas no continuum da educação on-line.....	20
Gráfico 1.3.2: Uso de LCMS e MV3D no continuum da educação on-line.....	21
Tabela 2.a: Variação da Terminologia da EaD.....	25
Tabela 2.b: Combinação entre novos paradigmas e as TICs.....	26
Tabela 2.3: Comparativo entre Moodle e Tidia-Ae.....	37
Tabela 3.5: Comparativo entre Second Life, Wonderland e Opensim.....	55
Tabela 3.6: Comparação do Potencial de Interação.....	57
Tabela 5.3: Serviços oferecidos no MI-Ae de acesso ao Ae.....	77
Tabela 7.2: Serviços do Ae mapeados pelos métodos do módulo Open Ae-3D.	90

1 INTRODUÇÃO

A geração de estudantes atual é, frequentemente, chamada de "Geração do Milênio" (SHI et al., 2010). Ela é tecnologicamente letrada e absorve as inovações como uma necessidade, tanto no aprendizado, como na vida.

Outra característica marcante nesta geração, que nasceu mergulhada nos recursos tecnológicos, é a naturalidade com a qual ela utiliza dispositivos computacionais e de software, incorporando facilmente esses aparelhos e programas à sua rotina, nas atividades acadêmicas, de lazer e trabalho. Mattar (2010) exemplifica o comportamento desta geração, também chamada de "Nativos Digitais" (PRENSKY, 2001), nas atividades para aprendizagem e aquisição de conhecimento.

Na outra ponta da relação ensino-aprendizagem, o professor, ainda pertencente à geração dos não naturais da era digital, ou pelos conceitos desenvolvidos por Prensky (2001), chamados de "Imigrantes Digitais", se desdobra para absorver tecnologias que, em muitos casos, já se tornaram obsoletas. Este descompasso, entre o professor ensaiando os primeiros passos na pista das inovações e os alunos acelerados na busca por atividades de aprendizagem que lhes entretenham, demanda soluções que façam uma ponte entre estas gerações.

É possível acreditar que o ideal para essas soluções seja o estabelecimento de comunicação entre os dois lados, de forma transparente para ambos, permitindo que a tecnologia utilizada pelo lado que observa as mudanças converse com as tecnologias de vanguarda que atraem os ávidos por novidades, tecnologias utilizadas pelo lado que vive o novo.

Nestes termos, analisa-se o estabelecimento de sistemas baseados na Internet para apoio a ensino, que atravessaram desafios antes de serem incorporados pelos educadores (STIUBIENER et al., 2004), e observa-se o surgimento de iniciativas e projetos para construção de uma Internet 3D (KELLE e GARCÍA, 2004), (KAPLAN e YANKELOVICH, 2011) e (WEB3D, 2011), a fim de que este trabalho apresente um modelo para interoperabilidade entre sistemas, que surge como dispositivo para auxílio na transição de ambientes com interfaces Web tradicionais para as aplicações imersas em mundos virtuais tridimensionais, atraentes para os nativos digitais e sintonizadas com os professores imigrantes

tecnológicos.

Para isso, após um breve exame do panorama de uso e adoção, tanto das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), como dos Mundos Virtuais Tridimensionais (MV3D), discute-se mais especificamente sobre os ambientes virtuais aplicados a educação; as plataformas para construção de mundos virtuais 3D e as aplicações de mundos virtuais 3D em educação. Através da abordagem desses assuntos, será descrita a proposta de um modelo de interface 3D construída em MV3D semelhantes a servidores de sistemas gráficos multi-usuários, interface esta que se comunica com ambientes virtuais de apoio a aprendizagem, baseados em *Learning Management System* (LMS) - Sistema de Gestão de Aprendizagem.

Vale ressaltar que este trabalho pretende utilizar-se de termos mais aceitos pela comunidade científica de Educação a Distância (EaD), mas devido a influência do berço tecnológico, em certas ocasiões a tarefa de tradução dos termos técnicos em inglês pode não ser executada. A proposta aqui, portanto, não é cunhar qualquer tipo de novo termo, pois assim como lembra Formiga (2008), busca-se valer do pensamento, aceitação e produção coletivos, utilizando a ideia de que "fazer ciência não se restringe a ampliar o horizonte terminológico".

1.1 USO DE TICs E ADOÇÃO DOS MUNDOS VIRTUAIS

A evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e o advento da Internet propiciaram o surgimento de uma sociedade digital marcada por mudanças. Para os educadores acompanharem tais mudanças, incorporar as TICs nos processos de ensino aprendizagem se tornou uma necessidade recorrente. No entanto, o uso dessas tecnologias pelos professores limita-se à preparação de aulas e repositório de material (LISBÔA et al., 2009). Deixando de lado as funcionalidades interativas com os alunos, que estes sistemas oferecem.

Tal realidade poderia ser explicada pela dificuldade enfrentada pelo professor (imigrante digital) para adaptar-se ao modo de comunicação e forma de se relacionar dos alunos (nativos digitais) (PRENSKY, 2001).

As recomendações para que os professores absorvam os conhecimentos sobre as diversas funcionalidades e aplicações das TICs na educação convergem para a introdução dessas tecnologias na formação desses profissionais, permitindo

que as habilidades adquiridas em informática transformem as práticas educativas.

Neste contexto, ao observar as dificuldades encontradas na disseminação do uso de TICs nas atividades de ensino (STIUBIENER et al., 2004) e (MOURA, BRANDÃO e BRANDÃO; 2007), é possível acreditar que inovações que demandem maior investimento de energia e recursos para serem aplicadas estariam completamente fora de escopo para desenvolvimento de pesquisas. Mas os avanços tecnológicos apresentam panoramas mais otimistas em relação a pesquisas de aplicações para aprendizagem.

Esses panoramas são observáveis, no entanto, a despeito de uma das principais críticas às ferramentas para construção de ambientes e simuladores tridimensionais, tecida há poucas décadas, e defensora de que o poder computacional exigido para executar a lógica desses programas ainda estava fora de alcance para as pessoas que não pertenciam ao meio acadêmico e profissional na área de computação gráfica. Assim, os avanços tecnológicos nas áreas da comunicação, armazenamento e processamento de dados - associados à contínua redução nos custos dos equipamentos de telecomunicação (placas de rede e modems), das placas gráficas e dos sistemas de informática - possibilitaram uma significativa melhoria no acesso a novas tecnologias (SILVEIRA et al., 1999).

O avanço tecnológico ampliou e modificou o contexto educacional ao ponto de falarmos em educação *on-line* e educação digital. Porém, as formas de conviver precisam ser redefinidas, pois o ser humano está em congruência com esses espaços digitais (BACKES e SCHLEMMER, 2011). Por sua vez, as tecnologias dos sistemas baseados na Internet da década de 90 com interfaces bidimensionais via *browser*¹ já estão oferecendo lugar para as plataformas de mundos virtuais, que buscam uma estrutura padronizada para desenvolvimento de ambientes 3D, objetivando, o mais breve possível, formar a Internet 3D (KELLE e GARCÍA, 2004), (KAPLAN e YANKELOVICH, 2011).

A motivação para o desenvolvimento da presente pesquisa é pautada por três principais pontos, a saber: pelo cenário dos recursos tecnológicos disponíveis; pela visão do papel do engenheiro na sociedade e pela continuidade de trabalhos

1 Navegador, software para acesso e navegação das páginas na Internet.

iniciados na instituição fomentadora².

A difusão e estabelecimento das tecnologias de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), o potencial dos mundos virtuais 3D em educação e o aproveitamento do conhecimento já desenvolvido nos LCMSs vigentes compõem uma das motivações para o planejamento e execução desta pesquisa, explorando tecnicamente esses sistemas. No caso da pesquisa em engenharia aplicada a educação, devemos analisar o papel do profissional desta área do conhecimento trabalhando para a sociedade.

Através de um ensaio sobre o papel do engenheiro na sociedade moderna, Pereira F° (2000) contrapõe a visão de que este profissional deve ser apenas um técnico especializado, que domine os conhecimentos teóricos e práticos necessários para elaboração de análises e projetos específicos. Pereira F° (2000) ressalta ainda a necessidade de se interromper a estereotipagem do trabalho do engenheiro, caracterizada pela atividade técnica como propósito em si mesma, e fomentar a preparação deste profissional para os desafios intelectuais, ambientais e éticos da sociedade.

As exigências do mundo contemporâneo demandam um engenheiro capaz de ampliar seus conhecimentos e habilidades além do escopo técnico, aprimorando seu entendimento sobre a construção social. Por mais envolvente que possa ser o aprofundamento técnico, o profissional de engenharia deve confrontá-lo com a melhora na qualidade de vida, a redução dos custos sociais e a diminuição das desigualdades que seu trabalho possa gerar (PEREIRA F°, 2000).

A continuação e aprimoramento de um projeto relacionado também se apresenta como um fator motivador nesta pesquisa. O projeto Ae-3D (SILVA et al., 2009), desenvolvido pelo Interlab-USP³ e descrito mais a frente neste texto, encontrou significativas informações sobre o conhecimento para integração entre mundos virtuais 3D e LCMSs, bem como sobre a utilização de interfaces tridimensionais como alternativa para os sistemas de apoio a aprendizagem. Esta iniciativa abre o caminho para pesquisa de outras plataformas que possam estabelecer uma interface 3D mais interativa, viabilizando soluções que consolidem

2 Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica da USP.

3 Interlab-USP - Laboratório de Tecnologias Interativas da Universidade de São Paulo
<<http://www.interlab.pcs.poli.usp.br>>

as inovações trazidas por uma e aproveitem o conhecimento já estabelecido na outra.

1.2 OBJETIVO: MUNDOS VIRTUAIS COMO INTERFACE EM APRENDIZAGEM

Amparado pelo cenário descrito acima e pelas motivações apresentadas para realização deste trabalho, os objetivos traçados para esta pesquisa são:

- Conceber modelos de objetos e recursos dentro de mundo virtual 3D destinados a interfacear ambientes virtuais de aprendizagem.
- Implementar uma prova de conceito dos modelos concebidos, baseada em plataforma aberta.
- Avaliar tecnicamente a prova de conceito implementada, demonstrando sua viabilidade e atendimento aos requisitos dos modelos.
- Estabelecer um conjunto de diretrizes para orientar futuras implementações dos modelos propostos.

A metodologia para alcançar estes objetivos é detalhada nas seções mais a frente, apresentando as tarefas e desafios enfrentados, assim como, as conclusões que analisam a proposta desta interface para melhorar a comunicação entre alunos, já adaptados às inovações tecnológicas dos mundos virtuais 3D, e professores, que acabaram de assimilar os ambientes propiciados pelos LMSs. Apropriar-se das funcionalidades e características trazidas pela inovação e aproveitar todo o "saber" já estabelecido na tecnologia vigente é o pensamento que direciona este trabalho.

1.3 A QUESTÃO DE APRENDIZAGEM IMERSA NOS MUNDOS VIRTUAIS

A aplicação de uma nova tecnologia para auxiliar a aprendizagem exige um investimento de tempo e energia para absorver, compreender e adquirir habilidades para desenvolver conteúdo e atividades com o novo ferramental. Mas esse investimento é cobrado praticamente apenas dos profissionais educadores, isso porque os aprendizes possuem uma elevada aderência às inovações tecnológicas comparada à de seus professores (PRENSKY, 2001). Ou como Anderson e Dron (2011) elucidam, ninguém é fluente em todo tipo de tecnologia (aplicação) para comunicação e aprendizagem, mas professores são frequentemente menos

competentes e possuem menor destreza.

Esta questão da diferença de fluência tecnológica entre alunos e professores associada a outras questões, como o tempo para apropriação de uma nova ferramenta, ou mesmo a necessidade de manter duas tecnologias de sistemas (uma vez que ainda não é possível substituir completamente os atuais LMSs pelas plataformas de MV3D), apresentam-se com justificativas para a construção de uma interface entre duas tecnologias. Uma delas, (LCMS web) difundida na comunidade de educadores e com significativo amadurecimento do seu uso (MOURA, BRANDÃO e BRANDÃO; 2007), a outra (plataforma de mundos virtuais 3D) uma inovação que traz diversas características e funcionalidades que podem potencializar o processo de aprendizagem (KEMP e LIVINGSTONE, 2006).

A interoperabilidade entre as duas tecnologias traz portanto muitos benefícios, como a possibilidade de que apenas os alunos que tenham preferência e facilidade com a interface 3D (nem todos os alunos preferem 3D) experimentem essa nova interface, sem aumentar a carga de trabalho do professor, e também sem interferir no processo convencional de apoio computacional a educação à distância. A substituição radical do LMS pela interface 3D não seria recomendável por ser uma tecnologia ainda não consolidada nessa área, o que também justifica a presente pesquisa.

Anderson e Dron (2011) trabalham a evolução das pedagogias utilizadas nas modalidades de educação à distância, analisando em paralelo a evolução tecnológica correspondente. Os autores descrevem três gerações de pedagogias partindo da Comportamentalista Cognitiva do início da segunda metade do século XX, passando pela Sócio-Construtivista do final do mesmo século e chegando a Pedagogia Conectivista no início do século 21. A Tabela 1.3 resume as características dessas gerações de pedagogias.

Tabela 1.3: Resumo das Pedagogias de Educação à Distância.*Fonte:* traduzido de Anderson e Dron (2011).

Geração de Pedagogia de Educação à Distância	Tecnologia	Atividades de Aprendizagem	Granularidade de aluno	Granularidade de conteúdo	Avaliação	Papel do Professor	Escalabilidade
Comportamentalista-Cognitiva	Mídia de massa: impressa, rádio, TV, comunicação um-a-um	Ler e assistir	Individual	Fina: roteirizada e desenhada desde o início	memorização	Criador de conteúdo, sábio (hábil) no palco	Alta
Construtivista	Conferência (áudio, vídeo e Web) comunicação muitos-para-muitos	Discutir, criar, construir	Grupo	Média: amparada, organizada, guiada pelo professor	Síntese: ensaios	Líder de discussões, guia lateral	Baixa
Conectivista	Web 2.0: redes sociais, sistemas de recomendação e agregação	Explorar, conectar, criar e avaliar	Rede	Espessa: principalmente no nível pessoal e de objeto, auto-criado	Criação de artefato	Amigo crítico, co-viajante	Média

Tecnologias imersivas, tais como Second Life™, permitiram gestos, cacoetes, entonação de voz, e outras formas de linguagem corporal que podem proporcionar aperfeiçoamento da presença social (MCKERLICH e ANDERSON, 2007 apud ANDERSON e DRON, 2011). Aparentemente, a medida que os alunos tornam-se mais ambientados e habilidosos no uso de tecnologias, as barreiras associadas com a falta de presença social serão reduzidas ainda mais (ANDERSON e DRON, 2011). Backes e Schlemmer (2011) descrevem o potencial que as diferentes formas de linguagens exploradas e proporcionadas pelas tecnologias de MV3D possuem para representar nossas percepções, ampliando as possibilidades de desenvolver processos de interação e configurar espaços de convivência.

Analisando-se as gerações de pedagogias de educação a distância (ANDERSON e DRON, 2011) em paralelo com os "Padrões de utilização das TICs na educação *on-line*", definidos por Filatro (2004, p.49-54), e observando o uso dos sistemas web apenas como meio para aplicações de texto (impresso na tela), rádio e TV, poderíamos demarcar, no gráfico do "*continuum* da educação *on-line*" de Filatro (2004, p.53), as regiões de atuação de cada uma dessas três gerações de pedagogias que não foram eliminadas com o tempo; na verdade, o repertório de opções disponíveis para designers e estudantes de educação à distância tem aumentado (ANDERSON e DRON, 2011). A Figura 1.3.1 apresenta essa demarcação, adaptando o gráfico do "*continuum* da educação *on-line*" de Filatro (2004, p.53) e considerando que uma melhor apropriação da fluência tecnológica

dos ambientes imersivos possa provocar uma transformação da pedagogia construtivista para a conectivista.

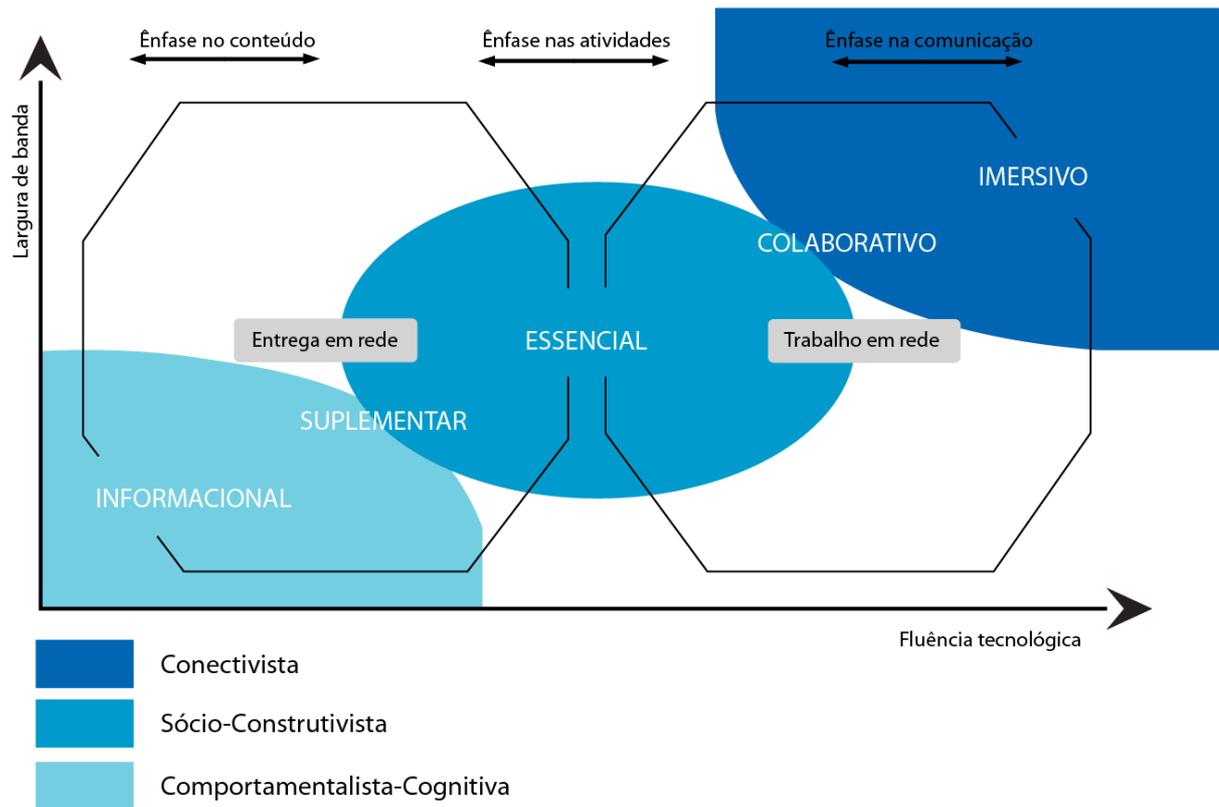


Gráfico 1.3.1: Pedagogias de EaD demarcadas no *continuum* da educação *on-line*

Fonte: adaptado de Filatro (2004) pág.53

Sob o trabalho de Filatro (2004) é possível demarcar, também, a representação de uso das tecnologias de LCMS e MV3D, analisando-se novamente os "Padrões de utilização das TICs na educação *on-line*" para identificar de que forma os professores (imigrantes digitais) e os alunos (nativos digitais) utilizam essas tecnologias.

Dessa análise, podem-se formar conjuntos que dividem a aplicação e utilização das tecnologias de LCMS e MV3D, identificando: - um conjunto dos padrões de utilização "informacional" e "suplementar" agrupados como **sub-aproveitamento dos LCMSs**; uma intersecção do padrão "suplementar" adicionado completamente pelo padrão "essencial" e por uma parte do padrão "colaborativo" utilizando os **LCMSs de forma plena**; e na outra extremidade, o agrupamento de parte do padrão "colaborativo" unido ao padrão "imersivo" para definir o modo de

utilização dos MV3D no processo de ensino-aprendizagem.

A Figura 1.3.2 exemplifica essas divisões, com as adaptações feita nesta pesquisa, demonstrando, devidamente sobrepostos ao gráfico do "*continuum* da educação *on-line*" de Filatro (2004, p.53), os conjuntos: sub-aproveitamento dos LCMSs, aplicação plena dos LCMSs e plataformas para MV3D.

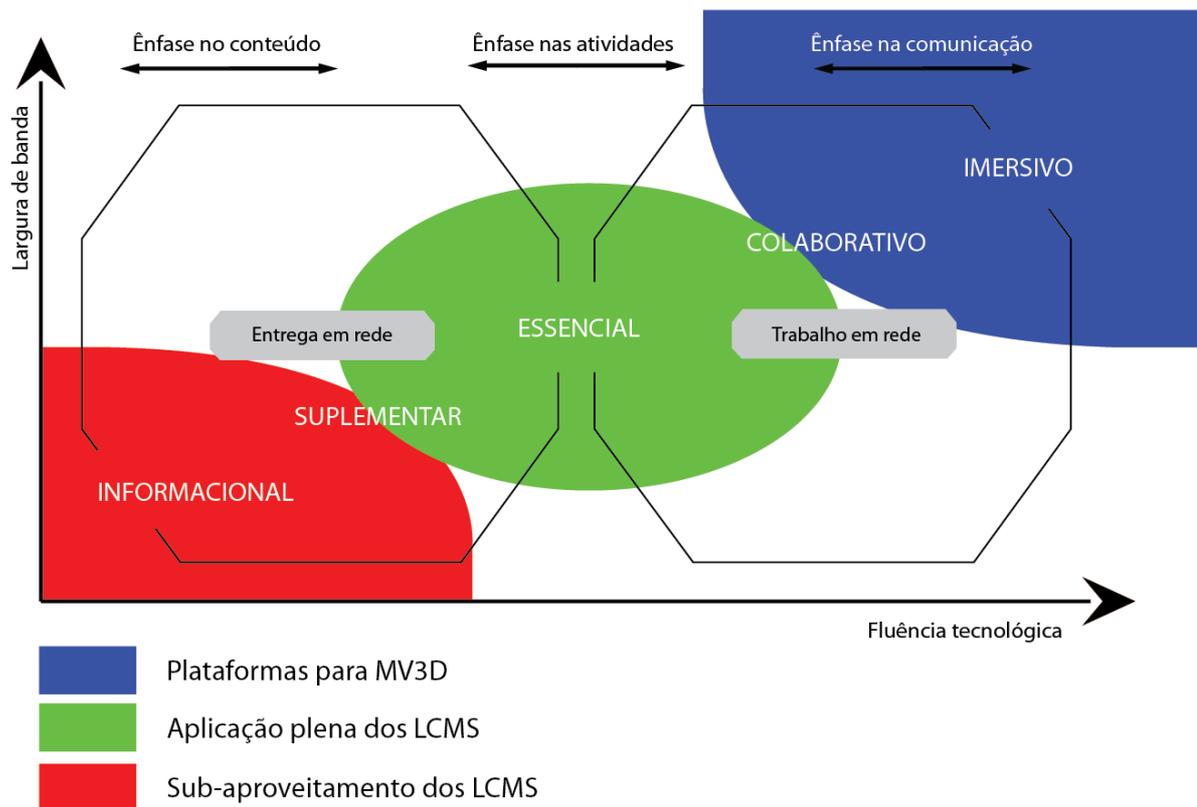


Gráfico 1.3.2: Uso de LCMS e MV3D no *continuum* da educação *on-line*

Fonte: adaptado de Filatro (2004) pág.53

Apesar de muitos educadores se orgulharem por seus projetos de ensino e aprendizagem serem definidos pedagogicamente, os tipos de tecnologias também influenciam e definem o uso, neste caso, a pedagogia aplicada no design instrucional e de aprendizagem. Por exemplo, um LMS que estrutura tudo em termos de cursos e conteúdo irá incentivar o uso de pedagogias que se enquadrarem naquele modelo e restringirá o uso de pedagogias com falta de conteúdo e que não se enquadrarem num modelo de curso baseado em conteúdo (ANDERSON e DRON, 2011). Isso nos leva a imaginar que expandindo-se os recursos,

funcionalidades e estrutura da tecnologia utilizada nos processos de ensino-aprendizagem, num seguinte momento, após a apropriação da fluência tecnológica, os designers instrucionais e educadores terão maior flexibilidade para aplicação de pedagogias específicas para cada tipo de situação de ensino.

Mattar (2008) faz a compilação de diversos autores para elencar os tipos de interação existentes no processo de ensino-aprendizagem. O conjunto dessas interações é formado pelos tipos (MATTAR, 2008): aluno-professor; aluno-conteúdo; aluno-aluno; professor-professor; professor-conteúdo; conteúdo-conteúdo; aluno-interface; auto-interação; e interação vicária.

Dentre esses tipos de interação, os mais significativos neste trabalho são, por ordem de relevância: aluno-interface, aluno-conteúdo, aluno-aluno e aluno-professor.

A interação aluno-interface pode propiciar uma aprendizagem bastante valorizada pelo mercado, o aprendizado de tecnologia. Pois o aluno precisa se adequar ao uso das inovações tecnológicas de interfaces, aproveitando assim o potencial deste tipo de interação. No entanto, é essencial que o design instrucional leve em consideração estratégias que facilitem a aquisição das habilidades necessárias para participar das atividades, como destaca Mattar (2008).

Neste trabalho questões sobre aquisição de habilidades para utilizar a nova tecnologia não são tratadas, pois o público-alvo são pessoas usuárias da plataforma para mundos virtuais 3D, pressupondo que a familiaridade desse grupo com relação à navegação no ambiente já exista.

Outra das justificativas para se construir uma ponte (interface) entre LCMSs e mundos virtuais 3D é a relativa inércia existente no quadro de profissionais do ensino, que não permite uma absorção das mudanças tecnológicas com velocidade semelhante a que estas inovações ocorrem. Mesmo porque a autonomia e independência, que adultos e profissionais possuem e que são necessárias para melhor aproveitar os recursos tecnológicos, não são transportadas para a prática dos educadores, o que tornaria o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz (FILATRO, 2004). O gargalo estará no planejamento de uso dessas tecnologias para fins educacionais?

A hipótese levantada neste trabalho é de que uma interface entre essas duas plataformas poderá reaproveitar o que já foi desenvolvido e aplicado nos LCMSs, até

que os educadores se apropriem do conhecimento para produzir conteúdo e atividades diretamente no novo paradigma. Isso permite explorar, desde agora, o potencial para construção de aplicações para apoio a aprendizagem interativa, imersa nos mundos virtuais 3D.

2 AMBIENTES DE APOIO A APRENDIZAGEM.

Segundo Palhares (2008) o que justifica a denominação da modalidade de ensino abordada são as principais características do processo de mediação entre aluno e tutor (professor ou instrutor). Por exemplo, a aprendizagem "por correspondência" tinha esta denominação pelo fato do processo ser realizado por meio de cartas.

No relato sobre a evolução histórica da terminologia utilizada para denominar a EaD, elaborado por Formiga (2008), observa-se a correlação imediata entre a designação da modalidade de ensino e as inovações de processo e tecnologia da informação e comunicação, ocorridas a cada época, objetivando uma entrega mais eficiente de conteúdo e melhora efetiva na aprendizagem. A Tabela 2.a adaptada de Formiga (2008) demonstra tal relação.

Um dos aspectos mais relevantes na aprendizagem flexível é a elaboração do material didático, que antes da chegada do computador, constituía-se basicamente de material impresso. As etapas para a execução dessa atividade, anterior ao advento dos recursos digitais, são descritas por Palhares (2008) como: autoria, avaliação do editor, mediação pedagógica, ilustração e diagramação. De imediato, é possível verificar a existência de diversos atores nesse processo, porém o mais importante é que o professor (autor do material) era responsável por uma dessas etapas, demandando outras pessoas para responder pelas demais.

Ainda através da análise e constatação que Formiga (2008) obteve sobre a combinação entre os novos paradigmas de aprendizagem e o papel das TICs, observa-se a migração do foco de estudos e desenvolvimento de sistemas, aplicações e ferramentas, saindo de um assunto abrangente e complexo como a educação e direcionando-se para o escopo da aprendizagem, procurando atender a constante demanda por inovações exercida pelo aprendiz. A Tabela 2.b apresenta as mudanças de paradigmas propiciadas pelas TICs.

Tabela 2.a: Variação da Terminologia da EaD

Fonte: adaptado de Formiga (2008).

Terminologia mais usual	Período de domínio	Inovação relacionada	Representantes brasileiros
Ensino por correspondência	Desde a década de 1830, até as três primeiras décadas do século XX	Adoção do selo postal, aperfeiçoamento da indústria dos correios	Instituto Monitor e Instituto Universal Brasileiro
Ensino a distância; educação a distância; educação permanente ou continuada	Décadas de 1930 e 1940	Invenção e difusão do cinema falado. Estabelecimento do rádio.	Estúdios Vera Cruz
Teleducação	Início da segunda metade do século XX	Difusão da transmissão do Sistema de TV.	Telecurso 2º grau
Aprendizagem aberta e a distância	Final da década de 1960, décadas de 1970 e 1980	Desenvolvimento das indústrias de computadores e semi-condutores.	
Aprendizagem por computador	Década de 1980	Surgimento e estabelecimento da indústria de micro-computadores e softwares	
E-learning; aprendizagem virtual	Década de 1990	Estabelecimento da Internet e disseminação do acesso à rede	Provedores (UOL) e indexadores (Cadê) brasileiros, além dos servidores de e-mail gratuitos (BOL).
Aprendizagem flexível	Virada do século XX e primeira década do século XXI	Surgimento da Web 2.0 e proliferação das comunidades virtuais	

Tabela 2.b: Combinação entre novos paradigmas e as TICs.

Fonte: adaptado de Formiga (2008).

Da educação à aprendizagem	
Antigo Paradigma	Novo Paradigma
Instalações físicas (prédios escolares)	Ciberespaço
Frequência obrigatória e horário rígido	Conveniência de local e hora
Ensinar	Aprender a aprender
Currículo mínimo, disciplinas obrigatórias e pré-requisitos	Conteúdos significativos e flexíveis
Unidisciplinaridade	Inter, multi e transdisciplinares
Pedagogia	Andragogia
Transmissão do conhecimento	Aprendizagem coletiva
Educação formal	Educação não formal
Formação com duração prefixada	Formação ao longo da vida
Educação a distância	Aprendizagem aberta e flexível
Economia de bens e serviços	Economia do conhecimento
Professor	Orientador de aprendizagem
Avaliação quantitativa	Avaliação qualitativa
Diploma/certificado	Satisfação de aprender

Algumas indagações que poderiam ser feitas analisando-se a evolução dos sistemas e processos para auxílio a aprendizagem são: (i) dado o crescimento em sofisticação, complexidade e abrangência desses sistemas, a participação do professor na elaboração do material e das atividades para aprendizagem será maior ou menor? (ii) a necessidade de outros profissionais que ajudem nesse processo será maior? (iii) os professores, educadores e profissionais do ensino deverão exercer outros papéis?

Possíveis respostas para estas questões podem ser formuladas refletindo-se sobre as funções do professor *on-line* propostas por Berge (1995 e 1996 *apud* TELES, 2008): - Pedagógica, Gerenciamento, Suporte Social e Suporte Técnico.

A pesquisa compilada por Teles (2008) demonstra que a função mais exercida pelo professor nos cursos *on-line* é o trabalho pedagógico, mas em muitas situações ele executa a função gerencial, de suporte social e de suporte técnico também, principalmente, por estas servirem de apoio à primeira.

A maior parte dos professores delega a atividade de suporte técnico para os responsáveis da área (TELES, 2008), uma característica bastante interessante no processo dos cursos *on-line*, que se enquadra com a proposta do projeto aqui apresentado, pois a interface visa transpor, do LCMS para o mundo virtual 3D, todo o material organizado pelo professor, sem que ele se preocupe com as questões técnicas relacionadas aos alunos interagindo com este material no mundo virtual 3D. Isso porque a função de modelagem e manutenção da interface 3D é delegada para os responsáveis pela plataforma de MV3D.

Nas experiências sobre EaD (que relatam o papel fundamental dos alunos, aprendizes, participando mais intensamente das discussões, fóruns, demandando maiores esclarecimentos, interagindo com as atividades e material organizado pelo professor (instrutor)), percebe-se uma prevalência de cursos de nível superior, ou médio técnico (ALMEIDA, 2008). As questões que se delineiam diante disso são: é possível relacionar isso à necessidade de certa maturidade dos alunos para entender e aproveitar a proposta da aprendizagem flexível, não tradicional, não presencial, como observam Filatro (2004) e Almeida (2008); ou os educadores do ensino básico não alcançaram a qualificação e confiança necessários para testar esta modalidade de ensino? Ou ainda, simplesmente não foram feitos experimentos deste tipo no ensino básico, em número suficiente para serem notados pela comunidade da área?

A experiência de alunos adultos como co-construtores de conteúdo nos AVAs apresentada por Almeida (2008), pode ser adicionada à análise que Valente (2008) faz sobre o conhecimento como fruto da interação entre pessoas, para demonstrar o potencial existente nesses ambientes criados pelos sistemas e processos descritos neste trabalho.

Como descrito acima, existe uma relação significativa entre a evolução das tecnologias e a terminologia expandida para comportar os novos conceitos e definições. Alguns dos termos mais importantes abordados durante esta pesquisa,

para designar um conceito ou significado, foram compilados a partir da literatura analisada, os quais são descritos também nesta seção, a saber:

Usabilidade, as características de um artefato (geralmente um dispositivo, técnica de interação, ou uma interface completa para o usuário) que afetam a forma como o usuário interage com este objeto. Existem diversos aspectos da usabilidade, incluindo facilidade de uso, desempenho de tarefas do usuário, conforto do usuário, e desempenho do sistema (BOWMAN et. al., 2005, p.7).

Realidade Virtual (RV), ambientes sintéticos tridimensionais interativos em tempo real (TORI, 2010). As tecnologias de RV imergem completa ou parcialmente um usuário no ambiente sintético (TORI e KIRNER, 2006). Enquanto imerso "completamente", o usuário não consegue visualizar o mundo real ao seu redor (AZUMA, 1997).

Objeto de Aprendizagem, estruturas para portabilidade de informação, conteúdo e atividades. Esse componente recebe ainda diversas denominações, tais como "*instructional object*", "*educational object*", "*knowledge object*", "*intelligent object*" e "*data object*"), é qualquer entidade, digital ou não, que possa ser referenciada e reutilizada em atividades de aprendizagem (TORI, 2010).

Sistemas como Apoio a Aprendizagem são encontrados em iniciativas desenvolvidas ao redor do mundo todo (MOURA, BRANDAO e BRANDAO; 2007), tendo estes sistemas diversas denominações, as quais os diferenciam pela capacidade de auxiliar no processo entre o professor e o aluno. As denominações mais comuns segundo Moura, Brandão e Brandão (2007) são:

- Learning Management System (LMS) - Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem, que gerencia o processo de aprendizagem dos alunos através de recursos que disponibilizam o armazenamento, registro e manipulação das informações relacionadas a eles.
- Content Management System (CMS) - Sistema de Gerenciamento de Conteúdo, que oferece recursos para criação e manipulação de conteúdo web

independente da área de conhecimento.

- Learning and Content Management System (LCMS) - Sistema de Gerenciamento de Conteúdo e Aprendizagem, que combina funcionalidades de ambos os registros relacionados aos alunos no LMS e o conteúdo criado nos CMS.

LCMS e LMS se diferenciam na aplicação de cada sistema, pois enquanto os LCMS são utilizados para gerenciamento de conteúdo, os LMS são utilizados para gestão do desempenho dos alunos com relação ao plano e requisitos de aprendizagem (MOURA, BRANDÃO e BRANDÃO; 2007).

Esses sistemas correspondem ainda a ambientes geralmente baseados na Internet, com propósito de gerir eletronicamente os cursos e atividades de aprendizagem por meio virtual. São variados os recursos que oferecem, indo de simples páginas de apresentação de conteúdo a completos sistemas de gestão, incluindo serviços de secretaria e *e-commerce* (TORI, 2010). Tais recursos são encapsulados para criar um AVA, disponível via uma interface de navegação bidimensional (2D), que segue o paradigma de software da Web (SILVA et al., 2009).

Dois dos LMSs disponíveis são descritos a seguir, o primeiro uma aplicação de código aberto com uma das maiores aceitações no mundo (RODRIGUES, 2011), o segundo uma iniciativa de pesquisadores brasileiros fomentando o aprendizado a distância (MALHEIROS, 2008) e utilizado na prova de conceito que serviu de base nesta dissertação (SILVA et al., 2009), são eles: o MoodleTM e o Tidia-Ae.

2.1 MOODLE

Acrônimo de "*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*", o MoodleTM é um Sistema de Gerenciamento de Curso/Disciplina (CMS do inglês *Course Management System*), também conhecido como Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem (LMS do inglês *Learning Management System*), ou um Ambiente Virtual de Aprendizagem (VLE do inglês *Virtual Learning Environment*) (MOODLE, 2010). Com o código aberto e gratuito, distribuído sob licença GNU⁴ - GPL⁵, esse sistema para *e-Learning* possui uma das maiores abrangências de uso (RODRIGUES, 2011), capaz de administrar atividades educacionais, criando cursos *on-line* e processos destinados a educação. Seu desenvolvimento, iniciado por Martin Dougiamas, nos anos 90, na *Curtin University of Technology*, continua sendo executado por um grupo de mantenedores, esta é uma das características do sistema que o denomina como um projeto em andamento (MOODLE, 2010).

O MoodleTM teve diversas versões preliminares sem aceitação, e, em agosto de 2002, foi lançada a versão 1.0 direcionada a pequenas turmas, a qual foi utilizada por um significativo número de estudos sobre a colaboração entre grupos de alunos (MOODLE, 2010). A partir de então, ocorreram melhorias e otimizações no sistema, permitindo a confecção de novas versões. O resultado dessa evolução foi um crescimento na utilização do sistema por diversas instituições, aplicando-o no gerenciamento de tarefas pedagógicas e na criação e administração de cursos apoiados por LMS.

Desenvolvido para gestão de ensino-aprendizagem e tendo como metodologia pedagógica o "sócio-construtivismo"⁶, este sistema provê ao professor diversos recursos e funcionalidades visando atender as necessidades dos usuários. Um conceito de engenharia de software que impulsiona o desenvolvimento contínuo do MoodleTM é a adoção de uma arquitetura baseada em componentes, permitindo que diferentes módulos do sistema sejam contribuições dos próprios usuários, que

4 Manifesto GNU - <http://www.gnu.org/gnu/manifesto.html>

5 GNU - General Public License (GPL): <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>

6 (Socio)construtivismo, método pedagógico no qual a aprendizagem é um fenômeno social, um processo dialético que envolve interagir com outras pessoas, ferramentas e o mundo físico. Os alunos devem ser colocados diante de situações discrepantes para aprender conceitos e resolver problemas, o que faz a apropriação do conhecimento ocorrer através da descoberta (FILATRO, 2004 p.84-88).

procuram adaptar funcionalidades existentes, ou implementar novas, para atender suas necessidades específicas (RODRIGUES, 2011).

Assim como outras plataformas para gerenciamento de conteúdo e tarefas, o Moodle™ possui determinadas características específicas para seu propósito, como a definição de papéis para seus usuários, restringindo o acesso que cada um deve ter, bem como uma gama de funcionalidades para administrar os recursos disponíveis (MOODLE, 2010). Essas características podem ser divididas em três grupos: os papéis, as funcionalidades e a arquitetura do sistema.

i. Papéis - semelhante a outros LMSs, existe um conjunto padrão de papéis (tipo de usuário) que são pré-configurados à instalação do sistema. Além disso, novos papéis podem ser criados, bem como definições existentes podem ser modificadas. Os papéis configurados no pacote padrão para instalação são:

- Visitante;
- Usuário Autenticado;
- Estudante;
- Monitor (professor auxiliar);
- Professor;
- Designer, Editor, Criador de Curso;
- Administrador do Sistema;

ii. Arquitetura - sendo uma aplicação desenvolvida em PHP os serviços do Moodle™ são oferecidos por uma estrutura de quatro componentes principais, os quais são apresentados na listagem a seguir, bem como no diagrama da arquitetura do sistema demonstrado na Figura 2.1:

- Servidor HTTP⁷ - Apache ou IIS (Windows);
- Mecanismo do Banco de Dados - MySQL, Oracle, MS-SQL Server, PostgreSQL, Sybase, etc.;
- Servidor de arquivos/ diretórios;
- Sistema Operacional - Linux, Solaris, MS-Windows ou Mac OS;

7 HTTP - HyperText Transfer Protocol

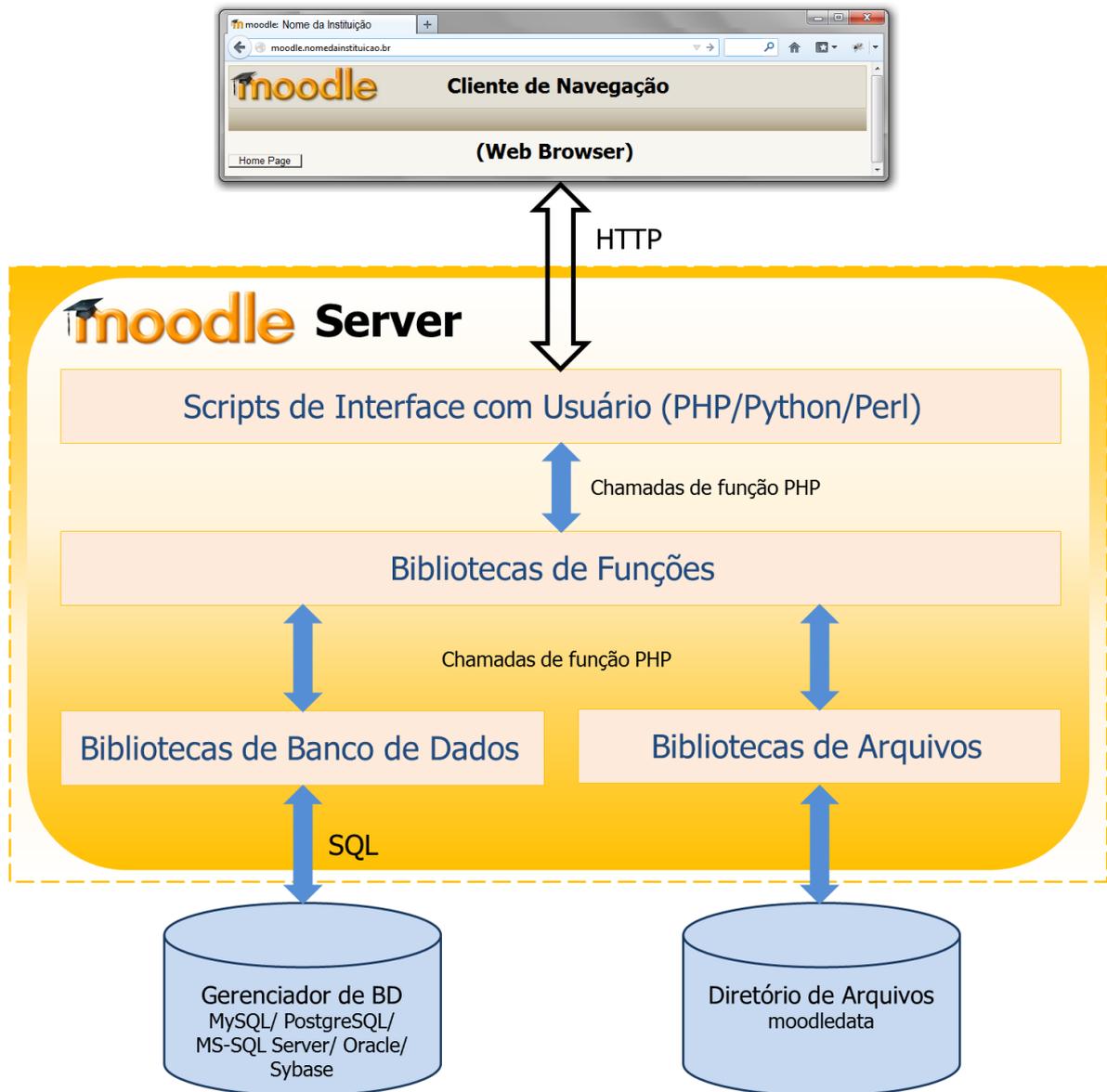


Figura 2.1: Arquitetura do Moodle

Fonte: adaptado de Moodle (2010).

iii. Funcionalidades - o sistema possui dois grandes conjuntos de funcionalidades: - as atividades e os recursos. A diferença mais relevante entre esses conjuntos corresponde ao fato das atividades poderem ser instanciadas (inseridas) diversas vezes num mesmo curso, o contrário do recurso que é disponibilizado numa única instância por curso. Os componentes de cada um desses dois conjuntos são listados a seguir:

- Principais Atividades

- Atribuições;
- Blog;
- Chat;
- Banco de Dados;
- Fórum;
- Lição/ Tarefa;
- Pesquisa/ Quiz;
- Wiki;

- Recursos

- Página de Texto;
- Página na Internet;
- Link de Página ou Site;
- Diretório/ Repositório;
- Pacote de conteúdo;
- Rótulo;

O MoodleTM é um LMS disponibilizado em mais de 80 idiomas, para diversas plataformas de sistemas operacionais e com conexão para os principais gerenciadores de banco de dados (RODRIGUES, 2011). Uma lista das possíveis configurações, e instruções de como implantá-las pode ser encontrada no *website*⁸ da comunidade de desenvolvedores, mantenedores e entusiastas (MOODLE, 2010).

No apêndice C da dissertação de Rodrigues (2011) existe uma compilação dos papéis dos usuários, da estrutura do sistema e dos módulos do MoodleTM.

8 Comunidade Moodle: <http://moodle.org>

2.2 TIDIA-Ae

Os LCMSs são definidos por Silva et al. (2009) como ferramentas que oferecem recursos administrativos (matrícula e controle de acesso), de comunicação (chats e fóruns), de armazenamento (repositório de conteúdo e submissão de atividades) e de trabalho colaborativo. Um desses sistemas, denominado Aprendizado Eletrônico ou simplesmente Ae, é resultado dos esforços do programa financiado pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) intitulado "Tecnologias da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada - TIDIA". O TIDIA era subdividido nos projetos Kyatera, Incubadora Virtual e Aprendizado eletrônico (Ae) (MALHEIROS, 2008).

O desenvolvimento do LCMS Ae envolveu diversos grupos de pesquisa paulistas para especificar, desenhar e implementar um conjunto de ferramentas para apoio à ensino a distância (BEDER et al., 2007), (MOURA, BRANDAO e BRANDAO; 2007), (STIUBIENER et al., 2008), (MALHEIROS, 2008), (SILVA et al., 2009) e (OLIVEIRA, PIMENTEL e QUEIROZ-NETO; 2009).

Essas ferramentas seriam soluções de baixo custo que visavam um grande impacto social, pois foram construídas com software de código aberto que poderia ter seus módulos combinados e estendidos conforme necessário (MOURA, BRANDÃO e BRANDÃO; 2007).

O sistema Ae foi desenvolvido com base no arcabouço Sakai⁹, que oferece um ambiente de colaboração, suporte e apoio ao ensino. O foco deste projeto foi atender aplicações no ensino a distância, utilizando novas tecnologias de interconexão e possibilitando que cursos fossem ministrados a um público mais amplo (SILVA et al., 2009).

A primeira versão do Ae foi lançada em novembro de 2005 com algumas das ferramentas construídas no projeto (MALHEIROS, 2008). Atualmente o Ae é utilizado por algumas instituições do Estado de São Paulo, e também na divisão da Universidade Aberta do Brasil - UAB¹⁰ ligada à Universidade Federal do ABC - UFABC¹¹.

9 Projeto Sakai - <http://www.sakaiproject.org>

10 O Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB) é um programa do Ministério da Educação. <<http://uab.capes.gov.br>> Acesso Jul. 2011.

11 UAB-UFABC <<http://uab.ufabc.edu.br>> Acesso Jul. 2012.

O Ae possui interface de acesso tradicional baseada em páginas Web, como pode ser visto na Figura 2.2.

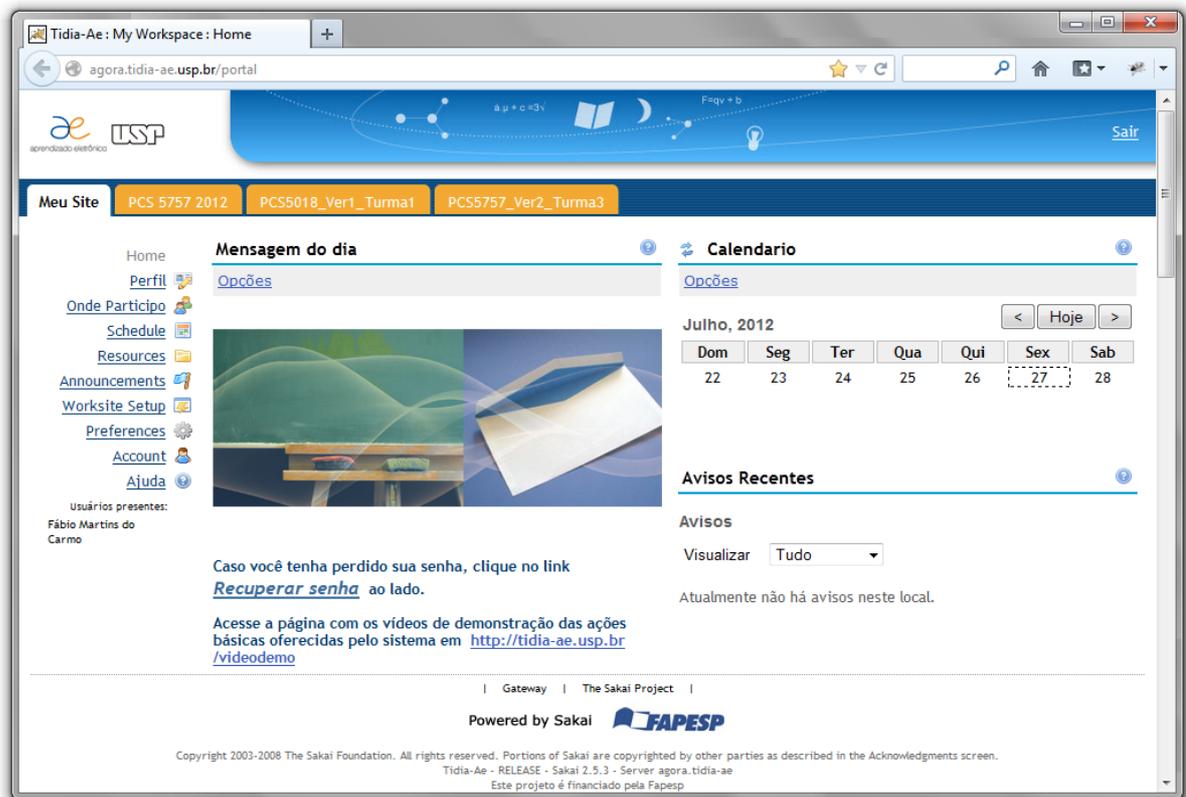


Figura 2.2: Interface Web (bidimensional) do Tidia-Ae.

Através de um *browser* (navegador web), os usuários podem criar um portal que contenha os recursos necessários à aprendizagem deles. Este LCMS pode ser aplicado em várias outras situações, como por exemplo:

- Disponibilizar material e realizar provas *on-line*, o professor pode compor suas aulas, numa área do sistema chamada de *worksite*, de forma que seus alunos acompanhem sua disciplina.
- Compartilhamento de documentos, links, vídeos e outros, pode ser realizado através de um *worksite*.
- Fóruns e áreas de submissão de material podem ser criadas pelos instrutores para registrar as discussões entre os participantes e receber os trabalhos do curso.
- *Worksites* criados pelos estudantes para trabalhar exercícios, discutir matéria

e executar atividades *on-line*.

O Ae oferece uma diversidade de ferramentas aos seus usuários, as quais podemos destacar:

- Avisos - Quadro no sistema para exibir avisos, críticas, elogios e informações.
- *Assignments* - Recebe submissão de material on-line e administra atribuições.
- Bate-papo - *Chat* para conversas em grupo de pessoas e participação em tempo real.
- Discussão - ou Fórum, permite a discussão assíncrona entre os usuários.
- Escaninho - Área do sistema para que professores, instrutores e alunos compartilhem arquivos de forma privada.
- Apresentações - Mecanismo de apresentação de *slides* em tempo real, sincronizados com o professor ou independente dele.
- Recursos - Inclusão de documentos e endereços de *websites* (URLs) no *worksite*.
- Exercícios - Ferramenta para administrar testes e *quizzes on-line*, alimentando automaticamente o quadro de notas.
- Links - Adiciona índices de portais externos em seu *worksite*.
- Sistemas Administrativos - Importa para o ambiente Ae turmas cadastradas nos sistemas de outras instituições de ensino.
- NetLab - Agenda e gerencia recursos, experiências e laboratórios.

Alguns dos ambientes utilizando este LCMS podem ser encontrados na seção "Sites" do portal¹² Tidia-Ae do LARC-USP (Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores da Escola Politécnica da USP), além do projeto Ae-3D desenvolvido pelo Interlab-USP e relacionado a esta pesquisa, que é descrito com detalhes na seção 5.2, mais a frente.

12 Portal Tidia-Ae <<http://tidia-ae.usp.br/portal>> Acesso Jul 2011.

2.3 COMPARATIVO ENTRE OS LCMSs

Para resumir um conjunto de informações técnicas analisadas durante a pesquisa sobre os LCMSs descritos acima, a Tabela 2.3 foi elaborada comparando algumas das características de ambos os sistemas.

Tabela 2.3: Comparativo entre Moodle e Tidia-Ae

<i>Características</i>	<i>LCMSs</i>	
	<i>Moodle</i>	<i>Tidia-Ae</i>
Licença de uso	GPL	GPL
Tecnologia aplicada	PHP	Java
Extensão do sistema	através da construção de novos módulos e/ou extensão dos existentes	através da extensão de classes do sistema
Grupo mantenedor	comunidade de desenvolvedores espalhados por diversos países	Sakai, plataforma para qual algumas versões migraram, possui entidade mantenedora e comunidade de desenvolvedores.
Custos do ambiente	recursos computacionais e de rede para implantação do servidor web; e recursos humanos para implantação e manutenção do sistema.	Avaliar o custo de manter o código da versão escolhida pela instituição. O LARC-USP migrou o sistema para o framework do Sakai.
Difusão	milhares de instituições espalhadas por diversos países	instituições no estado de SP

A escolha do LCMS a ser utilizado no presente trabalho, dando sequência ao projeto Ae-3D descrito mais a frente, foi feita principalmente com o objetivo de focar a pesquisa nos estudos de mundos virtuais 3D, aplicados a educação. Este é um dos motivos pela escolha do Ae como LCMS deste trabalho, para dar continuidade ao Ae-3D, porém agora focando nas plataformas de MV3D abertas, tecnologias discutidas no capítulo 3.

Existem diferentes versões do Ae, mantidas por USP, UNICAMP, entre outras¹³ instituições que participaram do programa TIDIA. Devido ao encerramento do projeto em conjunto, optou-se pela versão mantida pelo LARC-USP.

13 Algumas das diferentes versões do Ae são: USP <<http://agora.tidia-ae.usp.br/portal>>; UFABC <<http://tidia-ae.ufabc.edu.br/portal>>; UFSCar <<http://tidia-ae.dc.ufscar.br/portal>>; Unicamp <<http://tidiaae.nied.unicamp.br/site>>; e Unesp Rio Claro <<http://tidia-ae.rc.unesp.br/portal>> Acesso Jul 2012.

3 MUNDOS VIRTUAIS 3D

Ambientes 3D imersivos e altamente escaláveis caracterizam os chamados Mundos Virtuais 3D (MV3D), ou simplesmente mundos virtuais¹⁴. Cada usuário participa desses mundos virtuais através de um avatar, uma representação gráfica de si próprio imersa no ambiente, por meio do qual pode se movimentar naquele espaço, como se estivesse fisicamente caminhando, ou até mesmo, voando.

Mundos virtuais tridimensionais podem ser considerados ainda como redes sociais (BOULOS, HETHERINGTON e WHEELER; 2007) ou híbridos entre jogos eletrônicos e comunidades virtuais (FALCÃO, 2007), onde pessoas podem colaborar na construção e edição do ambiente virtual 3D, além de se reunirem e interagirem com os objetos existentes. MV3D são softwares que popularizaram o uso da realidade virtual (RV), podendo representar fielmente o mundo atual, ou ser algo muito diferente da existência física, representações espaciais imaginárias, simulando espaços não-físicos com leis próprias, nos quais pessoas, através de seus avatares, realizam ações e se comunicam, ampliando os processos de interação (BACKES e SCHLEMMER, 2011).

As pesquisas de aplicação das tecnologias de MV3D nos processos de ensino-aprendizagem, assim como as que estudam a aplicação de jogos eletrônicos na educação, sofrem alguns preconceitos, que os consideram "úteis apenas" para finalidades recreativas. Mas, além dos jogos eletrônicos (do inglês *games*) serem utilizados em diversas aplicações científicas (BIANCHINI et al., 2006), a rigor os MV3D nem mesmo são considerados jogos (EDUCAUSE, 2007) e (KELTON, 2008).

Desde seus idealizadores (SECONDLIFE, 2009), passando por laboratórios empresariais (IBM, 2007), e chegando à academia (KEMP e LIVINGSTONE, 2006), (EDUCAUSE, 2007), (VALENTE e MATTAR, 2007), (FETSCHERIN e LATTEMANN, 2008), (KELTON, 2008), (SCHLEMMER, TREIN e OLIVEIRA; 2009) e (BACKES e SCHLEMMER, 2011) como algumas das referências, a ideia é compartilhada, os mundos virtuais possuem muitas das características funcionais e técnicas dos *games*, porém, não apresentam objetivos a serem cumpridos, tão pouco desafios a serem ultrapassados durante "fases".

14 "Virtual Worlds", New Media Consortium and EDUCAUSE Learning Initiative, The Horizon Report: 2007 Edition, <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/CSD4781.pdf>>, p.18

Como o ambiente virtual de algumas plataformas é, praticamente, todo construído pelos seus usuários e a elaboração de *games* e simulações dentro desses ambientes é facilitada, ocorre uma associação entre mundos virtuais e os *games*, natural para diversas pessoas (EDUCAUSE, 2007) e (KELTON, 2008).

Há dois tipos de plataformas para construção de mundos virtuais: abertas e proprietárias. As plataformas proprietárias são baseadas em *software* pertencente a uma "empresa controladora" que determina quais as condições para seu uso, autorizando ou não que usuários desenvolvedores realizem modificações no sistema. Kelton (2008) apresenta algumas dessas plataformas: Second LifeTM (SL)¹⁵, Active Worlds¹⁶ e There¹⁷.

Por outro lado, as plataformas abertas disponibilizam o código fonte do sistema para consulta e alteração, permitindo que desenvolvedores autônomos estendam, adaptem, ou mesmo corrijam pequenas falhas no software. O desenho, implementação e manutenção desses sistemas, geralmente, são feitos por grupos de entusiastas desenvolvedores, que podem ser apoiados por fundações. O Open Wonderland¹⁸ e o Open Simulator (OpenSim)¹⁹ são exemplos desse tipo de plataforma, (KELTON, 2008).

Uma outra questão importante para trabalhos utilizando MV3D diz respeito a arquitetura e paradigma de desenvolvimento desse tipo de tecnologia. Mais especificamente, como é feita a representação dos usuários nos MV3D, quais os paradigmas de programação dos softwares componentes da tecnologia e como é executada a modelagem dos ambientes construídos em plataformas de MV3D.

3.1 PERSONIFICAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DOS USUÁRIOS NOS MV3D

Nos mundos virtuais os usuários não apenas interagem entre si, eles podem se ver mutuamente, ou seja, eles visualizam, através do monitor, animações representando digitalmente seus "alter-egos". Esta representação de si próprio é

15 Second Life - <http://secondlife.com>

16 Active Worlds - <http://activeworlds.com/edu/>

17 There - <http://www.there.com>

18 Projeto Open Wonderland - <http://openwonderland.org>

19 Projeto Open Simulator - <http://opensimulator.org/>

chamada de avatar que, dependendo da plataforma, pode ser redesenhada pelo usuário, assumindo uma infinidade de formas.

Muitos acreditam que avatar é um termo técnico proveniente da informática. Mas como relatam Valente e Mattar (2007) e Corrêa et al. (2011), esta palavra tem origem na mitologia hindu, significando a transfiguração de um ser divino na forma de um corpo humano.

Corrêa et al. (2011) analisam diversos autores para traçar uma linha histórica sobre o uso desse termo (MORNINGSTAR e FARMER, 1991; STEPHENSON, 1992; ALLBECK e BADLER, 1998; TAKASHIMA et al., 2008; YAMADA et al., 2001; LEE et al., 2005 *apud* CORREA et al., 2011). Sabe-se que a primeira referência do termo foi a uma representação humana dentro de um ambiente virtual que ocorreu em meados da década de 1980, quando foi empregado para designar os participantes de um ambiente virtual bidimensional e multiusuário. A popularização do termo aconteceu na década de 1990, com a publicação do livro de ficção científica "*Snow Crash*". Muitas das características descritas na obra como pertencentes aos personagens denominados avatares eram semelhantes as dos humanos virtuais, criados para os sistemas de Realidade Virtual da época.

Com o objetivo de tornar os avatares mais realistas, os modelos bidimensionais foram sendo gradativamente substituídos por representações 3D com níveis elevados de detalhes, modeladas a partir de grandes quantidades de polígonos (TAKASHIMA et al., 2008 *apud* CORREA et al., 2011). Apesar da relativa sofisticação desses modelos, existem algumas características humanas difíceis de serem reproduzidas com fidelidade (YAMADA et al., 2001 *apud* CORREA et al., 2011). A Figura 3.1 apresenta um processo de edição de avatar em plataforma de MV3D.

Para uma escolha adequada da forma do avatar, bem como para programação de seus gestos e/ou expressões, faz-se necessária uma compreensão das atividades que o usuário planeja executar dentro do ambiente.

A exatidão de movimentos, como a naturalidade de gestos, expressões faciais e emoções implementadas no avatar, podem favorecer a comunicação visual entre usuários (LEE et al., 2005; YAMADA et al., 2001 *apud* CORREA et al., 2011).



Figura 3.1: Exemplo de edição de Avatar em MV3D.

Um conceito interessante na área de Realidade Virtual, que não entra no escopo deste trabalho, mas pode ser citado apenas para exemplificar a aplicação de tecnologias de MV3D favorecendo a imersão dos usuários é a **Virtualidade Aumentada**, a qual refere-se a um ambiente virtual adicionado de elementos reais (TORI, 2010, p. 158). Durante uma das aulas da disciplina "PCS5757 - Tecnologias para Educação Virtual Interativa", enquanto se discutia a ideia sobre o "Continuum de Milgram" (TORI, 2010, p. 159), a doutoranda Joana Sócrates Dantas sugeriu como exemplo de virtualidade aumentada a voz das pessoas inserida como fala dos seus respectivos avatares no Second Life™.

3.2 PARADIGMA DE PROGRAMAÇÃO DOS MV3D

Sistemas de realidade virtual, neste caso MV3D, são complexos e envolvem interações em tempo real entre muitos componentes de hardware e software (TORI e KIRNER, 2006).

Analisando-se Bianchini et al. (2006); e baseado na ideia de que as tecnologias de MV3D são semelhantes a de jogos eletrônicos (EDUCAUSE, 2007), (VALENTE e MATTAR, 2007) e (KELTON, 2008); observa-se que é, geralmente, inviável desenvolver MV3D que atendam às expectativas dos usuários construindo

todo o código. Isso devido à crescente complexidade da tecnologia dos MV3D e a limitações de tempo, custo e qualidade (BIANCHINI et al., 2006).

A necessidade de resposta em tempo real, gráficos 3D imersivos, simulação física e metáforas simples para navegação são preocupações no desenvolvimento de sistemas de MV3D. As quais associadas à dificuldade em se programar todo o código de um sistema desse tipo, são os principais motivos para utilização de *game engine*²⁰. Isso devido à importância desses componentes atualmente no desenvolvimento de jogo eletrônico e também de MV3D.

Os *game engines* possuem componentes responsáveis por diversas funcionalidades nos sistemas de jogos eletrônicos, e alguns deles são semelhantes nos MV3D, tais como Renderização, Comunicação em rede, Colisão e Simulação Física. Bianchini et al. (2006) também descreve detalhadamente esses componentes.

3.3 MODELAGEM DOS MV3D

Na fundamentação da Realidade Virtual, mais especificamente dos mundos virtuais 3D (MV3D), alguns suportes básicos devem ser estabelecidos, para que o usuário consiga navegar dentro do universo escolhido. Os MV3D exigem ainda conhecimentos de outros segmentos da computação, como é o caso da Modelagem Geométrica na sua característica visual (FERREIRA e PELLEGRINO, 2006).

A modelagem dos MV3D permite que o usuário visualize ambientes, manipule objetos e outros elementos do cenário virtual, além de se movimentar dentro do espaço tridimensional, através de seu avatar. Alguns objetos virtuais podem ser animados e podem possuir comportamentos autônomos ou disparados por eventos. Assim, no contexto da realidade virtual, o ambiente tridimensional é gerado a partir da descrição do usuário, podendo ser visualizado de qualquer posição de sua escolha (TORI e KIRNER, 2006).

Nos MV3D, assim como no mundo real, a navegação do usuário (avatar) e a movimentação dos objetos acontece no espaço tridimensional, sendo resultante da combinação de movimentos de translação e de rotação, reproduzindo, por exemplo,

²⁰ *Game Engine*: - conjunto de componentes de software integráveis e reutilizáveis, que forneçam serviços utilizados em um jogo eletrônico (BIANCHINI et al., 2006).

os movimentos de um avião (TORI e KIRNER, 2006). Assim, pode-se deslocar nos três eixos cartesianos X, Y, Z e também rotacionar em torno deles. Isto resulta no que se chama de 6 graus de liberdade (3 de translação e 3 de rotação). A Figura 3.3.1 ilustra a edição de um objeto dentro de um MV3D, demonstrando esse conceito dos 6 graus de liberdade.

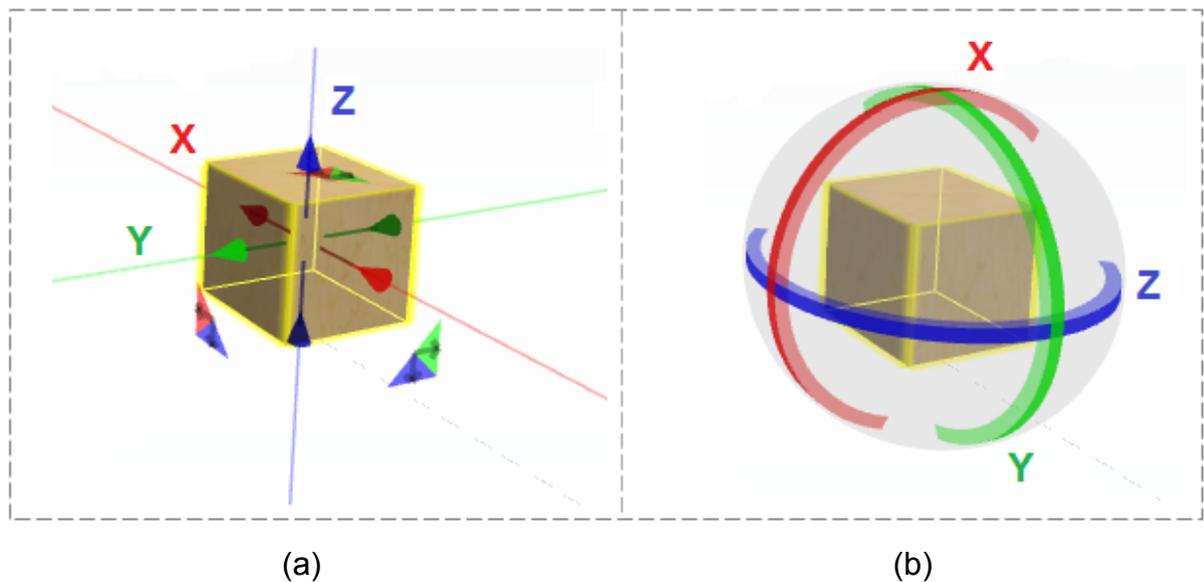


Figura 3.3.1: 6 graus de liberdade na modelagem de um objeto em MV3D.

(a) 3 de translação e (b) 3 de rotação.

Ferreira e Pellegrino (2006) descrevem outra questão significativa na modelagem de MV3D, a aplicação de texturas sobre objetos, método esse que adiciona realismo ao ambiente. A Figura 3.3.2 é um exemplo de como a aplicação de texturas altera o aspecto geométrico dos objetos, dando ao ambiente um caráter mais real.

A aplicação de texturas consiste em retirar de uma imagem real a textura procurada, e aplicá-la à região do ambiente que se quer representar (FERREIRA e PELLEGRINO, 2006). Dessa forma, a parte clara da figura que representa o chão recebeu a textura de cascalho, assim como também os elementos cimento, tijolos, madeira e pôster, dando melhor realismo ao ambiente.



(a) sem mapeamento de texturas.



(b) com mapeamento de texturas.

Figura 3.3.2: Aplicação de textura sobre objetos em MV3D.

3.4 PRINCIPAIS PLATAFORMAS

Dentre as iniciativas de projetos para criar ambientes virtuais 3D, podemos destacar três dos mais conhecidos (KELTON, 2008), citados anteriormente: Second LifeTM, OpenSimulator e OpenWonderland. O primeiro é uma plataforma proprietária tendo a Linden Lab²¹, uma empresa fundada em 1999 pelo físico Philip Rosedale, como sua mantenedora. Embora possamos fazer, gratuitamente, o *download* e instalação do *viewer* (cliente) deste sistema e acessar algumas áreas de teste, é necessário comprar terrenos, ou ser convidado para dentro do terreno propriedade de algum outro usuário, para conseguir criar, alterar e manter objetos. Vale dizer que o Second LifeTM (SL) atingiu a maior comunidade usuária deste tipo de ambiente 3D, com mais de 14 milhões de usuários ao redor do mundo (FETSCHERIN e LATTEMANN, 2008), mas como toda plataforma proprietária, é necessário pagar para ter acesso e usar o pacote completo de funcionalidades.

Como alternativas, existem alguns projetos de código aberto que disponibilizam ferramentas para criar mundos virtuais semelhantes, em certa medida, ao do SL. Neles os usuários podem construir sistemas interativos de negócios, ambientes de aprendizagem, simuladores multi-usuários, jogos e outras diferentes aplicações também baseadas em software 3D. Uma dessas iniciativas de código aberto, implementada com a tecnologia Java 3D, é o, também citado anteriormente, projeto OpenWonderland (WONDERLAND, 2011). Ele permite que os desenvolvedores estendam qualquer das partes do sistema, adicionando funcionalidades, da forma como fariam os familiarizados com a programação Java.

Outra iniciativa de código aberto é o projeto OpenSimulator (OPENSIM, 2011), construído em linguagem de programação C# para funcionar como um servidor de aplicações 3D, no qual os usuários podem criar mundos virtuais acessíveis através de uma variedade de clientes (*viewers*).

3.4.1 SecondLife

"*The Second Life Grid*", como esta plataforma é chamada em inglês, foi

21 Linden Lab: - desenvolvedores do Second Life <<http://lindenlab.com>> Acesso julho de 2011.

construída pela Linden Lab para criar uma nova forma de compartilhar experiências tridimensionais. Localizada em São Francisco, no estado norte-americano da Califórnia, a Linden Lab possui um grupo de desenvolvedores que aplicam suas especialidades em física, computação gráfica e rede de computadores para manter e aprimorar este mundo virtual.

Sendo uma plataforma proprietária, mantida pelo Linden Lab, o modelo de negócio para capitalização do projeto é baseado numa economia própria, a qual transaciona mensalmente milhões de dólares norte-americanos através da moeda de troca dentro do mundo virtual, o “Linden dólar”, que pode ser convertido para dólar norte-americano nas casas de câmbio *on-line* (SECONDLIFE, 2009). A aquisição de terrenos ou carregamento de texturas é realizada mediante pagamento em Linden dólar: para o usuário poder utilizar um determinado espaço é necessário ele comprar o terreno ou solicitar permissão para acessar a área de um outro usuário. Esta compra de Linden dólares realizada nas casas de câmbio *on-line*, é o que monetiza a empresa.

Os usuários deste mundo virtual são imersos no ambiente através do seu respectivo avatar, e são chamados de residentes. A interface gráfica desse ambiente possui recursos avançados que proporcionam qualidade visual e fácil usabilidade (FREIRE, ROLIM e BESSA; 2010). A Figura 3.4.1 ilustra a interface gráfica do SL com um residente.

A arquitetura fechada dos servidores do Second Life permite apenas que seja feita uma listagem dos principais componentes do sistema, uma análise técnica do programa cliente, chamado *viewer*, e da linguagem de script LSL (Linden Script Language) utilizada para programar interatividade nos objetos construídos no mundo virtual. Os componentes da plataforma podem ser listados como:

- Servidores de aplicação para processamento das informações do *grid* (ambiente);
- Banco de dados para persistência das informações das regiões e dos residentes;
- Interpretador da linguagem de script LSL;
- *Client Viewer* (cliente) para renderização do campo de visão dos usuários (avatars);

- Rede (Internet) para comunicação entre os servidores e os clientes.



Figura 3.4.1: Ambiente modelado no Second Life.

O *viewer*, aplicação instalada no computador dos usuários para distribuir o processamento de renderização do ambiente, possibilita que o avatar do residente tenha uma visão do mundo virtual a partir do seu próprio ponto de vista. Dessa forma a janela aberta dentro do ambiente é limitada pelo ângulo de visão do avatar, num horizonte de algumas dezenas de metros, isto torna a necessidade de requisição de dados restrita apenas às informações referentes à porção do espaço virtual, visto pelo residente individualmente (VALENTE e MATTAR, 2007). Esta restrição no espaço de visualização do ambiente, associada à distribuição da renderização nas máquinas dos usuários, visa diminuir o fluxo de dados na rede, conseqüentemente, reduzindo o comprometimento do sistema e aumentando sua disponibilidade.

A linguagem de script LSL é uma ferramenta para adicionar comportamento interativo nos objetos encontrados no SL. Sua sintaxe é semelhante a das linguagens no estilo de C e Java, mas com orientação a eventos, e possui características de estados, vetores 3D e *quaternion* como tipos de variáveis, além de uma série de métodos já implementados para manipulação de interação física e

interação dos avatares. Algumas características encontradas nas linguagens C e Java não estão disponíveis na LSL, como os arrays multidimensionais e as constantes definidas pelo programador.

A LSL possibilita, entre várias funcionalidades, até mesmo a conectividade com páginas web e outros recursos na Internet, externos ao mundo virtual. E mais de um script pode ser anexado ao mesmo objeto, permitindo uma divisão das funcionalidades e uma evolução no estilo de programação para scripts menores, com funções específicas e que podem ser combinados para formar outros comportamentos.

Como foi descrito acima, o Second Life é a maior comunidade virtual disponível atualmente e numerosas pesquisas, em diversas áreas do conhecimento, estão sendo desenvolvidas utilizando esta plataforma. Mais especificamente no tema deste trabalho, o *website* do SL mantém uma seção²² dedicada à educação, a qual contém diversos recursos para educadores.

3.4.2 OpenWonderland

Continuação do Projeto Wonderland dos Laboratórios Sun Microsystems (WONDERLAND, 2011) e (UYEDA et al., 2009), esta plataforma desenvolvida completamente em Java é um conjunto de ferramentas para construção de mundos virtuais de forma colaborativa. Os usuários podem se comunicar através de áudio imerso no ambiente e compartilhar aplicações que estejam sendo executadas em sua área de trabalho. O Open Wonderland é extensível, desenvolvedores e artistas gráficos podem estender as funcionalidades da ferramenta para criar novos mundos ou adicionar novas propriedades nos mundos já construídos.

Como um projeto em desenvolvimento, o Wonderland não é um produto (WONDERLAND, 2011), é um software em constante implementação de melhorias, no qual os projetistas de sua arquitetura buscam disponibilizar interações síncronas para colaboração na criação dos mundos, um conjunto de ferramentas extensíveis baseadas em padrões de softwares de código aberto e a definição de uma infraestrutura para os órgãos governamentais estabelecerem a web 3D.

A plataforma utiliza uma arquitetura cliente-servidor, na qual um mundo virtual

²² Second Life Education <<http://secondlife.com/education>> Acesso julho de 2011.

construído sobre ela é um espaço com seu próprio sistema de coordenadas, e o cliente pode conectar para se comunicar. O cliente disponibiliza um navegador que converte os serviços numa visão tridimensional do ambiente. O que inclui renderizar gráficos, baixar e armazenar conteúdo, reagir às interações do usuário e responder às mensagens do servidor (KAPLAN e YANKELOVICH, 2011).

O cliente e o servidor se comunicam através de diferentes protocolos de rede otimizados para cada tipo de dados:

- *Web service* para autenticação, código de *download* e pertences (objetos) do mundo como modelos 3D e texturas.
- Protocolos personalizados baseados em TCP para comunicação de dados do mundo, como posição e propriedades dos objetos.
- SIP e RTP para áudio.
- Protocolos de *streaming* multimídia para vídeo, compartilhamento de aplicação e compartilhamento de tela (visão do monitor).

O servidor do Wonderland é composto por quatro serviços:

- Administração de serviço;
- Darkstar;
- JVoiceBridge (ponte de voz Java);
- Aplicação compartilhada;

O cliente Wonderland age como um navegador conectando com diferentes servidores Wonderland. A camada de renderização do cliente é formada por dois componentes de software para programação de ambientes gráficos:

- JMonkeyEngine, um popular *framework* de renderização para programar aplicações Java baseadas na OpenGL; e
- MT Games, uma divisão do projeto Open Wonderland utilizada para adicionar capacidade de multi-processamento na JMonkeyEngine;

A Figura 3.4.2 ilustra a arquitetura do OpenWonderland, apresentando os componentes descritos acima e a relação/comunicação entre eles.

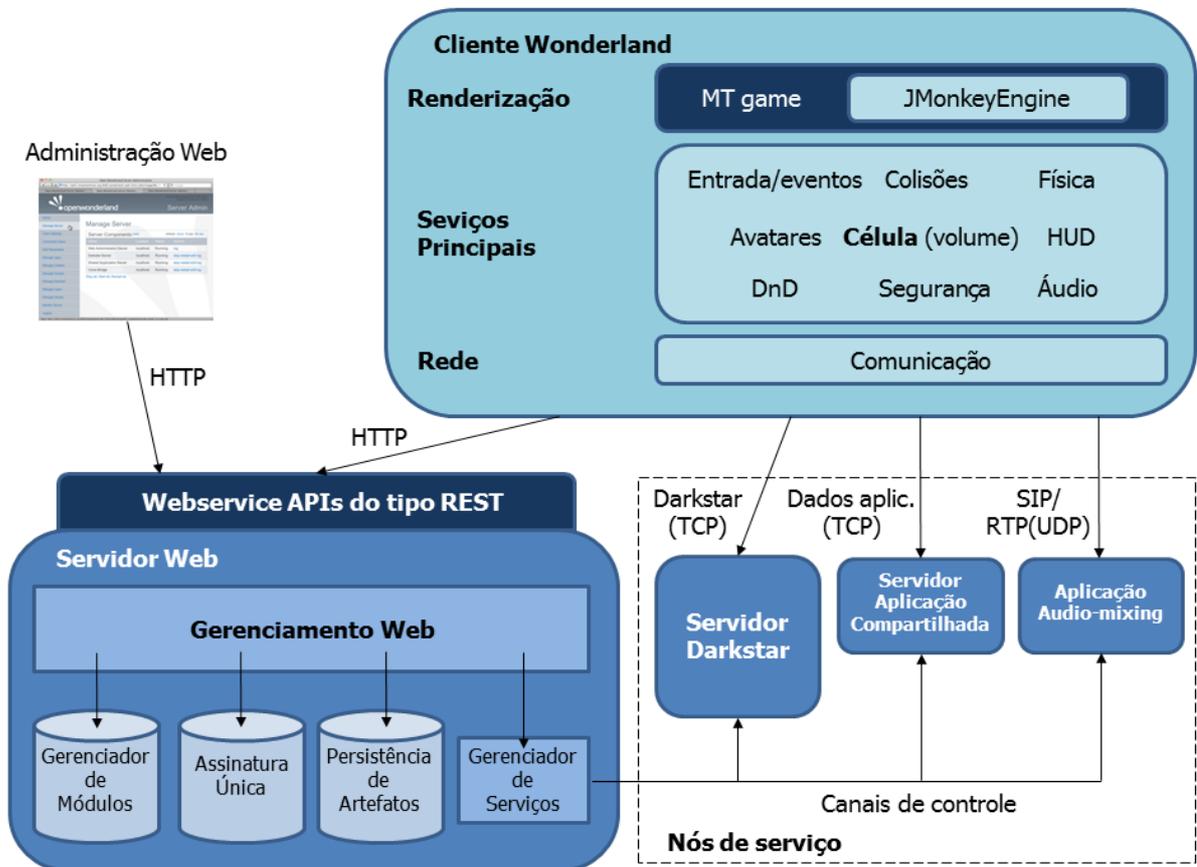


Figura 3.4.2: Arquitetura do Wonderland

Fonte: adaptado de Kaplan e Yankelovich (2011)

Existe uma preocupação em relação ao balanceamento feito entre interatividade e escalabilidade do sistema, isto porque num mundo virtual mais interativo as mudanças no ambiente são frequentes, exigindo maior poder de processamento e maior largura de banda na internet para manter todos os usuários atualizados. Por outro lado, um mundo em que as mudanças são menos frequentes, ou estáticas (como diversos cenários de videogames), pode suportar um maior número de usuários, pois exige uma menor comunicação de dados por usuário. Por exemplo, utilizar avatares elaborados graficamente pode proporcionar uma maior sensação de presença no ambiente, no entanto, demanda mais recursos da placa de vídeo e limita o número de usuários que podem ser visualizados (KAPLAN e YANKELOVICH, 2011).

Atualmente, o Wonderland comporta até 50 usuários num único espaço, grupos maiores devem ser divididos em múltiplos espaços.

Diversos projetos estão sendo desenvolvidos utilizando esta plataforma. Assim como o *website* do SL, o *website* do Open Wonderland mantém uma seção dedicada aos educadores²³.

3.4.3 OpenSimulator

Comumente chamado de OpenSim, o projeto OpenSimulator é uma plataforma extensível, construída para simular espaços virtuais tridimensionais, que assemelha-se a uma versão aberta do Second LifeTM, desenvolvida sob os conceitos de software livre e distribuída através de licença BSD²⁴ (OPENSIM, 2011). Nesses espaços virtuais é possível criar, modificar, deletar e, através de scripts, programar objetos primitivos (blocos básicos), permitindo que estes objetos sejam renderizados de diferentes maneiras.

A configuração padrão do *OpenSim Server* (servidor OpenSim para simulação de regiões 3D), componente principal da plataforma, é compatível com o cliente visualizador (*viewer*) do SL, distribuído sob a licença LGPL²⁵ da Linden Lab. Esta aplicação cliente é um dos diversos *viewers* utilizados para conectar ao servidor do sistema.

O mundo virtual 3D do OpenSim pode ser configurado de duas formas, em modo *Standalone* (auto-suficiente) ou modo *Grid* (malha/rede). Independente do modo, a configuração é administrada através do arquivo "OpenSim.ini" que contém diversos parâmetros sobre o ambiente, como coordenadas de localização, endereço para acesso e autenticação, etc (OPENSIM, 2011).

O sistema do OpenSim é composto pelo simulador de região e pelos serviços de dados (*backend data services*), tais como gerenciamento de usuário, artefatos e inventário. Dessa forma, um sistema configurado em modo *Standalone* executa a simulação de região e todos os serviços de dados num único processo, o "OpenSim.exe". Nesta configuração é ainda possível executar mais de um simulador de região, porém no mesmo computador.

O diagrama da Figura 3.4.3.a é um exemplo de configuração do

23 Educator Resources - <http://openwonderland.org/resources/educators>

24 Berkeley Software Distribution (BSD License) <<http://opensource.org/licenses/bsd-3-clause>>

25 LGPL - Lesser General Public License

<http://wiki.secondlife.com/wiki/Linden_Lab_Official:Second_Life_Viewer_Licensing_Program>

OpenSimulator em modo *Standalone*, e apresenta diferentes simuladores de região executados dentro do processo "OpenSim.exe" e configurados através dos arquivos "Region.ini" correspondente.

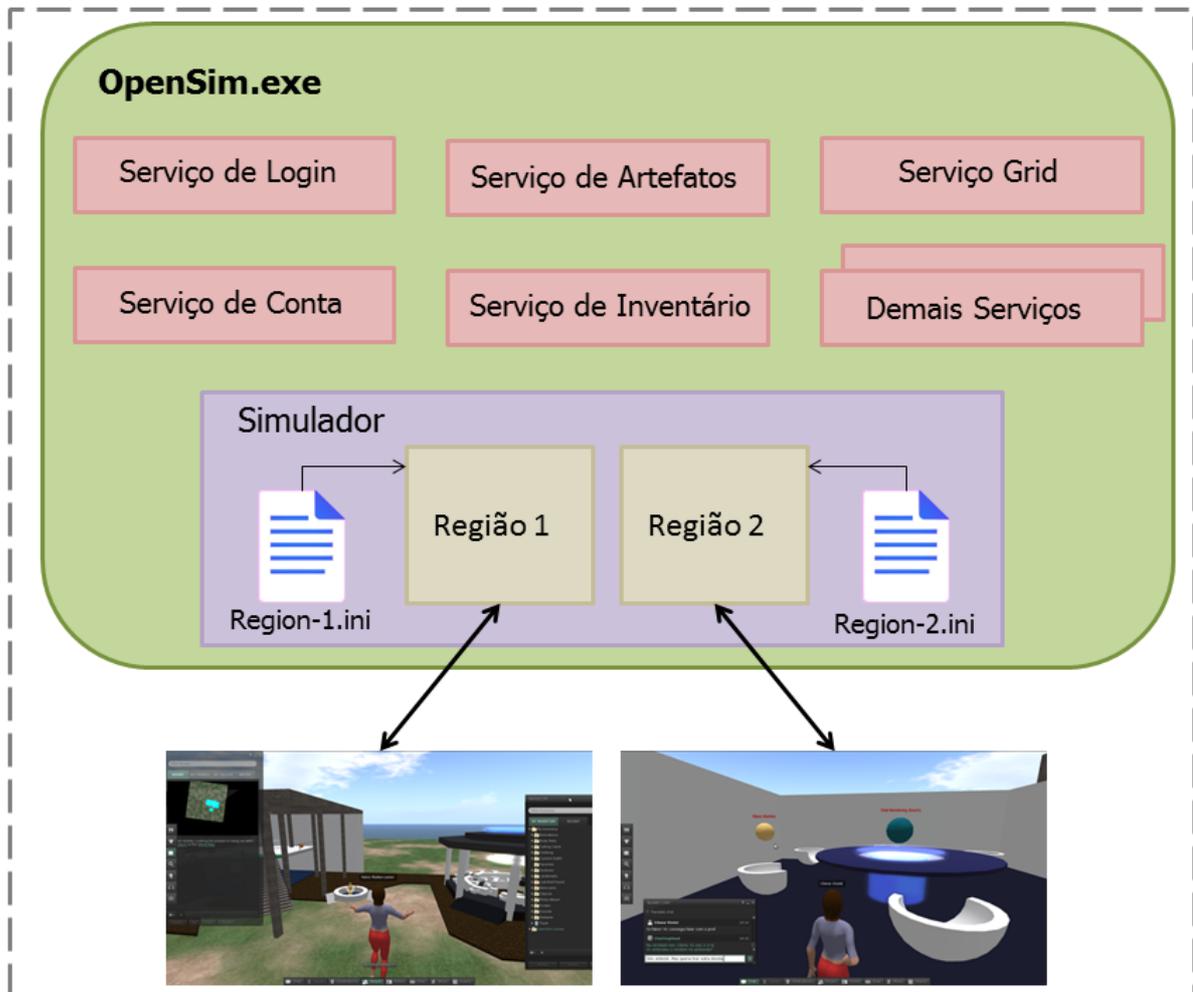


Figura 3.4.3.a: Configuração *Standalone* do OpenSimulator

Fonte: adaptado de OpenSim (2011)

O modo Grid é configurado de forma a separar os serviços de dados e os simuladores de região em dois ou mais processos. Nesta configuração os serviços de dados são executados pelo processo "Robust.exe", o qual pode rodar todos os serviços num único processo, ou pode ser configurado para separar os serviços em diferentes instâncias do Robust.exe (OPENSIM, 2011). Os simuladores de região continuam a ser executados pelo processo "OpenSim.exe", porém agora este processo trabalha apenas para servir à simulação do ambiente e comunica-se com os serviços de dados, que rodam em processo separado.

O diagrama da Figura 3.4.3.b exemplifica o modo *Grid* de configuração e apresenta as conexões existentes entre múltiplos simuladores de regiões, que rodam em processos "OpenSim.exe" implantados em diferentes servidores.

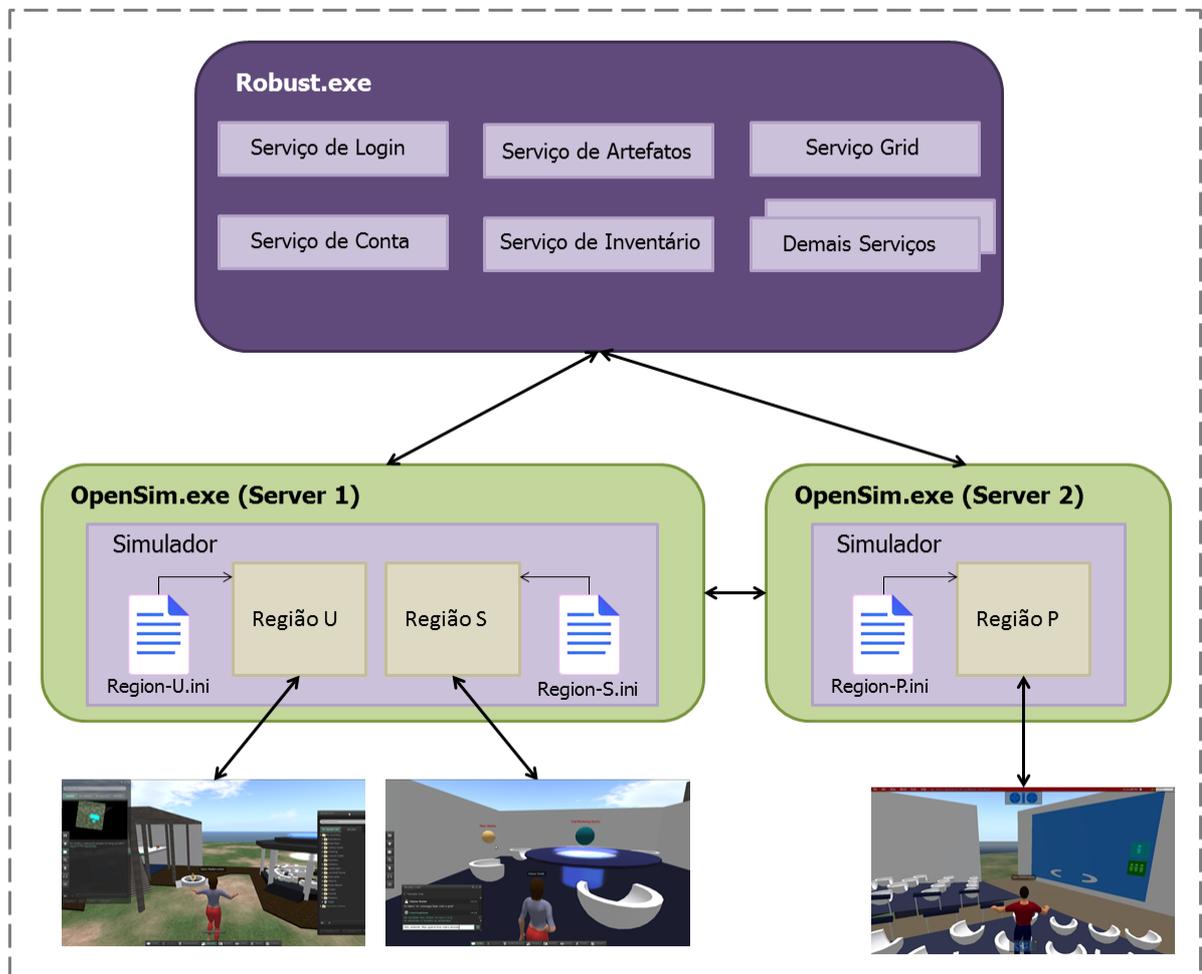


Figura 3.4.3.b: Configuração *Grid* do OpenSimulator

Fonte: adaptado de OpenSim (2011)

A configuração de um servidor de regiões (OpenSim.exe), para se comunicar com os serviços do processo Robust.exe, permite que esses serviços sejam executados em qualquer computador acessível pela rede. Esse recurso é utilizado para conectar novos simuladores de região (implantados pelos usuários) aos *Grids*²⁶ públicos.

²⁶ A comunidade do projeto OpenSimulator utiliza o termo *Grid* com dois significados distintos, um para representar o modo de configuração do sistema distribuído em mais de um servidor (*Grid Mode*), e outro para representar ambientes 3D construídos utilizando a tecnologia OpenSim e listados pela comunidade (*Grid List*).

Como o modelo de dados que registra as informações dos avatares é semelhante ao do Second LifeTM, isso possibilita a criação de um avatar na plataforma OpenSimulator baseada na cópia de dados extraídos do SL. Essa é uma técnica que pode estar sendo utilizada pelo Avination²⁷.

Este processo de cópia pode ser realizado pelos seguintes passos: (1) scripts LSL detectam o avatar que acessa o ambiente modelado no SL; (2) após identificar as informações desse avatar (UUID, Nome, Sobrenome, etc.) estas são enviadas para uma plataforma OpenSim; e (3) o servidor que receber as informações cria/modifica este avatar em outro mundo virtual.

Exemplos de possíveis arquiteturas de MV3D utilizando a plataforma OpenSimulator, implantadas tanto em modo *Standalone* quanto em modo *Grid*, são descritos no capítulo 4.

3.5 COMPARATIVO ENTRE AS PLATAFORMAS DE MV3D

Como forma de compilar as informações sobre as plataformas para construção de MV3D discutidas acima, analisando-se as características relevantes na tomada de decisão, a Tabela 3.5 foi elaborada para escolha da plataforma mais adequada na implementação da proposta deste trabalho.

Apesar do Second Life possuir avançada interface gráfica e fácil usabilidade (FREIRE, ROLIM e BESSA; 2010), além da maior popularidade (FETSCHERIN e LATTEMANN, 2008), esta plataforma foi utilizada anteriormente no projeto Ae-3D (SILVA et al., 2009), e está sendo substituída nesta pesquisa por motivos como baixo controle do ambiente proprietário ou possibilidade de acesso a usuários e áreas indesejáveis (CONKLIN, 2007), mas o principal motivo para a substituição é o elevado custo de investimento (FREIRE, ROLIM e BESSA; 2010).

²⁷ Avination: - Mundo Virtual construído com tecnologia da plataforma OpenSimulator e que possui um processo para copiar as informações do avatar do usuário no Second Life. Este processo de cópia é executado na ilha que o grupo do Avination mantém no SL. <<https://www.avination.com>> Acesso em abril 2012.

Tabela 3.5: Comparativo entre Second Life, Wonderland e OpenSim.

<i>Características</i>	<i>Mundos Virtuais</i>		
	<i>SecondLife™</i>	<i>Wonderland</i>	<i>OpenSim</i>
Licença dos servidores	propriedade do LindenLab	GPL	BSD
Licença do cliente (viewer)	LGPL	GPL	diversas (software de terceiros)
Tecnologia da plataforma	C#	Java	C#
Programação da Interatividade	scripts LSL	Java	scripts LSL
Limite de prims (construção de objetos)	determinado pelo LindenLab	determinado pelos recursos computacionais (testar)	determinado pelos recursos computacionais (testar)
Custos do ambiente	locação de terrenos, compra de objetos modelados e submissão de texturas	recursos computacionais e de rede para implantação dos servidores; e recursos humanos para implantação e manutenção da plataforma e para modelagem dos ambientes.	recursos computacionais e de rede para implantação dos servidores; e recursos humanos para implantação e manutenção da plataforma e para modelagem dos ambientes.
Recursos de comunicação entre avatares	mensagens instantâneas, chats e áudio conferência	mensagens instantâneas, chats e áudio conferência	mensagens instantâneas, chats e áudio conferência
Compatibilidade com SecondLife™ (Objetos e Programação)	Não se aplica	Não	Sim
Reaproveitamento dos modelos desenvolvidos no projeto Ae-3D	Sim	Não	Sim

Assim, pode-se observar que a plataforma Open Wonderland apresenta-se como uma alternativa ao Second Life (UYEDA et al., 2009), porém sua tecnologia, desenvolvida em Java, exige uma completa remodelagem dos objetos e ambientes desenvolvidos no SL pelo projeto Ae-3D.

A escolha do OpenSimulator como plataforma para implementação da Interface 3D foi realizada com base em: (1) ela ser uma alternativa desenvolvida sob os conceitos de software livre de código aberto; (2) gerar ambientes semelhantes aos do SL; (3) pelo custo acessível para implantação e manutenção dos servidores; e (4) pela intercambialidade dos modelos construídos nesta plataforma, que podem ser exportados para o SL posteriormente.

3.6 MUNDOS VIRTUAIS 3D EM EDUCAÇÃO

São inúmeras as possibilidades de uso para os mundos virtuais 3D (MV3D) na construção de atividades e aplicações em educação. Algumas delas elencadas por Conklin (2007) são: - jogos de cooperação, simulação de negócios, compreensão sobre raças, treinamento militar e de situações de emergência, ensino de Biologia, Matemática, Astronomia e outras áreas do conhecimento.

Existem diversas pesquisas de aplicação de MV3D em Educação no Brasil,

algumas delas utilizando as plataformas descritas no presente trabalho. Essas experiências brasileiras ainda não compreendem toda extensão nacional "do Caburaí ao Chuí"²⁸, mas estão distribuídas na linha Nordeste-Sul (SCHLEMMER, TREIN e OLIVEIRA; 2009), (ZANOTTO, ROLIM e FERNANDES; 2009), (FREIRE, ROLIM e BESSA; 2010), (MARCELINO, 2010) e (AZEVEDO, 2011).

Com relação à aplicação de MV3D em educação, dois termos são importantes no escopo deste trabalho: - interação e interatividade. Mattar (2008) relata a querela conceitual em torno destes termos, e a tendência desse debate se perpetuar independente dos diversos trabalhos já realizados, tentando estabelecer distinções ou semelhanças.

Procurando distinguir os termos citados, pode-se traçar uma analogia com estudos sobre fenômenos físicos, mais especificamente, sobre os conceitos de radiação e radioatividade conforme Svanæs *apud* Tori (2010):

- Interação é a atividade ou trabalho compartilhado, em que existem trocas e influências recíprocas;
- Interatividade é a capacidade de um sistema de comunicação ou equipamento de possibilitar interação. O indicativo do potencial que determinada mídia ou atividade possui para gerar interações.

Tori (2010) utiliza tais conceitos para estabelecer um método de avaliação da interatividade em diferentes atividades. O método consiste na decomposição da interatividade em três fatores de influência: - frequência, abrangência e significado; e fornece uma expressão que representa o índice do potencial de interação relativo a cada atividade.

$$I_x = (q_f F_x + q_a A_x + q_s S_x) / (q_f + q_a + q_s)$$

Para exemplificar este método é apresentada na Tabela 3.6 uma comparação de índices. Esta tabela foi complementada de Tori (2010) com o cálculo do índice de interatividade da atividade de "participar de aula em Mundos Virtuais 3D". Na linha adicionada, tem-se os coeficientes de frequência, abrangência e significado iguais a

28 Extremos norte (Monte Caburaí) e sul (Arroio Chuí) do Brasil

1 ($q_f = q_a = q_s = 1$), assim como o fator da frequência e da abrangência iguais a 1.0 ($F = A = 1.0$) e o fator do significado igual a 0.3 ($S = 0.3$), visto que as interações aluno-aluno e aluno-professor dependem de outros agentes.

Tabela 3.6: Comparação do Potencial de Interação

Fonte: adaptado de Tori (2010) pág.95

<i>Atividade</i>	<i>Frequência</i>	<i>Abrangência</i>	<i>Significado</i>	<i>Média</i>
Assistir a um filme em DVD	1,00	0,20	0,00	0,30
Assistir ao programa Big Brother	0,02	0,40	0,50	0,31
Assistir ao programa Você Decide	0,02	0,10	1,00	0,37
Participar de game de ação e tiro	1,00	1,00	1,00	1,00
Participar de aula em Mundo Virtual 3D	1,00	1,00	0,30	0,77

O potencial de interação que as plataformas de MV3D podem oferecer é também uma das justificativas para o desenvolvimento deste trabalho, apresentando uma proposta para oferecer aplicações de mundos virtuais multi-usuários para os alunos e ao mesmo tempo aproveitar a capacitação atual do corpo docente.

4 ARQUITETURAS DE MV3D COM OPENSIM

As diferentes arquiteturas para sistemas baseados no *OpenSim*, sob os quais são modelados os mundos virtuais 3D, são constituídas por três componentes principais (OPENSIM, 2011): - *OpenSim Server* (Servidor), *DataBase* - DB (Banco de Dados) e *Client Viewer* (cliente renderizador).

O servidor oferece todos os serviços do sistema e executa o "motor da física do ambiente", os cálculos da região, a comunicação entre os terrenos, etc. A persistência de dados não inclui apenas as informações do usuário, e sim principalmente, as informações do ambiente, da região, do terreno e dos dados de objetos. Na outra ponta do sistema, o *client viewer*, ou simplesmente *viewer*, aplicação instalada no computador do usuário e com acesso ao servidor, executa a renderização completa do ambiente. Esses três componentes podem ser descritos detalhadamente, da seguinte forma:

i. **Servidor** sendo o *OpenSim* propriamente dito, este componente é responsável por oferecer todos os serviços utilizados dentro do sistema. Ele controla todas as funcionalidades dos espaços compondo o terreno (região), através da execução da física, da execução dos *scripts* de interação, mantendo rastro dos objetos na cena e enviando atualizações sobre a cena para o *viewer* conectado à região. Cada terreno configurado no servidor tem um arquivo "Region.ini" de parâmetros e pode ser descrito como um espaço em memória e um simulador do comportamento de objetos que compartilha seu estado (situação do ambiente) com os *viewers*.

Assim como qualquer outro componente do sistema, uma região é referenciada por um Identificador Único Universalmente (do inglês *Universally Unique Identifier* - UUID), ou seja, cada pequeno pedaço de componente do ambiente possui um UUID, da conexão do usuário, passando pelas primitivas (blocos básicos de objetos) e avatares, até um script em execução, e tudo é visto pelo sistema como UUID. Os serviços resumidos acima são separados em cinco blocos, descritos a seguir:

a) Servidor de Usuários (*UserServer*) - Responsável pela autenticação do usuário, este serviço cria um identificador de sessão por *viewer* e o associa ao UUID do

avatar logado, que pode ser utilizado para autenticar requisições a outros servidores no mesmo ambiente (*grid*).

b) Servidor de Terrenos (*GridServer*) - É utilizado para autenticar os terrenos e regiões no ambiente. Como os *grids* (ambientes) são distribuídos numa matriz bidimensional, existem coordenadas X, Y para cada uma das regiões e o serviço precisa garantir uma atribuição de espaço sem conflito no posicionamento. Cada região recebe um UUID.

c) Servidor de Objetos (*AssetServer*) - Essencialmente, este serviço é um banco de dados "Escreve Pouco, Lê Muito" (do inglês "*Write Few, Read Many*" - WFRM). Uma vez que o objeto foi inserido no banco, ele recebe um UUID e será indefinidamente armazenado nesta base de dados. Texturas, imagens, anotações, sons, objetos serializados do inventário e scripts são registrados com um identificador que não é modificado, estas chaves são imutáveis.

d) Servidor de Inventário (*InventoryServer*) - Este serviço estabelece o relacionamento entre os UUID dos objetos e os UUID dos usuários, facilitando a busca pela raiz do inventário do usuário, através do seu identificador. Este servidor também mantém as informações de permissão dos objetos.

e) Servidor de Mensagens (*MessagingServer*) - Não é um serviço crítico como os demais acima, mas ele mantém os registros de todos os usuários com capacidade de escuta, e todas as mensagens enviadas.

ii. Banco de Dados (BD) constitui-se no gerenciador de base de dados ou nos mecanismos de persistência suportados pelo *OpenSim*, os quais podem ser listados como (OPENSIM, 2011):

- SQLite (configuração padrão), é um banco de dados simples embarcado na aplicação, o qual tem como principal propósito permitir que os desenvolvedores implantem uma instância do sistema sem dificuldade, apenas descompactando o pacote da aplicação e realizando algumas

parametrizações.

- MySQL (suporte completo), é um gerenciador de banco de dados recomendado para uso geral nos serviços do sistema *OpenSim*. Instruções de como instalar e configurar o pacote livre deste DBM (do inglês *DataBase Manager*) são descritas no *website*²⁹ de seus desenvolvedores.
- MS-SQL Server (parcialmente suportado), o servidor de banco de dados da Microsoft está quase totalmente compatível com a aplicação, todavia algumas funcionalidades mais recentes podem não estar implementadas ainda.

Um relatório com os passos para configuração da plataforma *OpenSim* nas versões anteriores a 0.6.7, utilizando o MySQL como mecanismo de persistência, pode ser conferido em (CARMO e TORI, 2009).

iii. Viewer é a aplicação cliente encarregada de renderizar todos os objetos componentes do ambiente tridimensional. Instalada no computador do usuário (residente do ambiente) e tendo acesso ao servidor *OpenSim*, o *viewer* requisita e recebe todos os dados necessários para construir os objetos na janela de saída do sistema, ou seja, no monitor do computador. A plataforma *OpenSim* foi projetada para suportar múltiplos acessos simultâneos de diferentes sistemas computacionais, o que foi alcançado estabelecendo comunicação com os diversos tipos de *viewers* disponíveis, construídos para os mais populares sistemas operacionais do mercado, alguns desses *viewers* são:

- Cliente Linden (SECONDLIFE, 2009) - *client viewer* do Second Life distribuído pela Linden Lab, é um dos *viewers* com suporte completo a plataforma *OpenSim*.
- Hippo Viewer - uma extensão do cliente Linden com aprimorações específicas para o *OpenSim* (OPENSIM, 2011).
- Meerkat Viewer - outro *viewer* baseado no cliente da Linden Lab, possui os recursos de exportar/importar objetos (CARMO e TORI, 2009).

Estes três componentes (servidor, BD e *viewer*) podem ser instalados e

²⁹ MySQL Website <<http://www.mysql.com>> Acesso julho 2011

configurados de diferentes formas, disponibilizando as seguintes arquiteturas para implantação de mundos virtuais 3D em plataforma aberta.

4.1 STANDALONE LOCALHOST SERVER

Na arquitetura *Standalone Localhost Server - SLS* (servidor auto-suficiente hospedado localmente), o software do "OpenSim Server" e do *client (viewer)* são implantados no mesmo computador, permitindo o acesso do usuário apenas via conexão *localhost*. Neste tipo de arquitetura é possível instanciar mais de uma região no *OpenSim Server* e acessá-las através de mais de um avatar, no entanto, para isso, é necessário executar diferentes instâncias do *viewer*, ou mesmo diferentes *viewers*, conectando-as(os) no mesmo *OpenSim Server* local. A Figura 4.1 ilustra a arquitetura SLS.



Figura 4.1: Servidor OpenSim e *Client (viewer)* implantados na mesma máquina.

(a) Máquina *desktop* isolada. (b) Máquina *notebook* isolada.

Vale ressaltar que o ambiente 3D disponibilizado em arquitetura SLS não é acessado por usuários em outros computadores, pois o *OpenSim Server* está isolado da rede (não foi configurado um endereço IP³⁰ para acesso externo). Porém, esta arquitetura possibilita utilizar o sistema como um ambiente para teste e/ou desenvolvimento (modelagem local), com a vantagem de não exigir conexão com a

³⁰ Endereço IP (*Internet Protocol*): rótulo numérico associado a todo dispositivo que participa de uma rede de computadores que usa o Protocolo de Internet para sua comunicação. (NIC.br)

Internet nem mesmo rede local.

4.2 STANDALONE NETWORK SERVER

Os ambientes 3D construídos na arquitetura *Standalone Network Server - SNS* (servidor auto-suficiente com acesso pela rede) permitem que *viewers*, implantados em diferentes computadores, conectem-se remotamente a um *OpenSim Server* implantado num computador na rede da instituição. Um exemplo de uso dessa arquitetura é o servidor implantado no Interlab-USP para ser acessado via intranet (rede interna) e/ou via Internet (através de IP público). A arquitetura SNS é ilustrada na Figura 4.2.



Figura 4.2: Servidor OpenSim implantado numa máquina da rede da instituição.

Este tipo de arquitetura é recomendada para laboratórios de informática com o intuito de construir ambientes 3D acessíveis, tanto na rede interna da instituição, quanto externamente através da Internet. Por outro lado, a performance do sistema para atender a navegação dos avatares pode ser comprometida pela latência da

rede e pelo poder computacional da máquina em que o *OpenSim Server* foi implantado. Ou seja, estas duas questões técnicas: largura de banda da rede e capacidade de processamento do servidor, influenciam diretamente o tempo de resposta na comunicação entre o *viewer* e o *OpenSim Server*, e caso não sejam analisadas e dimensionadas, prejudicam a qualidade de visualização dos objetos (quantidade de *prims*) ou mesmo impossibilitam a renderização do ambiente.

Para implantação desta arquitetura permitindo acesso externo à rede da instituição, a equipe que gerencia a segurança da rede deve ser acionada para liberar, para os computadores remotos, acesso ao *OpenSim Server* via IP público. Porém, esta liberação pode ser feita apenas para as portas de comunicação utilizadas pelos serviços do *OpenSim Server*, restringindo assim a abertura para acessos indesejáveis. O responsável pela implantação (instalação e configuração) deste servidor é quem define os códigos das portas utilizadas.

4.3 STANDALONE HOME NETWORK SERVER

A arquitetura *Standalone Home Network Server* - SHNS (servidor auto-suficiente hospedado em rede residencial com acesso pela Internet) é semelhante à SNS, no entanto, a implantação de servidores em rede residencial exige configurações "avançadas" do roteador local.

O *OpenSim Server* desta arquitetura é implantado num computador da rede residencial e o acesso aos ambientes 3D, instanciados neste servidor, são realizados tanto por *viewers* implantados em computadores da mesma rede, quanto por *viewers* em computadores na Internet. A Figura 4.3 ilustra a arquitetura do tipo SHNS.

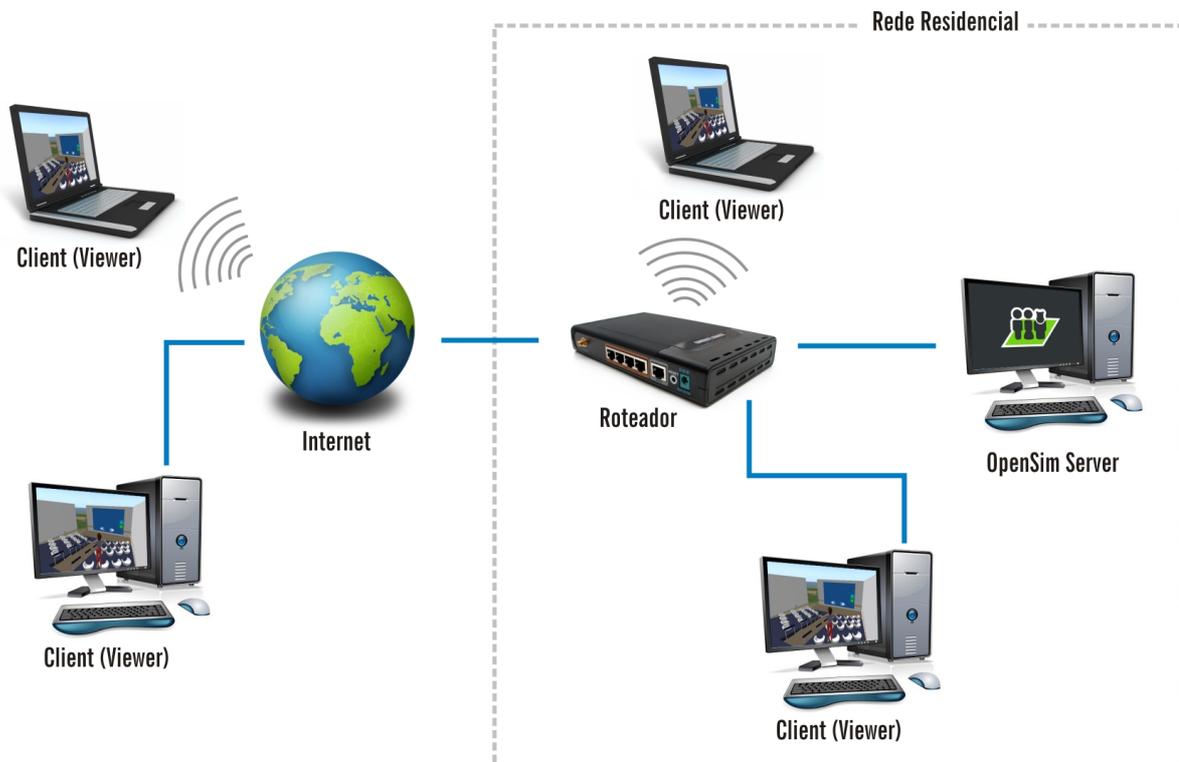


Figura 4.3: Servidor OpenSim implantado numa máquina de rede residencial.

O acesso ao *OpenSim Server* da SHNS através da Internet pode ser configurado nas redes residenciais, que tenham endereços IP fixos fornecidos pela empresa provedora de acesso, ou também nos serviços DHCP³¹. Independente do serviço fornecido pelo provedor de Internet (IP fixo ou DHCP), para que os *viewers* possam se conectar ao *OpenSim Server* é necessário realizar uma configuração no roteador da rede residencial, de forma que este aparelho direcione as requisições, feitas nas portas de serviço da plataforma de MV3D, para a máquina que o *OpenSim Server* foi implantado. Assim como na arquitetura SNS, o código das portas de serviço da plataforma são definidos na instalação e configuração do *OpenSim Server*.

Outra questão importante nesta arquitetura é que a realocação de endereço IP para a rede residencial com acesso à Internet, através do serviço DHCP, exige uma reinicialização da instância do *OpenSim Server*, após o ajuste no parâmetro *ExternalHostName* feito na configuração das regiões do ambiente 3D.

³¹ *Dynamic Host Configuration Protocol* - DHCP (alocação dinâmica de endereços IP, possibilita que provedores reutilizem endereços da Internet para conexões não permanentes)

4.4 SERVERS GRID USING SHARED DATABASE

Diferente das arquiteturas descritas nas seções 4.1, 4.2 e 4.3, que utilizam o modo *Standalone* (auto-suficiente) de instalação e configuração do *OpenSim Server*, a arquitetura *Servers Grid using Shared Database* - SGSDB (grade/malha/conjunto/rede de servidores interoperantes com banco de dados compartilhado) utiliza o modo *Grid* (malha/rede) para instalação e configuração dos *OpenSim Servers*.

Como apresentado na seção 3.2.3, a implantação em modo *Grid* instancia o processo "Robust.exe", de forma que instâncias do processo "OpenSim.exe" possam ser executadas em diferentes computadores, disponibilizando os serviços de uma região, ou mais regiões, em cada *OpenSim Server*.

Implantar a plataforma OpenSimulator em modo *Grid* é uma tarefa de significativa complexidade, comparada ao modo *Standalone*. Esta tarefa requer compreensão sobre o funcionamento do UUID, sobre as coordenadas X,Y das regiões, sobre os parâmetros de *Handshake*³² dos servidores, sobre estados de máquina e sobre propriedade de estados de máquina, além de outros detalhes (OPENSIM, 2011). A Figura 4.4 ilustra a arquitetura do tipo SGSDB.

Na arquitetura SGSDB, os serviços de dados (artefatos, inventário, dados do avatar, etc.) podem ser executados por uma única instância do "Robust.exe" rodando na mesma máquina do gerenciador de banco de dados, compondo um "*DataBase Server*", ou podem ser distribuídos por diferentes instâncias do "Robust.exe" executando em mais de um servidor.

Existem diversos mundos virtuais 3D construídos com a plataforma OpenSimulator, alguns dos quais permitem a conexão de novos servidores de região (*OpenSim Server*) mantidos pelos usuários (OPENSIM, 2011). Esses ambientes foram implantados utilizando uma arquitetura semelhante à SGSDB, na qual é possível compartilhar os serviços de dados.

³² *Handshaking Protocol* (Protocolo de Apresentação - Autenticação): Método pelo qual dois computadores interligados por uma rede de dados estabelecem os parâmetros de segurança que serão utilizados para autenticação durante a comunicação entre ambos.

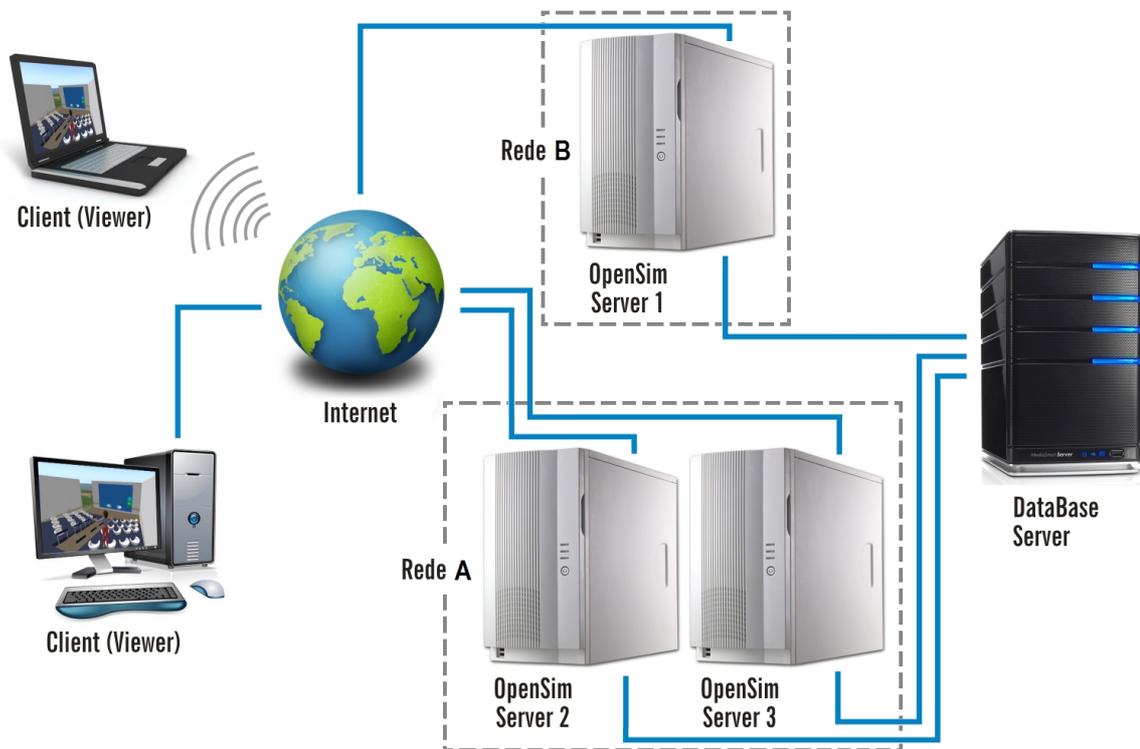


Figura 4.4: Servidores OpenSim implantados em múltiplas máquinas de diferentes redes formando um *Grid* de Regiões com compartilhamento de avatares.

Uma questão interessante no compartilhamento dos serviços de dados é a intercambialidade dos avatares, que ocorre entre os servidores de regiões implantados em máquinas separadas.

Mesmo para os sistemas implantados nas arquiteturas Standalone (SLS, SNS e SHNS), sem separação dos serviços de dados, é possível compartilhar e transferir objetos entre regiões instanciadas no mesmo *OpenSim Server*. Além disso, o processo de *backup* das regiões através de arquivos ".OAR" viabiliza a transferência de ambientes 3D completos de um *OpenSim Server* para outro.

As arquiteturas SNS e SHNS foram utilizadas no desenvolvimento da prova de conceito desta pesquisa, a qual é discutida na seção 7.2.

5 ESTUDOS DE INTERFACES EM MV3D RELACIONADAS

Mattar (2010) relata a convergência entre entretenimento e aprendizagem, a qual pode ser analisada em paralelo com Bianco (2008), que "conversa" com Kaplún (1978), discutindo sobre um melhor aproveitamento da tecnologia do rádio aplicada à educação na década de setenta:

(...) ele defendia a superação da clássica divisão entre a educação e entretenimento para explorar de forma lúdica os diferentes recursos, linguagens e formatos(...)visando criar programas atraentes e sintonizados com as demandas do público alvo(...)(BIANCO, 2008).

Outro aspecto explicado por Bianco (2008), diz respeito à ideal aplicação de um processo, tecnologia ou recurso, ser alcançada quando as atividades e funcionalidades são elaboradas pensando diretamente nos conceitos definidos por eles. Ou seja, quando o desenvolvimento explora a linguagem própria do recurso.

A proposta deste trabalho pode revelar que as aplicações resultantes conectando MV3D e LCMSs não serão ideais, mas permitirão o esclarecimento dos diferentes componentes necessários para criação das atividades de aprendizagem nos dois tipos de ambientes, possibilitando uma melhor absorção do novo paradigma de tecnologia e uma posterior transição.

Essa análise descrita acima pode servir de argumentação para evitar a modelagem de ambientes virtuais 3D que pretendam reproduzir estruturas físicas utilizadas na modalidade de ensino presencial tradicional. Isto porque as características da tecnologia de MV3D que potencializam sua aplicação no processo de aprendizagem, não são as que permitem a reprodução virtual de espaços físicos tridimensionais, mas sim a possibilidade de visualização de modelos de abstrações, a interatividade inerente à plataforma e a consequente melhoria na sensação de imersão no ambiente.

Alguns estudos relacionados a esta pesquisa, que procuram explorar as tecnologias de MV3D para tornar as interfaces dos LCMSs mais lúdicas e compatíveis com as interações dos games, a que boa parte dos nativos digitais está habituada, são descritos nas seções a seguir.

5.1 SLOODLE

Um projeto de código aberto que integra o sistema de gerenciamento de aprendizagem (LMS) Moodle™ com o mundo virtual multi-usuário do Second Life™. O Sloodle³³, acrônimo para "*Simulation Linked Object Oriented Dynamic Learning Environment*", disponibiliza um conjunto de ferramentas para auxílio a ensino e aprendizagem imersos em mundo virtual.

Um sistema de interface integrada a um LMS para ensino a distância dos mais utilizados (LÓPEZ-HERNÁNDEZ, 2009), o Sloodle, tem sido aprimorado desde sua idealização (KEMP e LIVINGSTONE, 2006). Atualmente o Sloodle recebe suporte da fundação britânica Eduserv e da Escola de Ciências da Informação da Universidade Estadual de San José (Califórnia).

Observando os benefícios para aprendizagem utilizando mundos virtuais onde os estudantes são imersos através de avatares, Dickey (2005 apud KEMP e LIVINGSTONE, 2006) sugere que o formato tridimensional imersivo possui significativo potencial para facilitar a colaboração e o aprendizado experimental. E conhecidas as vantagens do formato multimídia sobre os recursos apenas escritos (LAURILLARD, 1997 apud KEMP e LIVINGSTONE, 2006), a ideia de que o Second Life teria certa vantagem em relação aos LMS, em termos de aprimorar a experiência de aprendizagem, parecia clara. Mas se os LMS são criticados por se apresentar, frequentemente, apenas como um repositório, os mundos virtuais, incluindo o SL, são extremamente limitados como repositórios de arquivo. No SL os documentos são armazenados em *notecards* em formato texto, e a transferência do documento entre o SL e a área de trabalho geralmente é feita pelo processo recortar-e-colar.

Pensando que ambas as plataformas oferecem virtudes complementares não disponíveis na outra, Kemp e Livingstone (2006) acreditaram que a conexão entre o Moodle™ e o SL poderia permitir que professores e *designers* instrucionais explorassem novas oportunidades de interação para o aplicativo *web* dentro do mundo virtual SL.

Assim como outras tecnologias para ensino e aprendizagem, o Sloodle é desenhado para estudantes e professores escolherem como querem trabalhar as aulas. Algumas de suas funcionalidades podem ser listadas como (SLOODLE,

33 Projeto SLOODLE - <http://www.sloodle.org/moodle>

2009):

- Intercomunicador (*Web-intercom*), uma sala de chat que faz a ponte entre o chat do Moodle™ e o chat do Second Life, os participantes podem estar conversando pelo chat do SL ou pela sala de chat do Moodle™, e as conversas podem ser armazenadas na base de dados do Moodle™.
- Cabine registradora (*Registration booth*), gerenciamento de identidade entre o SL e o Moodle™, interliga os avatares dos estudantes com suas respectivas contas no Moodle™.
- Ferramenta de questionário e caixa de entrega 3D (*Quiz tool and 3D Drop Box*), avaliação no SL - notas no Moodle. Insere questionários ou atividades de modelagem 3D num ambiente alocado. Visualiza notas no livro padrão do Moodle.
- Ferramenta de escolha (*Choice tool*), permite que os estudantes votem (e visualizem os resultados) pelo SL assim como pelo Moodle.
- Barra de ferramentas do Sloodle (*Multi-function SLOODLE Toolbar*), aprimora a interface do usuário no SL, acessa a lista dos nomes dos usuários do Moodle que estão ao redor do avatar daquele usuário.
- Apresentador (*Presenter*) cria apresentações de *slides* no SL e/ou páginas *web* no Moodle. Mostra no SL uma apresentação sem executar um processo longo para conversão ou carga de imagens.

A integração estabelecida pelo Sloodle é implementada em duas partes, uma em PHP incluída no servidor Moodle™ chamada de "Destiladores Sloodle" e a outra implementada em *scripts* LSL inserida no mundo virtual. Quando os objetos Sloodle dentro do SL são utilizados, eles executam requisições HTTP para as páginas PHP que, então, acessam a base de dados do Moodle™. As respostas, dados não formatados em HTML, podem ser processadas pelos *scripts* LSL dos objetos no mundo virtual (KEMP e LIVINGSTONE, 2006).

No *website* do projeto é possível acessar uma seção com as publicações do grupo.

5.2 PROJETO Ae-3D

Participando do "Projeto Tidia Ae - Fase II" o Interlab (Laboratório de Tecnologias Interativas) da Escola Politécnica da USP trabalhou de forma colaborativa nas atividades de pesquisa e desenvolvimento de software, executando pesquisas exploratórias e atividades de aprendizagem. Uma dessas atividades de desenvolvimento consistiu na construção de uma nova ferramenta para o ambiente Ae, chamada Ae-3D, que permite que os estudantes utilizem uma interface 3D como meio alternativo e inovador para interagir com o Ae (SILVA et al., 2009).

A proposta do Ae-3D, para disponibilizar uma interface tridimensional para o Ae, corresponde a mapear as ferramentas de conteúdo e comunicação entre o sistema Ae e uma plataforma de mundo virtual, e vice-versa. Um conjunto de objetos e aparatos de conexão foi desenvolvido na plataforma do mundo virtual para permitir aos estudantes executarem as atividades previstas nos cursos administrados no Ae, diretamente imersos no ambiente virtual 3D. Ou seja, o material de conteúdo dos cursos, as tarefas e atividades programadas no sistema Ae podem ser acessadas através de recursos criados dentro do mundo virtual, sem a necessidade do aluno interromper ou abandonar a navegação e interatividade inerentes a esta tecnologia 3D, para recuperar o material de estudo disponível na plataforma *web* tradicional dos LCMS.

Esta interface deveria ser transparente para o aluno e o professor, permitindo que o primeiro escolha em qual ambiente ele prefere participar de um curso, e que o segundo possa preparar seu material na plataforma *web* convencional (do LCMS), sem se preocupar como este material será acessado, pois tal material será automaticamente disponibilizado no mundo virtual 3D.

Com o intuito de melhor conhecer as plataformas para mundos virtuais disponíveis, foi realizado durante o projeto do Ae-3D uma pesquisa que possibilitasse avaliar algumas dessas plataformas (SANCHES, ZOTOVICI e TORI; 2008). A inserção, popularidade e amadurecimento da plataforma SecondLife™ (SL) para criação de mundos virtuais foi o que determinou sua escolha como componente 3D interativo na primeira implementação do modelo Ae-3D (SILVA et al., 2009). No

entanto, estudos foram realizados avaliando o potencial de outras ferramentas para construção de mundos virtuais como o Wonderland (UYEDA et. al., 2009) e o OpenSimulator (CARMO e TORI, 2009), observando promissoras aplicações como interface 3D. Durante o desenvolvimento do modelo Ae-3D foi possível ainda realizar experimentos com o Sloodle. O conjunto desses estudos e experimentos foi de significativa importância para determinar os benefícios de se trabalhar os mundos virtuais como ambientes para educação, bem como os diferentes requisitos para implementação do Ae-3D.

O projeto da interface Ae-3D foi executado seguindo as sete fases da metodologia proposta naquele trabalho, são elas pela ordem:

- a) Descrição das funcionalidades e ferramentas encontradas na interface *web* convencional do Ae;
- b) Definição conceitual dessas funcionalidades e ferramentas em 3D;
- c) Definição das ferramentas 3D construídas em objetos 3D;
- d) Desenho e implementação de uma *Application Programming Interface* - API (Interface de Programação de Aplicação) para acessar o LCMS Ae;
- e) Modelagem das ferramentas e dispositivos 3D;
- f) Desenho e implementação de um prova de conceito do modelo Ae-3D;
- g) Programação (*scripts*) das ferramentas e dispositivos 3D.

Através daquela metodologia foi possível implementar uma interface 3D para três das funcionalidades do Ae: apresentação de material, lista de recursos e chat. Estas funcionalidades foram selecionadas para compor a primeira prova de conceito do Ae-3D pelas propriedades interativas que elas possuem, o que poderia melhor demonstrar o potencial dos mundos virtuais como interface.

A hipótese levantada pela pesquisa do Interlab no desenvolvimento do Ae-3D é que ao permitir que o(a) aluno(a) acesse e interaja com o conteúdo e os colegas de turma, utilizando o avatar dele(a) imerso num mundo virtual, ocorrerá um maior envolvimento deste(a) aluno(a) e uma maior sensação de presença percebida por ele(a).

O núcleo da arquitetura do Ae-3D é formado pela camada de interoperabilidade entre o sistema Ae e o mundo virtual no SL (SILVA et al., 2009).

Essa camada foi desenhada para operacionalizar a comunicação entre diferentes LCMS e ambientes virtuais 3D, procurando garantir independência entre os sistemas que se conectam. Na próxima seção serão apresentados maiores detalhes de uma implementação desta camada.

5.3 CAMADA DE INTEROPERABILIDADE

No trabalho de Silva et al. (2009), que observa um panorama de utilização dos LCMS, os quais são construídos pela aglutinação de recursos e funcionalidades de sistema que formam os AVAs, é possível encontrar as justificativas para desenvolvimento do componente essencial no projeto Ae-3D, que estabelece a comunicação entre o LCMS Ae e a plataforma de mundo virtual SecondLife™ escolhida para implementação daquele projeto (SILVA et al., 2009).

Verificada a existência de diversas tecnologias para construção de mundos virtuais como opções para interface 3D, com diferentes qualidades encontradas em cada uma delas, surge a proposta para desenvolvimento de um mecanismo que permita a escolha e intercambiamento entre os MV3D que se comunicam com LCMS (SILVA et al., 2009). Este mecanismo compreende a camada que abstrai a estrutura interna do LCMS, visto que o acesso às informações contidas na base de dados do LCMS nem sempre é realizado de forma simples, exigindo uma análise sobre a organização dos dados e sobre o processo para permissão de acesso.

Essa camada de abstração é chamada de Módulo de Interoperabilidade (MI), o qual possibilita que o acesso aos recursos do LCMS seja transparente para os diferentes tipos de interface, ou seja, o usuário requisitando o conteúdo disponível no LCMS, através de uma interface no mundo virtual ou através do navegador *web* convencional, não perceberá a existência do MI. A Figura 5.3.a apresenta a arquitetura do módulo.

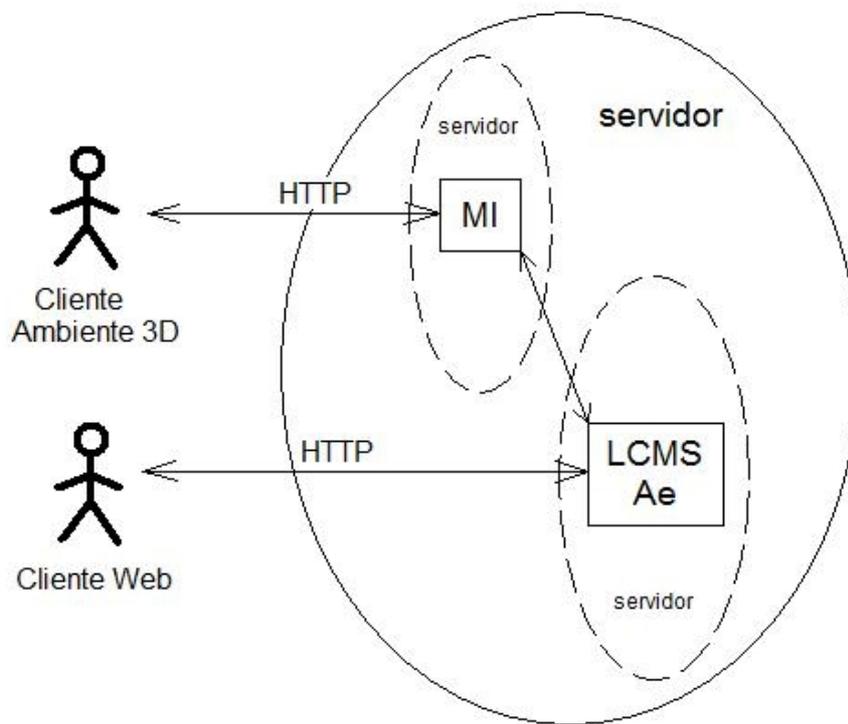


Figura 5.3.a: Formas de acessar informações do LCMS.

Fonte: adaptado de (SILVA et al.,2009)

As requisições feitas a partir do cliente do mundo virtual são direcionadas ao Módulo de Interoperabilidade (MI). No caso da implementação feita para acessar o Ae, este módulo foi chamado de MI-Ae.

As operações do Ae-3D foram desenhadas para que o usuário professor no Ae, autor de material de curso e sem grande experiência no SL, seja capaz de disponibilizar aos "alunos residentes" recursos do Ae dentro do SL. A organização do espaço "físico" do ambiente tridimensional, a forma de manuseio e o posicionamento dos objetos que acessam os recursos procuram simplificar as tarefas a serem executadas.

A principal funcionalidade do MI-Ae é flexibilizar o acesso aos recursos do LCMS Ae, de forma que estes recursos possam ser requisitados e apresentados dentro do ambiente virtual tridimensional utilizado pelo aluno. Para atender a este requisito e também possibilitar uma maior independência de implementação entre o

LCMS e os mundos virtuais, a comunicação entre esses sistemas foi desenvolvida através do protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*).

O fluxo da comunicação para acesso aos recursos do Ae disponibilizando-os dentro do SL, através do módulo de interoperabilidade, é estabelecido da seguinte forma:

- o cliente no mundo virtual executa uma HTTP *request* (requisição HTTP) para o MI-Ae.
- o MI acessa a base de dados do Ae buscando os recursos solicitados.
- recuperadas as informações, o MI as retorna para o cliente no mundo virtual através do HTTP *response* (resposta HTTP).

A arquitetura desenvolvida para este processo permite, ainda, que o sistema Ae e o módulo de interoperabilidade sejam implantados em servidores distintos, no entanto, é necessário para isso que o servidor do MI tenha acesso à base de dados do Ae. A eliminação desta restrição é discutida em seção posterior como melhoria na implementação da camada de interoperabilidade.

As requisições efetuadas no mundo virtual e direcionadas para o MI-Ae são processadas por *servlets* que estabelecem uma nova sessão de acesso ao Ae. Por meio dessa sessão as *servlets* do MI-Ae podem recuperar dados e funções para, assim, obter informações ou executar tarefas dentro do Ae e retornar uma mensagem de resposta à interface do cliente.

A mensagem enviada como requisição do mundo virtual para o MI-Ae deve conter os parâmetros de especificação que definem exatamente o serviço solicitado. Um exemplo de serviço solicitado é a efetivação de *login* no servidor do Ae, pois um avatar precisa estar autenticado junto ao servidor do LCMS, para que os demais serviços sejam disponibilizados.

Com a finalidade de depurar a funcionalidade da interface 3D para o LCMS, um arquivo de log do MI-Ae é mantido no servidor em que o módulo está implantado, este processo permite também a verificação das mensagens trocas por meio do MI. O fluxograma descrevendo a comunicação gerada no MI-Ae é ilustrado na Figura 5.3.b.

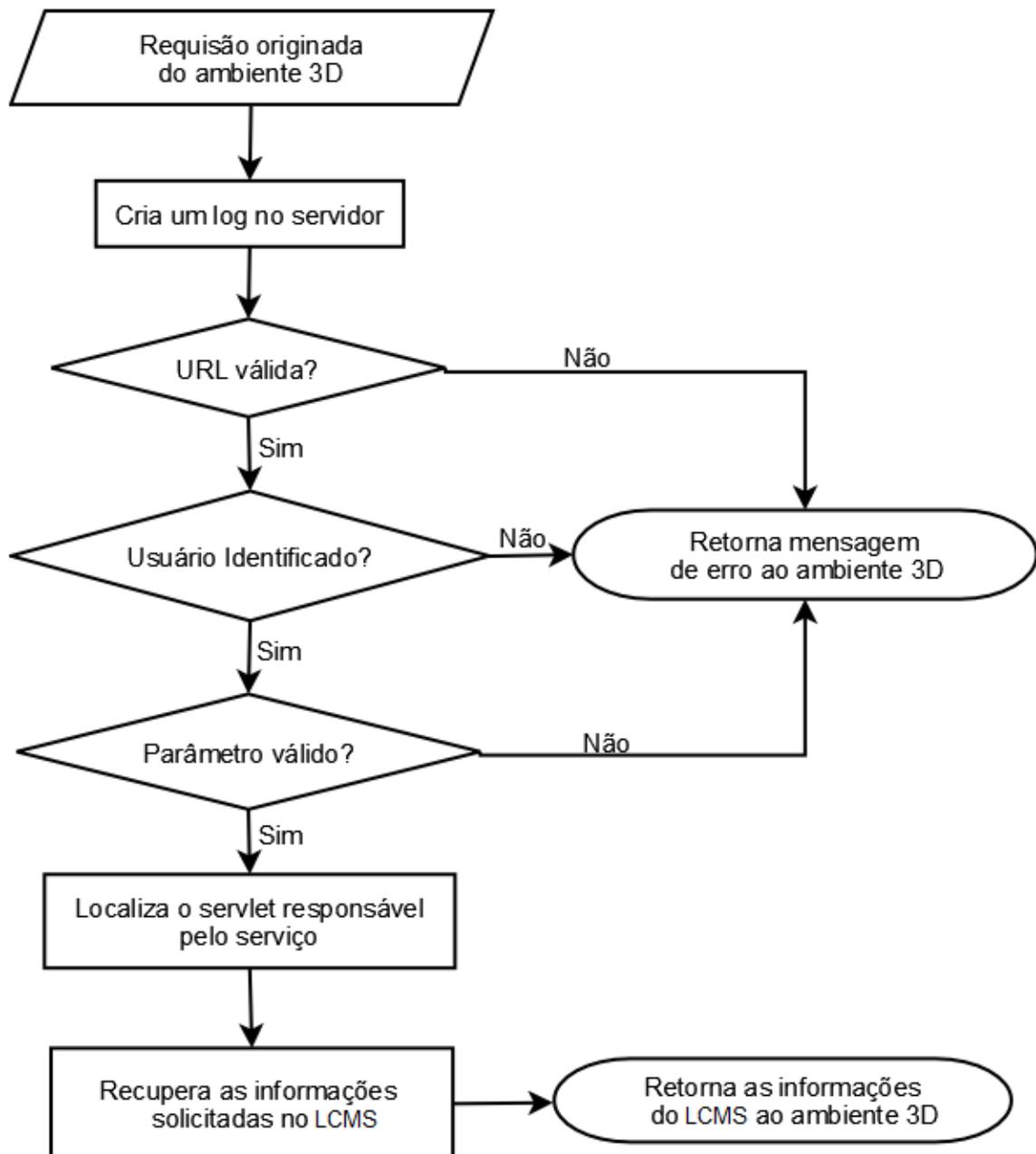


Figura 5.3.b: Fluxo das requisições enviadas ao servidor do MI.

Fonte: (SILVA et al., 2009)

Além do serviço de *login*, outras funcionalidades do Ae bastante importantes, também foram disponibilizadas pelo MI-Ae como serviços. Por exemplo, outros recursos baseados em mensagem de texto como listagens (de avisos, de

documentos, de disciplinas etc.), enquetes e chats. A visualização de arquivos do tipo PDF (*Portable Document Format*) ou PPT (*Power Point Presentation*), essenciais como funcionalidades de um ambiente de aprendizagem, foram disponibilizadas no mundo virtual convertendo-se dinamicamente os arquivos PDF e PPT em arquivos de imagens no formato PNG (*Portable Network Graphics*). Esta técnica permite que estes arquivos, não suportados por ambientes tridimensionais, sejam transformados em imagens possíveis de serem aplicadas como textura de objetos modelados no mundo virtual.

Com o objetivo de reproduzir o controle de acesso e restringir o conteúdo disponibilizado pelo Ae, outros serviços são oferecidos pelo MI-Ae, com isso o conjunto de funcionalidades implementadas possibilita a escolha de um documento no repositório do Ae, a visualização e navegação dentro deste documento. O controle da navegação dentro do documento é feito armazenando-se a página atual visualizada no mundo virtual e identificando-se as páginas posterior e anterior. Dessa forma, o comando de paginação solicita a página adequada que deve ser convertida para o formato de imagem suportado pela plataforma do mundo virtual.

A modelagem de um dos serviços que recebeu destaque corresponde ao chat, pois este deveria possibilitar que avatares de alunos imersos num mundo virtual conversassem com alunos que estivessem utilizando a interface *web* convencional do Ae, ou mesmo, com alunos imersos em outro ambiente virtual tridimensional.

O conjunto das funcionalidades e serviços planejados pelo Ae-3D para serem implementados no MI-Ae, está descrito na Tabela 5.3.

Esses serviços do LCMS Ae podem ser acessados de maneira convencional por meio do navegador *web*, e/ou utilizando a interface no SL comunicando-se através do MI-Ae.

Os resultados alcançados no projeto do Ae-3D formam um dos principais motivadores para realização da presente pesquisa, procurando estender a implementação da interface 3D para a plataforma aberta de criação de mundos virtuais OpenSimulator.

Tabela 5.3: Serviços oferecidos no MI-Ae de acesso ao Ae.*Fonte:* (SILVA et al., 2009)

Categoria	Ações executadas
Avisos	Retornam lista de avisos e lista de anexos de avisos aos usuários.
Chat	Inicializa sessão de chat, adiciona usuário à sala, cria sala, remove usuário, envia mensagem e recolhe mensagens da sala.
Login	Realiza login do usuário
Enquetes	Retorna lista de enquetes do usuário, lista de opções de voto da enquete e registra voto do usuário.
Controle de disciplinas	Associa um avatar a disciplina, retorna a disciplina associada ao avatar, remove a associação entre avatar e disciplina.
Controle e exibição de conteúdo	Retorna lista de conteúdo da disciplina, conteúdo selecionado pelo avatar, verifica se o avatar acessar o conteúdo, incrementa o índice do conteúdo, decrementa o índice do documento e verifica as alterações no índice do documento atual.

6 METODOLOGIA

Para elaboração da pesquisa escopo do presente trabalho foram desenvolvidas diversas atividades de cunho científico e de engenharia. Dentre as várias classificações de pesquisas descritas por Moresi (2003), este trabalho apoia-se na "Pesquisa Aplicada" com relação a sua natureza, na "Pesquisa Qualitativa" caracterizando sua abordagem e na "Pesquisa Descritiva" como argumento para sua finalidade. Pode-se analisar as propriedades desses três tipos de pesquisa, como observa Moresi (2003):

- *Pesquisa Aplicada*: visa adquirir conhecimentos sobre aplicações práticas desenvolvidas para solucionar problemas específicos, relacionadas a situações e interesses locais.
- *Pesquisa Qualitativa*: observa um dinamismo existente entre o mundo real e o subjetivo, um vínculo que não pode ser expresso em números. Métodos e técnicas estatísticas são desnecessários. Os fenômenos e seus significados são interpretados e atribuídos de forma básica neste tipo de pesquisa. A coleta de dados é feita diretamente no ambiente estudado, tendo o pesquisador como ferramenta principal no processo. Os pesquisadores utilizam métodos indutivos para analisar os dados. Ela se caracteriza também como uma atividade descritiva, dando ênfase ao processo e seu conceito.
- *Pesquisa Descritiva*: apresenta características de determinado fenômeno ou população. Estabelece, em alguns casos, correlações entre variáveis podendo definir sua natureza. E embora possa servir de base para explicar os fenômenos que descreve, não tem compromisso em validar tal explicação.

A abordagem escolhida para conduzir esta pesquisa foi pautada pelos conceitos caracterizados acima e definiu a infraestrutura e recursos necessários para elaboração das tarefas, assim como determinou a forma de organização e documentação das ideias para apresentar os resultados e a conclusão do trabalho.

Através de análise do tema "mundos virtuais 3D como interface para LCMS" e das justificativas do trabalho com relação à disseminação das tecnologias 3D, à transposição do conhecimento adquirido nos sistemas *web* de apoio à aprendizagem

e à continuação das pesquisas desenvolvidas no projeto Ae-3D, foi possível elaborar um conjunto de passos e tarefas com vista a alcançar os objetivos propostos na seção 1.2.

A definição desse conjunto de etapas de forma ordenada, como parte do planejamento da investigação, caracteriza a metodologia escolhida. Tal ordenação das etapas é realizada para cada um dos objetivos traçados.

i. Concepção de Modelo de Interface em Plataforma Aberta, baseada no modelo de interface para LCMS desenvolvido no projeto Ae-3D, foi elaborada explorando propriedades de plataformas abertas para criação de mundos virtuais 3D. Este modelo descreve as características da interface construída dentro de ambientes 3D, procurando ajustar funcionalidades e apresentar novas soluções que endereçam questões da plataforma utilizada naquele projeto como, por exemplo, os requisitos de controle sobre a plataforma, sobre a arquitetura do sistema e melhorias de usabilidade. O detalhamento da escolha tecnológica feita pela presente pesquisa, o que permitiu a implementação de uma prova de conceito, é apresentado para demonstrar a aplicação das ideias discutidas no modelo.

ii. Implementação de Prova de Conceito do Modelo, caracterizou-se pela substituição da plataforma SecondLifeTM, propriedade da LindenLab e utilizada no projeto Ae-3D. A escolha do SL como plataforma naquele período é descrita acima na seção 5.2, mas basicamente ocorreu devido à disseminação e uso deste ambiente pela comunidade ao redor do planeta, contando com milhões de usuários, o que possibilitaria uma maior avaliação e alcance do sistema Ae-3D.

Observando esta vantagem do público do SL e analisando uma possível implementação de prova de conceito do modelo de interface proposto nesta pesquisa, foi desenvolvido um sistema para comunicação do LCMS Tidia-Ae com a plataforma aberta para criação de MV3D, OpenSimulator.

A escolha desta plataforma aberta para desenvolvimento da prova de conceito se deve, principalmente, às similaridades com o SecondLife, fato este corroborado pelo apoio dado pelo LindenLab ao projeto do OpenSim, possibilitando que o grupo de mantenedores deste servidor implementasse gradativamente

melhorias na plataforma aberta, incorporando funcionalidades que existiam apenas no SL.

A implementação da prova de conceito utilizando o OpenSim encontrou desafios como disponibilidade de recursos, verificação de compatibilidade e implantação do servidor, observando as questões de segurança de rede (IP Público e etc.) e de acesso ao LCMS. Mas uma significativa vantagem para construir a interface sobre o OpenSim é a possibilidade de conversão, praticamente direta, dos objetos, *scripts* (métodos) e soluções de ambientes desenvolvidos no Ae-3D com SL.

iii. Avaliação Técnica da Prova de Conceito, durante a implementação da prova de conceito foram avaliadas as soluções encontradas para atender aos requisitos do modelo, e documentadas as dificuldades que impediram a implantação de qualquer das funcionalidades planejadas, ou exigiram contorno de situação (adaptação do modelo), para viabilizar algum conceito definido para o projeto.

As soluções para implantar uma instância do modelo compreendem a modelagem dos objetos e do ambiente 3D, o desenvolvimento dos *scripts* contendo os métodos responsáveis pela interatividade da interface e a configuração e implantação dos servidores, disponibilizando acesso seguro ao ambiente, bem como, um processo de *backup* para aumentar a confiabilidade no sistema.

A avaliação da prova de conceito é relacionada à qualidade de execução de cada uma das etapas no processo de desenvolvimento do sistema (conceito de Engenharia de Software para avaliar a qualidade do software), além do resultado alcançado por cada um dos componentes analisados, com relação a atender a finalidade para qual estes foram projetados. Podemos descrever os itens a serem verificados, como:

- Modelagem de objetos e do ambiente 3D no OpenSimulator, a fim de avaliar a construção do ambiente 3D com relação à usabilidade da interface, respeitando a finalidade planejada para os objetos, a facilidade em compreendê-los e, o quanto for possível, o aspecto visual do resultado (qualidade gráfica dos objetos).
- Desenvolvimento dos *scripts*, a fim de avaliar a documentação dos

programas, verificando a facilidade de compreensão, execução, modificação e reprodução da interatividade planejada para ser proporcionada por eles.

- Configuração e implantação dos servidores, a fim de avaliar, em relação à segurança e confiabilidade, o processo para colocar no ar uma instância do servidor do Tidia-Ae, uma instância do servidor do OpenSimulator, configurar a conexão entre os serviços, carregar o ambiente 3D de interface para o LCMS, disponibilizar o acesso para os usuários e executar o *backup* das alterações realizadas no ambiente durante um determinado período.

Este conjunto de verificações irá compor a avaliação da prova de conceito do modelo.

iv. Estabelecimento de Diretrizes para Futuras Provas: como parte integrante do processo de formalização das experiências realizadas durante a pesquisa, a plataforma para mundos virtuais OpenSimulator foi analisada, e as atividades executadas para construção do sistema Open Ae-3D foram documentadas. Dessa forma foi possível sugerir os recursos deste sistema que possam ser aplicados em outros projetos para auxílio a aprendizagem.

Esta etapa teve por objetivo facilitar a reprodução dos resultados alcançados, bem como, dar subsídios para o desenvolvimento de futuras melhorias e outras aplicações, utilizando as plataformas abertas de criação de mundos virtuais. Um exemplo de outra aplicação para aprendizagem seria a modelagem tridimensional de sistemas reais - que representam fenômenos invisíveis ao olho nu e, por isso, geram razoável dificuldade de abstração pelos alunos - a fim de que fosse possível oferecer maiores chances de compreensão. Mais especificamente, pode-se citar o sistema de transmissão do sinal da televisão aberta como um dos processos invisíveis que apresentam razoável dificuldade de abstração pelos alunos de engenharia elétrica. Na seção 8.1 "Dificuldades e Alternativas", um exemplo desse tipo de aplicação é descrito.

A Infraestrutura necessária para realização desta pesquisa compreende os recursos de espaço e material elencados abaixo, com uma descrição da finalidade

de alguns dos itens e do processo para utilizá-los.

Dois dos componentes essenciais no trabalho são os servidores do LCMS Tidia-Ae e do OpenSimulator, os quais deveriam ser implantados em computadores do Interlab. Esses servidores poderiam ser implantados na mesma máquina, para economia de recurso, melhora de desempenho e facilidade de manutenção, no entanto, por causa de questões discutidas na seção 7.3 o Tidia-Ae utilizado foi a versão de produção disponibilizada pelo LARC.

O conceito do módulo de interoperabilidade para comunicação entre o Tidia-Ae e o OpenSimulator pode ser implantado em qualquer uma das máquinas utilizadas no projeto, mas a priori este componente teria uma instância no mesmo servidor do Tidia-Ae, para facilitar o acesso à base de dados do LCMS, reduzindo a exigência de controle e segurança de rede para o módulo recuperar informações do LCMS.

Outros recursos computacionais são utilizados no projeto como, por exemplo, os visualizadores do SecondLife e do OpenSimulator, necessários para navegar nos ambientes construídos dentro destas plataformas, e os softwares para modelagem dos objetos 3D. Os visualizadores mais utilizados são o cliente do SecondLife e o Meerkat, os quais são instalados nos computadores de cada um dos usuários da interface de mundo virtual. Adicionado a isso, os modeladores mais utilizados são o Blender e o 3D-Max, que são instalados nos computadores dos designers participantes do projeto, que constroem os objetos 3D e as texturas mais detalhadas.

O espaço físico, onde estão locados os servidores e computadores utilizados no projeto, e onde são executadas as tarefas de desenvolvimento propriamente ditas, corresponde a algumas das estações de trabalho do Interlab-USP e às salas que constituem este laboratório.

7 CONCEPÇÃO DO MODELO E IMPLEMENTAÇÃO DA INTERFACE

O presente trabalho, dando sequência ao projeto Ae-3D, corresponde à definição de um modelo de comunicação de sistemas que possibilite a elaboração de uma Interface 3D como alternativa à interface tradicional de um sistema *web*.

Para a primeira versão do Ae-3D (SILVA et. al., 2009), como descrito nas seções 5.2 e 5.3, utilizou-se o SL por ser um ambiente amplamente conhecido e possuir um número de usuários na dezena de milhões. No entanto, pelo fato do SL ser uma plataforma proprietária, exigindo de seus usuários a locação de espaço para construção de ambientes, uma opção desenvolvida sob os conceitos de software livre, e que se assemelha a uma versão aberta do SL, foi avaliada para substituir o SL como ambiente 3D. Essa opção se materializou na plataforma OpenSimulator (OpenSim), a qual permitiu a elaboração do modelo de interface 3D em MV3D de plataforma aberta.

Através dos requisitos definidos por esse modelo, uma prova de conceito foi implementada, desenvolvendo uma conexão entre o Ae e um mundo virtual construído sob a plataforma OpenSim. A avaliação do sistema resultante da implementação da prova de conceito foi elaborada analisando-se o mapeamento dos recursos do Ae que foram disponibilizados na Interface 3D modelada no MV3D.

7.1 MODELO DE INTERFACE EM PLATAFORMA ABERTA

A definição do modelo (requisitos do sistema de comunicação), utilizando plataforma aberta de mundos virtuais 3D, corresponde a descrição das características de um mecanismo que abstrai as funcionalidades do LCMS Ae, viabilizando o acesso às informações contidas na base de dados do LCMS. Esse mecanismo, semelhante ao do projeto Ae-3D, é chamado de Open Ae-3D pela substituição do SL pelo OpenSim.

O Open Ae-3D corresponde a um módulo de sistema implementado para se comunicar com o Ae, com a finalidade de abstrair o modelo de dados desse LCMS e disponibilizar suas funcionalidades e recursos, através de uma interface 3D modelada dentro de um mundo virtual construído sob a plataforma OpenSim. A conexão do MV3D com o Open Ae-3D permite o acesso aos recursos do LCMS,

tornando transparente a utilização de suas funcionalidades via navegador web convencional ou via interface 3D.

A comunicação entre a Interface 3D modelada no OpenSim e o webservice (servidor web) do Ae é realizada por meio do protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol). O diagrama de conexões do Open Ae-3D, que estabelecem esta comunicação, pode ser visto na Figura 7.1.

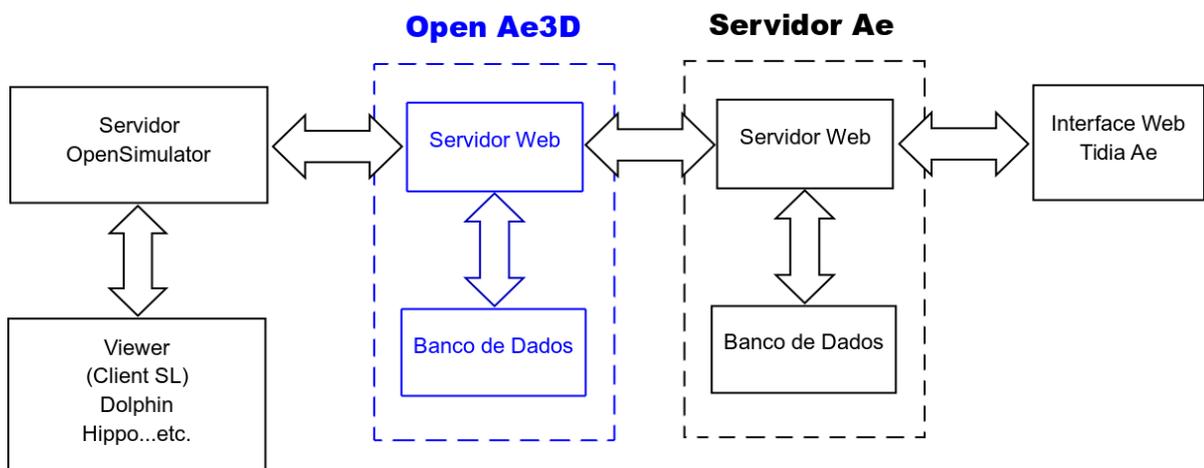


Figura 7.1: Diagrama de comunicação do Open Ae-3D.

As requisições feitas a partir do MV3D são direcionadas ao módulo Open Ae-3D. O fluxo da comunicação para acesso aos recursos do Ae, através do módulo Open Ae-3D, é estabelecido da seguinte forma:

- ➔ o MV3D rodando no OpenSim Server executa uma HTTP request (requisição HTTP) para o Open Ae-3D.
- ➔ o Open Ae-3D acessa o webservice do Ae buscando os recursos solicitados.
- ➔ recuperadas as informações, o Open Ae-3D as retorna para o MV3D através do HTTP response (resposta HTTP).

Os objetos modelados dentro do MV3D, construído sob o OpenSim, foram projetados de forma a oferecer outra abordagem para os recursos do Ae, permitindo que ações executadas na interface web 2D sejam mapeadas para representações em um ambiente 3D. Algumas das operações do Ae-3D com SL foram convertidas para o Open Ae-3D com OpenSim, e são organizadas para não exigir dos usuários

experiência e habilidade na utilização de mundos virtuais 3D. Os serviços oferecidos pelo Ae e que foram mapeados para o modelo de Interface 3D do Open Ae-3D são:

- *Login* - requisição de autenticação e acesso ao LCMS, no instante de entrada no ambiente 3D.
- Controle de disciplinas - verificação de acesso à disciplina no LCMS, permitindo entrada no ambiente 3D correspondente (Figura 7.2.1).
- Controle e exibição de conteúdo - conversão de arquivos do tipo PDF (*Portable Document Format*) ou PPT (*Power Point Presentation*) para o formato de imagens, permitindo a apresentação dessas no ambiente 3D (Figura 7.2.2).
- Chat 3D - modelagem de sala para o comunicador instantâneo do Ae, com renderização de objetos representando os usuários *on-line*, Figura 7.2.3.
- Avisos - letreiro na entrada do ambiente 3D apresentando os avisos cadastrados no Ae (Figura 7.2.4).

Questões como quais arquiteturas de MV3D seriam mais adequadas e quais funcionalidades do LCMS podem ser devidamente mapeadas são discutidas nas próximas seções.

7.2 PROVA DE CONCEITO: OPEN Ae-3D

A implementação da prova de conceito do Open Ae-3D foi dividida em três grupos de tarefas, compostos: pela modelagem do ambiente 3D (desenho da interface); pelo desenvolvimento dos serviços web para mapeamento das funcionalidades do Tidia-Ae e pela programação da interatividade dos objetos 3D para comunicação com o módulo do Open Ae-3D.

O trabalho de modelagem dos objetos que compõem a interface 3D ocorreu em dois momentos. Parte dos objetos foi construída no SL durante o projeto Ae-3D, com posterior reaproveitamento através da transferência dos objetos para o OpenSim, e a outra parte dos objetos foi modelada, neste projeto, diretamente no OpenSim.

Os serviços do LCMS Ae mapeados na interface 3D representados pelos

objetos 3D dentro no mundo virtual, listados na seção anterior, são ilustrados nas Figuras 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3 e 7.2.4.



Figura 7.2.1: Modelagem do Controle de Disciplinas.

O controle de acesso a uma disciplina mapeada no MV3D é realizado através de portas para teleportar o usuário para a região correspondente. A associação de uma porta de teleporte com uma disciplina é realizada através de consulta ao Ae, verificando as disciplinas em que o usuário está matriculado.

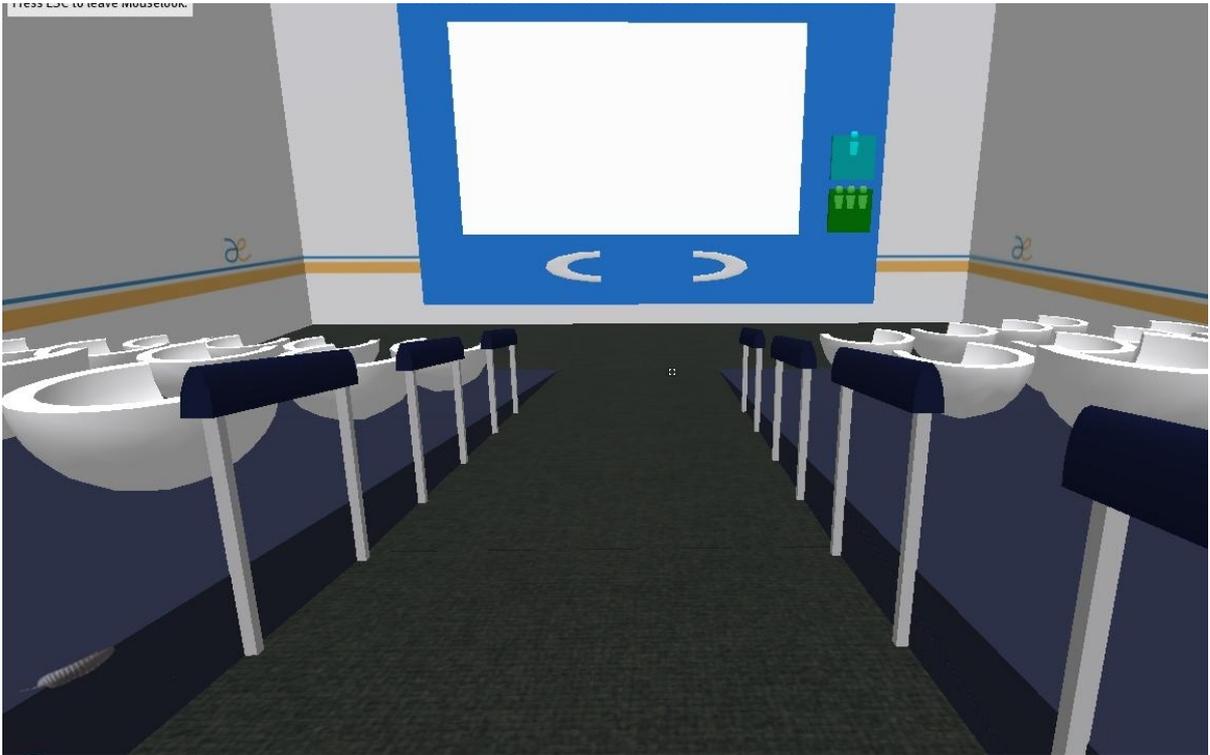


Figura 7.2.2: Modelagem do Controle e Exibição de Conteúdo.

O serviço de *login* é importante para definição da sessão de acesso aos recursos do Ae, bem como para a segurança no controle individual do chat e na exibição de documentos. Quando um usuário entra no MV3D um objeto "*login*" detecta as informações de seu avatar, consulta os dados do usuário Ae correspondente e realiza a autenticação no servidor do LCMS, armazenando a sessão de acesso retornada e associando-a aos dados do avatar. Através dessa sessão do Ae é possível executar as demais requisições de consulta de dados relacionados ao usuário e disponíveis no LCMS.



Figura 7.2.3: Modelagem do Chat 3D.

O comunicador instantâneo do Ae modelado no MV3D utiliza um objeto "Chatting Head" associado a cada participante *on-line* no LCMS. Tais participantes representam os contatos do avatar que iniciou a comunicação, os quais são obtidos por uma consulta no Open Ae-3D.

Determinadas funcionalidades mapeadas no Ae-3D com SL precisam ser avaliadas quanto à sua viabilidade para serem implementadas no Open Ae-3D com OpenSim, pois os recursos de programação de interatividade no OpenSim ainda não estão completamente disponíveis, como no SL.



Figura 7.2.4: Modelagem do Letreiro de Avisos.

O objeto "letreiro" foi baseado no objeto "*News Ticker*" proposto por Moore, Thome e Haigh (2008, p. 268), no entanto, a dificuldade de executar depuração dos scripts e verificar o completo funcionamento das funções primitivas da linguagem LSL, não permitiram, em tempo hábil, a implementação da interatividade deste objeto com manipulação de texturas para representar as letras dos avisos, semelhante ao do *News Ticker* (MOORE, THOME e HAIGH; 2008, p. 268).

Para se desenvolver os serviços *web* que mapeam as funcionalidades do Tidia-Ae o trabalho foi dividido em duas etapas: (i) criação do modelo de dados relacionando os avatares aos seus respectivos usuários no LCMS e (ii) programação PHP dos métodos para requisição e acesso às funcionalidades do Ae.

Um esquema na base de dados MySQL, chamado de "openae3d", foi criado para relacionar os avatares aos usuários do LCMS Ae, bem como, para armazenar os demais registros utilizados no mapeamento das funcionalidades do Ae. As principais tabelas mantidas neste esquema podem ser listadas como:

- `openae3d.avatars` - registra o relacionamento entre o avatar no MV3D e o

usuário do LCMS Ae.

- `openae3d.disciplines` - registra os dados das disciplinas que o usuário do Ae esteja matriculado (tenha acesso).
- `openae3d.announcements` - registra os avisos publicados para as disciplinas que o usuário do Ae tenha acesso.
- `openae3d.chat_online_users` - armazena os dados dos usuários on-line no comunicador instantâneo do Ae e que participam da mesma disciplina do usuário acessando através da interface 3D.

A chave principal utilizada neste esquema é o UUID do avatar, que relacionada todos os registros dessas tabelas.

Alguns dos serviços do Ae mapeados na interface 3D através de métodos do módulo Open Ae-3D, implementados em PHP, podem ser verificados na Tabela 7.2.

Tabela 7.2: Serviços do Ae mapeados pelos métodos do módulo Open Ae-3D.

<i>Métodos no Open Ae-3D</i>	<i>Serviço mapeado do Ae</i>
<code>checksAccess</code> <code>changesAccessData</code> <code>login</code> <code>logout</code>	Login
<code>presentAt</code> <code>signOnlinePresence</code>	Controle de Disciplinas
<code>announcements</code>	Avisos
<code>checksSessionLife</code> <code>goChat</code> <code>selectChatUser</code> <code>postChatMessage</code>	Chat 3D

O Anexo I apresenta um relatório detalhado sobre a construção do Open Ae-3D, com destaque para a modelagem da base de dados utilizada no mapeamento dos serviços do LCMS e, conseqüentemente, o desenvolvimento e implantação deste módulo de sistema. Adicionado a isso, são descritos também a definição de cada componente, a programação LSL de interatividade dos objetos 3D e o registro dos dados do usuário do LCMS e do avatar correspondente.

7.3 AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

Na tentativa de implantar, em ambiente de desenvolvimento, a última versão do LCMS Tidia-Ae, disponível para *download* no *website*³⁴ mantido pelo LARC-USP (Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores da Escola Politécnica da USP), verificou-se a ocorrência de diversos problemas com dependências de bibliotecas para compilação e instalação do sistema. Estes problemas na implantação de uma instância do sistema Ae podem ser explicados pelo encerramento do projeto TIDIA, provocando a interrupção do desenvolvimento e manutenção do LCMS.

Esta questão da impossibilidade de implantação local de uma versão do Ae e, conseqüentemente, falta de acesso direto ao modelo de dados e ao código fonte do sistema gerou um requisito fundamental para o desenvolvimento da prova de conceito do Open Ae-3D. Este requisito consiste no completo isolamento do módulo de sistema que executa a comunicação entre o servidor OpenSim e o servidor *web* do Ae.

Devido à falta de acesso ao modelo de dados do Ae, a abstração das funcionalidades desse LCMS foi realizada através da emulação do *browser* requisitando os serviços do Ae. Essa emulação foi desenvolvida utilizando a classe `HttpRequest`³⁵ da linguagem PHP.

A comunicação entre o MV3D e o módulo Open Ae-3D também foi realizada por meio do protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), visto que o servidor OpenSim possui atualmente apenas o método `11HttpRequest`, disponível no

34 Versão 1.0.1 do Tidia-Ae <<http://tidia-ae.usp.br/download/>>

35 Classe `HttpRequest` do PHP, utilizada para construir um emulador das requisições do *browser* <<http://www.php.net/manual/en/class.httprequest.php>> Acesso Julho de 2012.

interpretador de LSL, para estabelecer conexão com outros serviços. Porém, este recurso possibilita a troca de mensagens entre a plataforma de MV3D e computadores remotos.

Caso o LCMS utilizado para implementação do sistema de comunicação com a plataforma de MV3D permita o acesso ao seu código fonte e modelo de dados, ou simplesmente, possibilite a extensão do sistema adicionando novos módulos e funcionalidades, a abordagem e arquitetura do sistema resultante poderão ser diferentes como, por exemplo, um módulo *webservice* implementado dentro do LCMS, o qual é descrito na próxima seção.

Dentre as arquiteturas para implantação do OpenSimulator descritas no capítulo 4, a *Servers Grid* da seção 4.4 seria a ideal para o modelo do sistema. No entanto, as arquiteturas *Network Server* e *Home Network Server*, seções 4.2 e 4.3 respectivamente, foram as duas utilizadas na construção do sistema como prova de conceito.

A arquitetura *Standalone Network Server* foi implantada no Interlab-USP, enquanto que a *Standalone Home Network Server* foi implantada na residência do pesquisador.

As duas instâncias de MV3D geraram um problema para compartilhamento e replicação das funcionalidades do Open Ae-3D, pois os avatares criados num *OpenSim Server* possuem UUIDs diferentes dos criados no outro, independente do nome e sobrenome do avatar serem iguais em ambos os servidores. Como o relacionamento entre os dados do avatar e do usuário correspondente no LCMS é feito através do UUID, um avatar criado no *OpenSim Server* do Interlab-USP gera um registro, na base de dados do sistema Open Ae-3D, diferente do avatar criado no *OpenSim Server* da rede residencial. Isso impossibilitou o compartilhamento da base de dados nesta primeira implementação da prova de conceito, porém é um problema que pode ser analisado melhor numa segunda prova.

A arquitetura SGSDb da seção 4.4 poderia solucionar este problema através da base de dados compartilhada.

7.3.1 Diretrizes para Futuras Provas

Conforme foi discutido na seção anterior, a implementação do modelo

proposto foi executada tendo como premissa a questão de isolamento completo entre o LCMS Ae e o módulo do Open Ae-3D. Isso porque não se tinha o acesso ao código fonte e à base de dados do Ae para serem feitas modificações que implementassem um canal de comunicação com os serviços utilizados pela Interface 3D. No entanto, uma arquitetura para o sistema Open Ae-3D que funcionaria com maior performance e segurança de acesso, comparada à solução apresentada acima, seria o desenvolvimento de um módulo *webservice* implementado diretamente no sistema do LCMS. Esta solução permitiria acesso direto à base de dados feita pelo módulo e eliminaria uma camada de processamento, bem como um canal de comunicação de rede, o que poderia resultar numa significativa redução na latência das interações com os serviços do LCMS realizadas dentro do Mundo Virtual 3D.

O diagrama do sistema Open LCMS-3D, resultante da implementação do "Módulo *Webservice*" inserido no LCMS e da Interface 3D modelada na plataforma OpenSim, é mostrado na Figura 7.3.1.

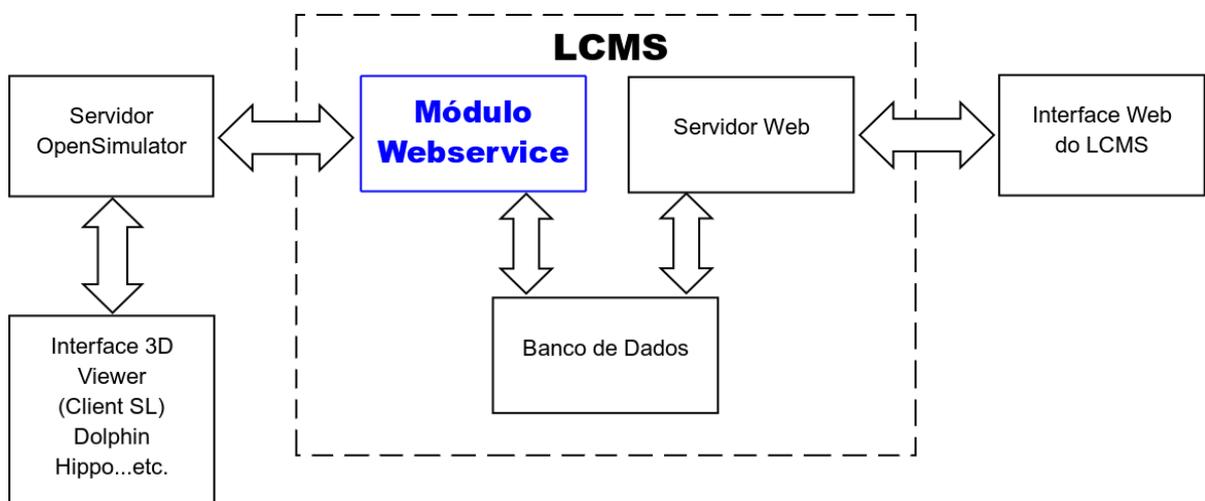


Figura 7.3.1: Diagrama da comunicação entre LCMS e MV3D via webservice.

O *webservice* caracteriza-se por um módulo de sistema a ser implementado no LCMS, com a finalidade de abstrair o modelo de dados e disponibilizar as funcionalidades e recursos do LCMS através de um protocolo de comunicação. A conexão da plataforma de MV3D com o módulo *webservice* é que permite o mapeamento dos recursos do LCMS, deixando transparente a utilização através do

navegador *web* convencional ou através de uma interface modelada dentro do MV3D.

A comunicação deve ser realizada por meio do protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), assim como no modelo do Open Ae-3D implementado neste trabalho, pois o método disponível para conexão é o *11HTTPRequest*.

Observa-se no diagrama da Figura 7.3.1 que o *webservice* está "encapsulado" no LCMS, o que torna a solução mais eficiente, aproveitamento a performance do sistema na requisição direta das informações e permitindo disponibilizar plenamente os recursos e serviços do LCMS. No entanto, esta solução exige que o mantenedor do sistema tenha acesso e conhecimento do modelo de dados, da arquitetura e do código fonte do LCMS.

7.3.2 Portabilidade, Expansão do Grid e Processo de BackUp dos MV3D

As estruturas (prédios e áreas de vivência) nos terrenos não devem ser modeladas uma "grudada" na outra, principalmente se forem criadas por "residentes" (usuários) diferentes, pois torna bastante difícil a seleção do conjunto de objetos (*prims*) que podem ser exportados (copiados).

A transferência dos objetos do SL para o OpenSim foi realizada através do *viewer* Meerkat, no entanto, este *viewer* foi descontinuado pelo grupo de seus desenvolvedores. Isso demanda a procura por outro *viewer* com a funcionalidade de importar/exportar objetos, ou mesmo um sistema (não *viewer*) que permita transferir objetos de um ambiente 3D (região) para outro(a).

O backup de uma região construída no OpenSim é realizado pelo comando "save OAR" disponível no *prompt* da instância do "OpenSim.exe". Esse processo salva todos os objetos e informações do ambiente 3D, modelado na plataforma, dentro de um arquivo de extensão ".oar", os quais podem ser restaurados através do comando "load OAR" também disponível no *prompt* de comando.

O backup do esquema "openae3d", da base de dados do módulo Open Ae-3D, é realizado através do gerenciador do MySQL. No processo de avaliação do sistema implementado, alternativas de prova do conceito do modelo ou mesmo propostas de novas abordagens da tecnologia de MV3D foram observadas,

questões estas que são discutidas na seção 7.4.

7.4 DIFICULDADES E ALTERNATIVAS

Alguns dos desafios enfrentados e, para determinados casos, alternativas na abordagem de problema são descritos nesta seção, os quais podem ser listados como:

a. paralelismo de trabalho; quando um objeto é modelado no mundo virtual, os dados do avatar que o criou são vinculados a este objeto como atributos de permissão de acesso ao mesmo, ou seja, os atributos *Creator* (Criador), *Owner* (Dono) e *Group* (Grupo) do objeto são configurados com os dados do avatar. Este processo de atribuir permissões de acesso ao objeto gera um problema para executar um "paralelismo de trabalho", visto que dois usuários (avatars) não podem editar um mesmo objeto ao mesmo tempo. Outro ponto crítico para o trabalho colaborativo e/ou paralelo tem relação com a programação de interatividade dos objetos, pois os *scripts* associados ao objeto são editáveis apenas pelo seu criador (MOORE, THOME e HAIGH; 2008, p.197). Essas questões podem ser contornadas, parcialmente, pela utilização de um avatar "*designer* comum", o qual é compartilhado pelo grupo de desenvolvedores que esteja modelando e programando um ambiente, no entanto, o trabalho paralelo simultâneo no mesmo objeto continua impossível.

b. documentação no código; a codificação dos *scripts* precisa ser bem identada e comentada, pois a interpretação da lógica na ocorrência dos eventos e fluxo da interação dos objetos não é facilmente abstraída. Dessa forma, a padronização de código nos *scripts*, a busca por nomes significativos dos programas e métodos e, principalmente, a documentação da lógica de interação são pontos para facilitar a compreensão dos *scripts* e sistematizar a programação dos objetos.

c. reuso da programação; um fator determinante para reutilização transparente de *scripts* de interação, dos objetos modelados em diferentes regiões do mundo virtual, é a parametrização e/ou relativização das coordenadas do objeto nas interações programadas para alterarem a posição, direção ou sentido deste. Isso por que,

regiões distintas apresentam coordenadas distintas, logo, valores absolutos para as coordenadas e/ou ângulos de rotação do objeto podem provocar comportamentos indesejáveis na interação. Este tipo de preocupação na codificação dos scripts é para se desenvolver uma "programação independente da região".

d. exploração da linguagem do ambiente; como alternativa ao mapeamento das funcionalidades do Ae que foram modeladas no MV3D do OpenSim, uma abordagem que explore de forma mais eficiente os diferenciais da tecnologia de ambientes 3D, abstraindo ideias que em outros meios não seriam possíveis, poderia aproveitar melhor os recursos da plataforma. Como, por exemplo, a modelagem de situações e fenômenos que não são visíveis a olho nu, ou que sejam difíceis de interpretar através de representações bidimensionais. A Figura 8.1.1 apresenta um exemplo deste tipo de aplicação que explora o potencial dos MV3D para visualizar conceitos não facilmente observáveis através de meios 2D, no caso, um trabalho de "Modelagem de Ambiente 3D para Auxílio na Abstração e Aprendizagem da Irradiação de Sinais no Sistema de TV", o qual foi realizado na disciplina "PCS5757 - Tecnologias para Educação Virtual Interativa" da Escola Politécnica da USP.

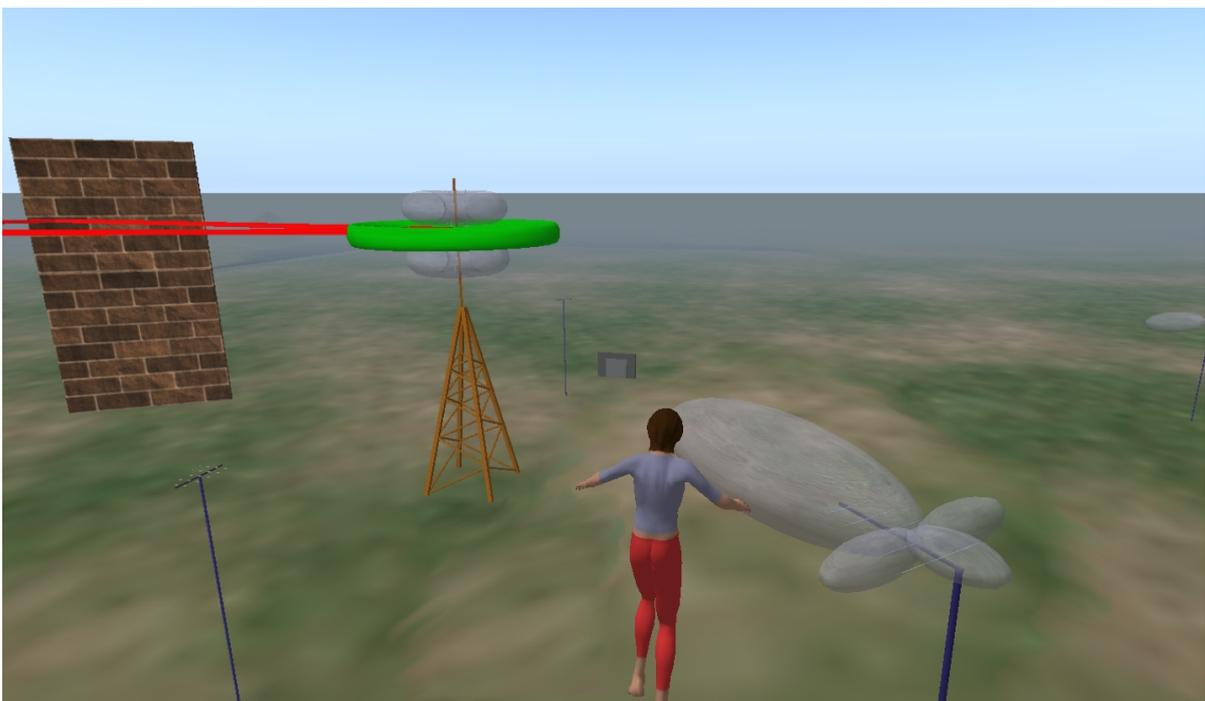


Figura 7.4.1: Ambiente para abstração da Irradiação de Sinais no Sistema de TV.

e. mesmo ponto de vista; outra questão importante no uso de MV3D (como o SL e o OpenSim), para aplicações em educação, corresponde ao ponto de vista do usuário imerso no ambiente ser dependente do recurso computacional que ele tenha disponível. A lógica para renderização de *prims* (objetos) executada por essas plataformas leva em consideração os recursos de processamento da máquina do usuário e de banda de rede que ele esteja utilizando para acesso ao sistema. Dessa forma, os servidores do ambiente enviam mais ou menos informação dependendo da capacidade dos recursos do usuário. Na Figura 8.1.2 é possível observar as diferenças na visualização feita através de (a) um computador com placa gráfica de 512MB de memória dedicada, acessando o ambiente via banda larga de 3Mb; e através de (b) um computador com placa gráfica de memória compartilhada, acessando via internet 3G.



Figura 7.4.2: Ponto de vista do usuário dependente do recurso computacional.

(a) Placa gráfica de 512MB de memória dedicada e banda larga 3Mb.

(b) Placa gráfica de memória compartilhada e internet 3G.

Essas diferenças na visualização podem gerar um problema crítico na interpretação de conceitos, principalmente, nos ambientes construídos e disponibilizados em arquiteturas do sistema que permitam acesso externo via Internet, no qual os educadores não tenham conhecimento/controla sobre os equipamentos utilizados pelos alunos.

f. tecnologias em desenvolvimento; observa-se ainda poucas iniciativas com o uso do OpenSimulator em Educação, mas resultados significativos na aplicação de Mundos Virtuais 3D, para modelar abstrações não facilmente apropriáveis pelos alunos, ou mesmo, para simular situações reais de elevado custo e/ou risco, são os primeiros incentivos na continuidade dos estudos desse tipo de tecnologia e na busca por padrões do seu desenvolvimento.

8 CONCLUSÕES

As tecnologias para construção de mundos virtuais 3D têm sua disseminação recente, com um surto de popularidade que ainda não completou uma década. No entanto, as pesquisas e estudos para aplicação desses MV3D em educação têm tentado acompanhar de perto tal evolução tecnológica. Este trabalho procurou exercitar esse tipo de esforço em apropriar-se do conhecimento sobre inovações e multiplicar a fluência tecnológica de vanguarda nos profissionais de Educação.

O mapeamento dos recursos do Tidia-Ae no "MV3D de Plataforma Aberta" define os requisitos do modelo "como Interface para Ambientes de Aprendizagem". Tal Modelo de Interface foi implementado utilizando o OpenSimulator para prova de conceito, o Open Ae-3D, e teve a programação da interatividade dos objetos, construídos dentro do MV3D, de forma a aumentar o potencial de interação do ambiente 3D imersivo resultante.

O sistema resultante estabelece a comunicação entre o LCMS e o MV3D, a qual deve diversificar a forma de interação "aluno-aluno", "aluno-professor" e "aluno-conteúdo", oferecendo a interatividade dos ambientes virtuais 3D imersivos para acesso a conteúdos e atividades publicados pelos professores via LCMS tradicional. O que demonstra a viabilidade de uma interface 3D para recursos de LCMS, abrindo novas possibilidades para utilização de tecnologia na área de educação.

Para aqueles que ainda não estiverem convencidos pelos fatos e demandarem mais justificativas, questionando a utilidade dos MV3D, cabe referenciar as respostas memoráveis dos físicos Benjamin Franklin e Michael Faraday:

"Qual a utilidade de um recém nascido?" Michael Faraday, quotando Benjamin Franklin, para responder um questionamento sobre a utilidade da indução eletromagnética que ele havia acabado de descobrir.

A percepção do potencial que as pesquisas em tecnologias de mundos virtuais 3D possuem motiva o investimento em novos trabalhos.

8.1 PESQUISAS FUTURAS

Mesmo com uma curva de aprendizagem íngreme com relação à modelagem

e programação dos objetos, o que gera a necessidade de pessoal técnico especializado para desenvolver este tipo de trabalho, o estabelecimento da comunicação entre esses dois sistemas desperta o interesse por novas pesquisas, que busquem avaliar, comparar e aperfeiçoar o conteúdo e recursos mapeados do sistema *web* (com interface 2D tradicional) para o mundo virtual 3D.

Sugestão para atacar a demanda por pessoal especializado seria montar cursos e/ou estágios e/ou Iniciações Científicas (ICs) para fomentar o uso dos mundos virtuais 3D e, principalmente, manter as plataformas em operação, estabelecendo relacionamento com escolas técnicas e laboratórios de informática que tenham interesse em trabalhar com este tipo de tecnologia, possibilitando diversos outros experimentos.

Para desenvolvimento de trabalhos futuros, algumas possibilidades são:

- Avaliação formal de usabilidade da Interface 3D para os recursos do LCMS que foram modelados nas plataformas de mundos virtuais.
- Implantação das plataformas de mundos virtuais nos laboratórios de computação das escolas, explorando universos semelhantes aos encontrados em (LEITE e DIAS, 2010) e (AZEVEDO, 2011), fomentando o uso e aplicação dos ambientes 3D na construção de conteúdo e de atividades educativas.
- Expansão dos recursos e funcionalidades do LCMS mapeados na Interface 3D, avaliando a possibilidade do mapeamento reverso, ou seja, conteúdo e recursos educacionais desenvolvidos diretamente nos mundos virtuais convertidos para sistemas *web* de interface 2D.
- Comparação entre este projeto de comunicação de sistemas (Ae - OpenSim) e o projeto Sloodle (KEMP e LIVINGSTONE, 2006) e (KEMP, LIVINGSTONE e BLOOMFIELD; 2009).
- Construção do Open Moodle-3D, implementando nova prova de conceito utilizando o Moodle™, como LCMS, e a proposta do módulo *webservice*, como arquitetura para mapeamento dos recursos e comunicação dos sistemas.
- Validação pedagógica, junto a pesquisadores da área de educação, do sistema de apoio a aprendizagem com interface 3D, verificando os benefícios da aplicação desse recurso em atividades educacionais.

Por fim, um pensamento sobre a linha norte para a área que pesquisa a aplicação de tecnologias nos processos de ensino-aprendizagem deve ser a busca por transformar a percepção dos professores e profissionais da educação, de forma que as ferramentas deixem de ser inimigas e passem a ser aliadas, permitindo que o professor se aproprie da fluência tecnológica e potencialize seu trabalho.

9 REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T.; DRON, J. **Three generations of distance education pedagogy.** *International Review of Research on Distance and Open Learning*, 2011, 12(3), p.80–97.
- AZEVEDO, C. E. F. **Proposta de uma aplicação de mundos virtuais com focos tecnológico, social e educacional.** Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011, 137 p.
- AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. In: **Teleoperators and virtual environments.** 1997. v. 6, p. 355-385.
- BACKES, L.; SCHLEMMER, E. **O currículo em ação no processo formativo de educadores-pesquisadores em Mundos Digitais Virtuais em 3D (MDV3D).** *Revista e-curriculum*, São Paulo, 2011, v.7, n.2.
- BEDER, D.M. et al. **A Case Study of the Development of e-Learning Systems Following a Component-based Layered Architecture.** Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT. pp.21-25, July 2007.
- BIANCHINI, R. C. et al. Jogos eletrônicos e realidade virtual. In: TORI, R. (Org.); KIRNER, C. (Org.); SISCOUTO, R. (Org.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada.** Porto Alegre: SBC, 2006, v. , p. 199-219.
- BIANCO, N. R. Aprendizagem por rádio. In: LITTO, F. M. (Org.); FORMIGA, M. (Org.). **Educação a distância: o estado da arte.** 1 ed. São Paulo: Pearson, 2008, v. , p. 56-64.
- BOULOS, M. N. K.; HETHERINGTON, L.; WHEELER, S. **Second Life: an overview of the potential of 3D virtual worlds in medical and health education.** *Health Information & Libraries Journal*, 2007.
- BOWMAN, D., et al. **3D User Interfaces: Theory and Practice.** Boston, MA: Addison-Wesley, 2005.
- CONKLIN, M. S. **101 Uses for Second Life in the College Classroom.** *Games, Learning and Society.* Originally presented (version 1.0) jun/2005, Madison, Wisconsin. version 2.0 - feb/2007.
- CORREA, C. G. et al. Sistema de Teleconferência Imersiva Baseado em Vídeo-avatares para Educação a Distância. In: **XIII SVR - Symposium on Virtual and Augmented Reality.** Uberlândia - MG, 2011.
- FALCÃO, T. Mundos virtuais como híbridos entre jogos eletrônicos e comunidades virtuais. In: **Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment.** Rio Grande do Sul - São Leopoldo: SBGames 2007, 2007.
- FERREIRA, M. **Inclusão digital de professores da Secretaria de Educação do Distrito Federal: um estudo sobre a formação docente.** 2009. 137 p. Dissertação

(Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

FERREIRA, M. A. G. V.; PELLEGRINO, S. R. M. Modelagem 3D. In: TORI, R. (Org.); KIRNER, C. (Org.); SISCOUTO, R. (Org.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006, v. , p. 246-264.

FETSCHERIN, M. & LATTEMANN, C. **User Acceptance of Virtual Worlds**. Journal of Electronic Commerce Research, 2008, v. 9, n. 3, p. 231-242.

FILATRO, A. **Design Instrucional Contextualizado: Educação e Tecnologia**. Editora Senac - São Paulo, 2004.

FORMIGA, M. A terminologia da EaD. In: LITTO, F. M. (Org.); FORMIGA, M. (Org.). **Educação a distância: o estado da arte**. 1 ed. São Paulo: Pearson, 2008, v. , p. 39-46.

FREIRE, A.; ROLIM, C. e BESSA, W. **Criação de um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem usando a plataforma OpenSimulator**. V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. CONNEPI, Maceió - AL, nov. 2010.

KAPLAN, J. e YANKELOVICH, N. **Open Wonderland: An Extensible Virtual World Architecture**. Internet Computing, IEEE, 2011, vol.15, n.5, pp.38-45.

KELLE, S.; GARCÍA, R. M. C. **Usability and Accessibility in Web 3D**. Information Systems Journal, 2004, p. 1-5.

KELTON, A. J. **Virtual Worlds? 'Outlook Good'**. EDUCAUSE Review, vol. 43, no. 5 (September/October 2008)

KEMP, J. W. e LIVINGSTONE, D. Putting a Second Life "metaverse" skin on learning management systems. In: **Proceedings of the Second Life education workshop at the Second Life community convention**. San Francisco: 2006, p.13-18.

KEMP, J. W.; LIVINGSTONE, D. e BLOOMFIELD, P. R. **SLOODLE: Connecting VLE tools with emerging teaching practice in Second Life**. British Journal of Educational Technology, 2009, vol. 40, n. 3, p. 551-555.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. In: TORI, R. (Org.); KIRNER, C. (Org.); SISCOUTO, R. (Org.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006, v. , p. 22-38.

LISBÔA, E. S. et al. **LMS em Contexto Escolar: estudo sobre o uso da Moodle pelos docentes de duas escolas do Norte de Portugal**, 2009.

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, F. ¿Cómo pueden aprovechar las bibliotecas los mundos virtuales como Second Life?. In: **Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios**. Madrid: Asociación Andaluza de Bibliotecarios, 2009, n. 94-95, p.47-57.

MALHEIROS, A. P. S. **Educação matemática online: a elaboração de projetos de modelagem.** Rio Claro: Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista, 2008, p. 17-19, p. 80-83.

MARCELINO, R. **Ambiente virtual de aprendizagem integrado a mundo virtual 3D e a experimento remoto aplicados ao tema resistência dos materiais.** Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010, 125 p.

MATTAR, J. Interatividade e aprendizagem. In: LITTO, F. M. (Org.); FORMIGA, M. (Org.). **Educação a distância: o estado da arte.** 1 ed. São Paulo: Pearson, 2008, v. , p. 112-120.

_____. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MOORE, D.; THOME, M. e HAIGH, K. Z. **Scripting Your World: the official guide to second life™ scripting.** Wiley Publishing, Inc., 2008.

MORESI, E. (Org.) **Metodologia da pesquisa.** Brasília: Programa de pós-graduação da Universidade Católica de Brasília, 2003, 108p.

MOURA, J.G.; BRANDÃO, L.O.; BRANDÃO, A.A.F. **A web-based learning management system with automatic assessment resources.** Frontiers In Education Conference: 37th Annual, 2007, v., p.F2D-1-F2D-6, 10-13.

OLIVEIRA, L.S.; PIMENTEL, M. G. e QUEIROZ-NETO, J.P. **Work in progress - new challenges to educate in isolated areas in the Amazon.** 39th Frontiers in Education Conference, FIE '09. IEEE, pp.1-2, Oct. 2009.

PALHARES, R. Aprendizagem por correspondência. In: LITTO, F. M. (Org.); FORMIGA, M. (Org.). **Educação a distância: o estado da arte.** 1 ed. São Paulo: Pearson, 2008, v. , p. 48-55.

PEREIRA F°, O. **Desafios intelectuais, filosóficos e éticos na formação de engenheiros capazes de atuar como agentes transformadores da sociedade.** VI Encontro de Educação em Engenharia. Petrópolis-Itaipava: UFRJ e UFJF, 2000.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants.** The Horizon (v.9, n.5), 2001.

_____. **Do They Really Think Differently?** The Horizon (v.9, n.6), 2001.

SANCHES, S. R. R.; ZOTOVICI, A.; TORI, R. **A brief analysis of 3D Virtual Worlds.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008. Technical Report ITR 03/2008.

SCHLEMMER, E.; TREIN, D. e OLIVEIRA, C. **The Metaverse: Telepresence in 3D Avatar-Driven Digital-Virtual Worlds.** @tic. revista d'innovació educativa. (2009), n. 2. Disponível em: <<http://ojs.uv.es/index.php/attic/article/view/98/88>> Acesso em dez/2012.

SHI, W. et al. **Using a virtual learning environment with highly interactive elements in Second Life to engage millennial students.** Sanya, China: The 2010 International Conference on e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, 2010.

SILVA, V. F. et al. Camada de interoperabilidade entre o ambiente de aprendizagem tídia-ae e ambientes virtuais tridimensionais. In: WIE 2009: **XV Workshop Sobre Informática na Escola.** Porto Alegre, RS, Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 2009. p. 1-10.

SILVEIRA R. M. et al. **Projeto POLI-Virtual: Tecnologia para a virtualização do ensino.** São Paulo: VI Congresso Internacional de Educação à Distância da ABED, 1999.

STIUBIENER, I. et al. **The "Polipara Todos" Program.** Frontiers in Education: 34th Annual, 2004, v.1, p. 19-22.

_____. **NetLab: A framework for remote engineering and science experiments.** 38th Frontiers in Education Conference, FIE '08. IEEE, pp.S2A-25-S2A-30, Oct. 2008.

TELES, L. Aprendizagem por *e-learning*. In: LITTO, F. M. (Org.); FORMIGA, M. (Org.). **Educação a distância: o estado da arte.** 1 ed. São Paulo: Pearson, 2008, v. , p. 72-80.

TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos de realidade virtual. In: TORI, R. (Org.); KIRNER, C. (Org.); SISCOUTO, R. (Org.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada.** Porto Alegre: SBC, 2006, v. , p. 2-21.

TORI, R. **Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem.** Editora Senac - São Paulo, 2010.

UYEDA, A. et al. **Estudo sobre integração de mundo virtual 3D com ambiente de ensino a distância Ae.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Projeto de formatura), 2009.

VALENTE, C.; MATTAR, J. **Second Life e web 2.0 na educação: o poder revolucionário das novas tecnologias.** São Paulo: Novatec, 2007.

VALENTE, J. A. Aprendizagem por computador sem ligação à rede. In: LITTO, F. M. (Org.); FORMIGA, M. (Org.). **Educação a distância: o estado da arte.** 1 ed. São Paulo: Pearson, 2008, v. , p. 65-71.

ZANOTTO, D.; ROLIM C. e FERNANDES S. **Desenvolvimento de um SurveyBot em Mundos Virtuais com Aplicação em Sistemas de Avaliação.** 29° Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - XXIX CSBC, 2009, Bento Gonçalves - RS. Disponível em: <<http://csbc2009.inf.ufrgs.br/anais/wei/artigos.html>>

- LINKS DE WEBSITE

BLACKBOARD Inc. Website. Disponível em: <<http://www.blackboard.com>>. Acesso em: Abril de 2010.

IBM Developer Works website - Second Life client, Part 1: Hacking Second Life. Disponível em: <<http://www.ibm.com/developerworks/linux/library/l-second-life-1/index.html>>. Acesso em: Agosto de 2010.

MOODLE Project Website. Disponível em: <<http://moodle.org>>. Acesso em: Abril de 2010.

MYSQL Website. Disponível em: <<http://www.mysql.com>>. Acesso em: Agosto de 2010.

OPENSIM Project Website. Disponível em: <<http://opensimulator.org>>. Acesso em: Julho de 2011.

Open WONDERLAND Project Website. Disponível em: <<http://openwonderland.org>>. Acesso em: Março de 2011.

SECONDLIFE Website. Disponível em: <<http://www.secondlife.com>>. Acesso em: Agosto de 2009.

SLOODLE Website. Disponível em: <<http://sloodle.org>>. Acesso em: Agosto de 2009.

WEB3D Consortium website. Open Standards for Real-Time 3D Communication. Disponível em: <<http://www.web3d.org>> Acesso em: Março de 2011.

ANEXO I

I. Manual do Usuário do Sistema Open Ae-3D.

O objetivo deste manual é documentar os passos necessários para cadastrar usuários e acessar o sistema do Open Ae-3D implantado na internet. A integração entre os sistemas Tidia-Ae e OpenSimulator é feita através do usuário do Tidia-Ae mapeado dentro do mundo virtual 3D, ou seja, o usuário do Open Ae-3D terá um cadastro no Tidia-Ae e um segundo cadastro no OpenSim. Dessa forma, o primeiro dos requisitos para utilizar o sistema é solicitar aos administradores do Open Ae-3D para criar o mapeamento do usuário cadastrado no Tidia-Ae, e caso ainda não tenha um usuário no Tidia-Ae, esse deve ser solicitado aos administradores de curso no Tidia-Ae.

O usuário que será criado no OpenSim poderá ter o mesmo nome e sobre utilizado no Second Life, mas caso não queira utilizar o mesmo nome ou não tenha cadastro no SL, o usuário poderá escolher um nome e sobrenome de sua preferência, mas que ainda não tenha sido utilizado por outro usuário do Open Ae-3D.

Os passos para configurar o acesso ao Open Ae-3D pressupõem que o usuário já tenha instalado no seu computador o viewer do SL, ou qualquer outro viewer compatível com os servidores do OpenSim. Não é escopo deste manual explicar o processo de implantação do viewer do SL, ou mesmo os recursos de navegação no MV3D, pois existe a premissa neste trabalho que o público alvo desta nova interface já esteja habituado com o uso deste tipo de ambiente.

Os seguintes passos descrevem a configuração do acesso ao sistema Open Ae-3D, bem como dos recursos do LCMS Tidia-Ae que foram mapeados dentro do MV3D:

1. Acessar o Servidor OpenSim

1.1 Consultar o endereço atual do servidor OpenSim através do link:

<http://open-ae3d.eng.br/services/GetOpenSimAddress.php>

1.2 Criar um novo atalho do viewer do SL apontado para o servidor do OpenSim.

Copiar (copy&paste) o atalho criado na instalação do Second Life;

Clicar com o botão direito e acessar as propriedades do atalho;

Substituir o caminho de execução do programa no campo Destino (Target);

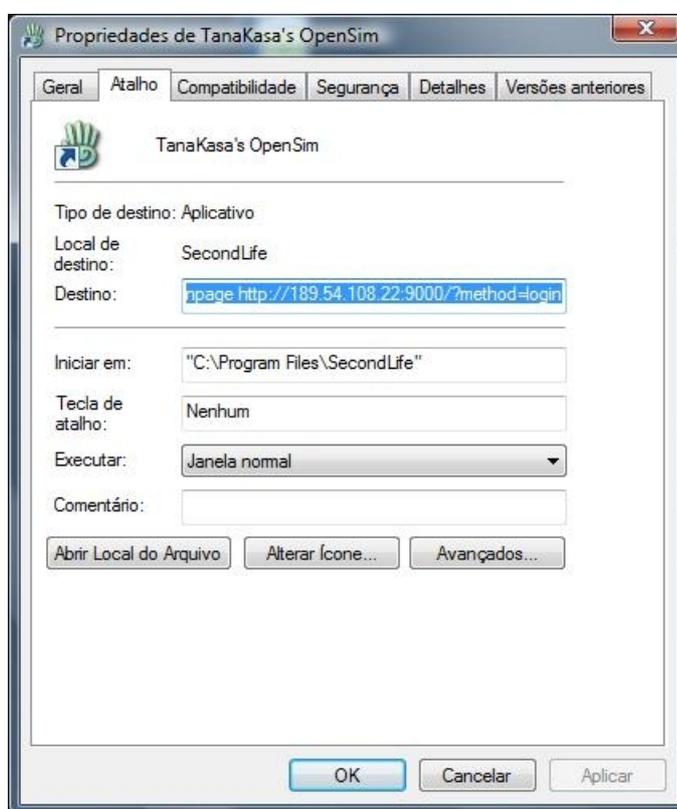
- **Substituir o caminho de execução DE:**

"C:\Program Files\SecondLife\SecondLife.exe" --set InstallLanguage en

- **POR:**

"C:\Arquivos de programas\SecondLife\SecondLife.exe" -loginuri

http://IP_OPENSIM:9000/ -loginpage http://IP_OPENSIM:9000/?method=login



Obs: IP_OPENSIM é o endereço obtido no link do item 1.

IMPORTANTE: - Este novo caminho de execução deve estar escrito em uma única linha (sem o caracter de ENTER/RETURN) e com os parâmetro "-loginuri" e "-loginpage" separados por um caracter de espaço. Para facilitar, copie o novo caminho completo num editor de "plain text" como, por exemplo, NotePad, EditPlus, etc...Substitua o IP_OPENSIM e então copie a descrição resultante no campo

Destino do atalho.

1.3 Passado um período do último acesso ao servidor, consultar o novo IP na página do item 1.1 acima e, caso necessário, alterar a chamada do viewer do SL, como por exemplo:

IP anterior: 189.54.108.22

Novo IP: 189.54.99.144

- Substituir a chamada:

"C:\Arquivos de programas\SecondLife\SecondLife.exe" -loginuri

<http://189.54.108.22:9000/> -loginpage <http://189.54.108.22:9000/?method=login>

- Pela chamada:

"C:\Arquivos de programas\SecondLife\SecondLife.exe" -loginuri

<http://189.54.99.144:9000/> -loginpage <http://189.54.99.144:9000/?method=login>

1.4 Logar no servidor utilizando o atalho criado no item 1.2.

Executar o novo atalho;

Logar utilizando os dados do Avatar criado no servidor (solicitar para o admin caso ainda não tenha).

OBS. Para utilizar outro viewer que não o do SL, escolher e instalar uma das opções de client sugeridas pelos mantenedores do OpenSim:

<http://opensimulator.org/wiki/Connecting>

2. Alterar dados de acesso ao Tidia-Ae registrados para seu Avatar

2.1 Logar no servidor OpenSim e navegar até o 1 andar do prédio na coluna com uma pirâmide "Setting Ae Access".



2.2 Tochar na pirâmide “Setting Ae Access”.

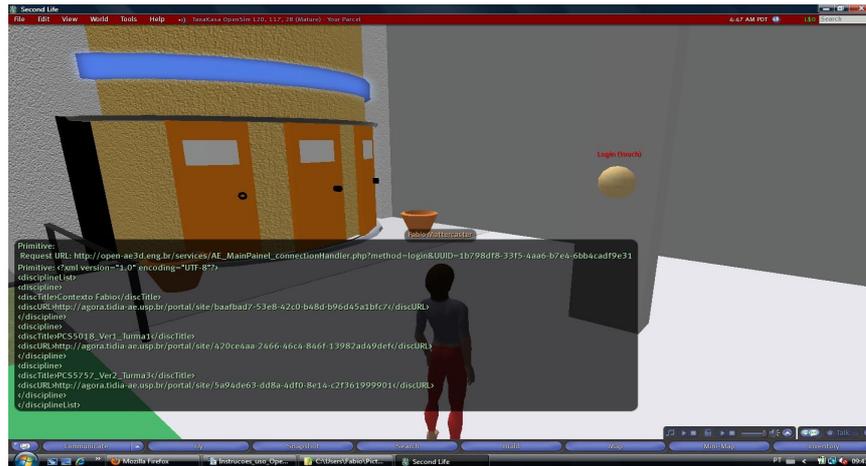
Digitar os dados de acesso ao Tidia-Ae através da linha de comando no chat do viewer do SL, na forma: **“/newlogin user password”**



3. Logar no Tidia-Ae utilizando seu Avatar

3.1 Navegar no ambiente até o 1 andar do prédio na coluna com uma esfera “Login”.

3.2 Tochar na esfera “Login”.



O sistema do Open Ae3D executará o login no Tidia-Ae utilizando os dados de acesso do Avatar que tocou no objeto e retornará a lista das disciplinas disponíveis para este usuário.

4. Chat 3D entre usuários na interface do Tidia-Ae do OpenSim

4.1 Navegar no ambiente até a sala de Bate-Papo.



4.2 Tocar na esfera “Chat Rendering” para verificar quais usuários estão on-line no Tidia-Ae.

4.3 Após as "cabeças" dos respectivos usuários on-line no Tidia-Ae serem renderizadas, tocar a "cabeça" do usuário que queira conversar e escrever uma mensagem direcionada a ele, através da linha de comando no chat do viewer do SL.



As mensagens enviadas pelo usuário acessando o chat pela interface do Tidia-Ae serão impressas no MV3D na janela de chat do viewer.

ANEXO II

1. Manual do Administrador do Sistema Open Ae-3D.

O objetivo deste manual é documentar os códigos desenvolvidos na implementação da interface 3D construída no OpenSim, para mapear os serviços oferecidos pelo LCMS Ae. Neste documento são descritos a criação do esquema de dados feita no MySQL e a programação do módulo web Open Ae-3D, feita em linguagem PHP. Associado ao desenvolvimento deste módulo web, é descrita também a programação da interatividade dos objetos 3D construídos dentro do MV3D, que se comunicam com os métodos disponibilizados pelo módulo Open Ae-3D.

Esquema "openae3d" foi criado para manter todos os registros utilizados pelo módulo Open Ae-3D. As tabelas criadas para mapear as funcionalidades do LCMS Ae, são como seguem:

```
-- Relaciona o avatar no MV3D com o respectivo usuário do
Tidia-Ae
```

```
-----
CREATE TABLE openae3d.avatars (
  UUID varchar(36) NOT NULL default '',
  AVATAR_NAME varchar(32) NOT NULL default '',
  AVATAR_LASTNAME varchar(32) NOT NULL default '',
  AE_USER_NAME varchar(32) NOT NULL default '',
  AE_USER_LASTNAME varchar(32) NOT NULL default '',
  AE_USER_LOGIN varchar(32) NOT NULL default '',
  AE_USER_PWD varchar(32) NOT NULL default '',
  JSESSIONID varchar(60) NOT NULL default '',
  DEBUG_FLG char(1) NOT NULL default '',
  LAST_LOGIN_DT datetime NOT NULL default '0000-00-00
00:00:00',
  PRIMARY KEY (UUID),
  UNIQUE KEY AVATAR_NAMES_IDX1 (AVATAR_NAME, AVATAR_LASTNAME)
```

```
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
```

```
-- Armazena as disciplinas que o usuário possui acesso
```

```
-----
CREATE TABLE openae3d.disciplines (
  UUID varchar(36) NOT NULL default '',
  DISCIPLINE_NAME varchar(30) NOT NULL default '',
  DISCIPLINE_URL varchar(100) NOT NULL default '',
  DISC_IM_FLG char(1) NOT NULL default '',
  PRIMARY KEY (UUID, DISCIPLINE_NAME),
  KEY DISCIPLINE_IDX1 (DISCIPLINE_NAME)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
```

```
-- Registra os avisos publicados nas disciplinas associadas ao
usuário
```

```
-----
CREATE TABLE openae3d.announcements (
  UUID varchar(36) NOT NULL default '',
  DISCIPLINE_NAME varchar(30) NOT NULL default '',
  SEND_DT datetime NOT NULL default '0000-00-00',
  ANNOUNCEMENT_TITLE varchar(100) NOT NULL default '',
  ANNOUNCEMENT_AUTHOR varchar(65) NOT NULL default '',
  ANNOUNCEMENT_URL varchar(250) NOT NULL default '',
  PRIMARY KEY (UUID, DISCIPLINE_NAME, SEND_DT),
  KEY ANNOUNCEMENT_IDX1 (ANNOUNCEMENT_TITLE),
  KEY ANNOUNCEMENT_IDX2 (ANNOUNCEMENT_AUTHOR)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
```

```
-- Armazena temporariamente os usuários on-line no comunicador
instantâneo do Ae
```

```
-----
CREATE TABLE openae3d.chat_online_users (
  UUID varchar(36) NOT NULL default '',
  ONLINE_ID smallint(3) NOT NULL default 0,
```

```

SESSION_RUN_ID int(10) unsigned NOT NULL default '0',
CHAT_AVATAR_DTID char(5) NOT NULL default '',
CHAT_USER_NAME varchar(40) NOT NULL default '',
CHAT_USER_IM_ID char(7) NOT NULL default '',
CHAT_USER_IM_RID char(7) NOT NULL default '',
PRIMARY KEY (UUID, ONLINE_ID),
KEY CHAT_ONLINE_IDX1 (CHAT_USER_NAME)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;

-- Armazena temporariamente as janelas abertas para conversa
no Chat 3D
-----

CREATE TABLE openae3d.chat_windows (
  UUID varchar(36) NOT NULL default '',
  SESSION_RUN_ID int(10) unsigned NOT NULL default '0',
  DISCIPLINE_NAME varchar(30) NOT NULL default '',
  CHAT_JSESSIONID varchar(40) NOT NULL,
  LAST_SESSION_DT datetime default '0000-00-00 00:00:00',
  PRIMARY KEY (UUID,SESSION_RUN_ID),
  KEY CHAT_WINDOWS_IDX1 (UUID,DISCIPLINE_NAME)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;

-- Registra o histórico da conversa realizada no chat 3D
-----

CREATE TABLE openae3d.chat_history (
  UUID varchar(36) NOT NULL default '',
  DISCIPLINE_NAME varchar(30) NOT NULL default '',
  SESSION_RUN_ID int(10) unsigned NOT NULL default '0',
  CHAT_USER_KEYNAME varchar(40) NOT NULL default '',
  CHAT_MSG_DT datetime NOT NULL default '0000-00-00',
  MESSAGE varchar(250) NOT NULL default '',
  PRIMARY KEY (UUID, DISCIPLINE_NAME),
  KEY CHAT_HISTORY_IDX1 (CHAT_USER_KEYNAME)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;

```

A programação dos serviços do Open Ae-3D foi desenvolvida numa servlet principal, oferecendo as chamadas para métodos através de requisição HTTP. Este módulo foi implantado numa hospedagem do domínio "open-ae3d.eng.br" disponibilizando as seguintes chamadas, com seus respectivos parâmetros e métodos relacionados:

- Login

http://open-ae3d.eng.br/services/AE_MainPanel_connectionHandler.php?method=login&UUID=codigo_do_avatar

```
function executeLogin($avatarUUID) {}
```

- Logout

http://open-ae3d.eng.br/services/AE_MainPanel_connectionHandler.php?method=logout&UUID=codigo_do_avatar

```
function executeLogout($avatarUUID) {}
```

- Avisos

http://open-ae3d.eng.br/services/AE_MainPanel_connectionHandler.php?method=announcements&UUID=codigo_do_avatar

```
function parseAnnouncementsTable($announcementsTable,
    $avatarUUID) {}
```

- Presença na Disciplina

http://open-ae3d.eng.br/services/AE_MainPanel_connectionHandler.php?method=signOnlinePresence&UUID=codigo_do_avatar&discipline=codigo_da_disciplina

```
function signOnlinePresence($avatarUUID, $discipline) {}
```

- Chatting Head

http://open-ae3d.eng.br/services/AE_MainPanel_connectionHandler.php?

```
method=getChatOnlineUser&UUID=codigo_do_avatar&onlineID=id
```

```
function getChatBox($avatarUUID) {}
```

Para programar a interatividade dos objetos 3D no OpenSim foi utilizada a linguagem de script LSL (Linden Scripting Language), desenvolvendo os seguintes códigos para os principais serviços: Login, Logout, SignOnlinePresence, ChatRendering, ChattingHead, AnnouncementsTicker, TelePorta.