

BENJAMIN GRANDO MOREIRA

**AMBIENTE VIRTUAL DE TREINAMENTO
UTILIZANDO RECURSOS DE MULTIMÍDIA E
REALIDADE VIRTUAL**

**FLORIANÓPOLIS
2008**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**AMBIENTE VIRTUAL DE TREINAMENTO
UTILIZANDO RECURSOS DE MULTIMÍDIA E
REALIDADE VIRTUAL**

Dissertação submetida à
Universidade Federal de Santa Catarina
como parte dos requisitos para a
obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

BENJAMIN GRANDO MOREIRA

Florianópolis, Dezembro de 2008.

AMBIENTE VIRTUAL DE TREINAMENTO UTILIZANDO RECURSOS DE MULTIMÍDIA E REALIDADE VIRTUAL

Benjamin Grando Moreira

‘Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica, Área de Concentração em Engenharia Biomédica, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina.’

Fernando Mendes de Azevedo, Dr.
Orientador

Kátia Campos de Almeida, Dra.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Banca Examinadora:

José Marino Neto, Dr.
Presidente

Fabiano Luiz Santos Garcia, Dr.

Anita Maria da Rocha Fernandes, Dra.

Fernanda Isabel Marques Argoud, Dra.

Rudimar Luís Scaranto Dazzi, Dr.

Resumo da Dissertação apresentada à UFSC como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

AMBIENTE VIRTUAL DE TREINAMENTO UTILIZANDO RECURSOS DE MULTIMÍDIA E REALIDADE VIRTUAL

Benjamin Grando Moreira

Dezembro/2008

Orientador: Fernando Mendes de Azevedo, Dr.

Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Palavras-chave: Realidade Virtual; Ambiente Virtual de Aprendizagem; Streaming Multimídia.

Número de Páginas: 130.

O uso de computadores que, através da multimídia, podem permitir uma vivência de situações práticas, pode ser útil para dar suporte à aprendizagem da Engenharia Biomédica. Entre as opções de multimídia está o uso de vídeos e Realidade Virtual (RV). Este trabalho tem por objetivo demonstrar a estruturação de um ambiente virtual que utiliza recurso de *streaming*, o qual é utilizado para a realização de aulas ao vivo e disponibilização de aulas gravadas, ou vídeos instrucionais. O ambiente virtual também compreende a possibilidade de uso de RV, através de salas de aula em 3D, utilização de objetos e outros ambientes 3D e animações no formato Flash. O desenvolvimento deste trabalho integra ferramentas e tecnologias para atingir três objetivos principais: disponibilizar um ambiente web para gerenciamento de conteúdo e comunicação não-instantânea; prover recurso multimídia de áudio e vídeo por *streaming* através do uso do protocolo Real-Time Messaging Protocol (RTMP); e disponibilizar um ambiente 3D utilizando o aplicativo Mediaplataform. Como resultado desse trabalho foi obtido o protótipo de um Ambiente de Aprendizagem para auxílio às aulas de Engenharia Biomédica que permite a incorporação de outros ambientes 3D, animações e a gravação e disponibilização de vídeos instrucionais. Por fim, através do protótipo, foi possível extrair algumas conclusões quanto ao uso dessa alternativa de ambiente e propor sugestões de uso.

Abstract of Dissertation presented to UFSC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Electrical Engineering.

VIRTUAL TRAINING ENVIRONMENT USING RESOURCES MULTIMEDIA AND VIRTUAL REALITY

Benjamin Grando Moreira

Dezember/2008

Advisor: Fernando Mendes de Azevedo, Dr.

Area of concentration: Biomedical Engineering.

Keywords: Virtual Reality, Virtual Learning Environment; Multimedia Streaming.

Number of Pages: 130.

The use of computers that, using multimedia, may allow an experience of practical situations, it may be useful to support the learning of Biomedical Engineering. Among the options Multimedia is the use of videos and Virtual Reality (VR). This work has de objective to demonstrate the structuring of a virtual environment that uses streaming to transition of live classes, recorded classes, or instructional videos. The virtual environment also includes the possibility of using VR through rooms in 3D, using 3D objects and environments and animation, in Flash format. The development of this work incorporates tools and technologies to reach three main objectives: provide an web environment management content and non-instantaneous communication; provide resource multimedia using streaming audio and video by Real-Time Messaging Protocol (RTMP); and to provide a 3D environment using the application Mediaplataform. As result of this work was created a prototype of an Environment to support lessons to Biomedical Engineering that allows the incorporation of other 3D environments, animations and recording and avaiable of instructional videos. Finally, through the prototype, it was possible to draw some conclusions regarding the use of this alternative to the environment and propose suggestions for use.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE Quadros	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS.....	4
1.2 JUSTIFICATIVA.....	5
1.3 METODOLOGIA	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 MULTIMÍDIA E EDUCAÇÃO.....	9
2.2 REALIDADE VIRTUAL	13
2.2.1 Ambientes Virtuais Distribuídos	16
2.2.2 Ambiente Virtual de Aprendizagem	19
2.2.3 VRML.....	20
2.3 UTILIZAÇÃO DE VÍDEO PELA INTERNET	21
2.3.1 Streaming de dados	23
2.3.2 Flash Media Server.....	26
3 METODOLOGIA	28
3.1 DEFINIÇÃO DO SERVIDOR DE <i>STREAMING</i>	28
3.1.1 Definição da configuração de vídeo	30
3.2 DESCRIÇÃO DO MEDIAPLATAFORM	31
3.3 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DESENVOLVIDA.....	34
3.3.1 Utilização do módulo Web.....	35
3.3.1.1 Realização de aulas ao vivo	35
3.3.2 Utilização do módulo 3D.....	41
3.3.3 Ambientes adicionais e suas aplicações na EB.....	45
3.3.4 Manual do ambiente.....	49
4 TESTE E AVALIAÇÃO	51
4.1 AVALIAÇÃO WEBMAC.....	54
4.2 SUGESTÕES PARA REALIZAÇÃO DAS AULAS	56
5 FONTES DE MATERIAL DIDÁTICO.....	58
5.1 MODELOS 3D.....	58
5.2 ANIMAÇÕES.....	60
6 CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

LISTA DE ABREVIATURAS

AJAX	Asynchronous Javascript And XML
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
AVA3D	Ambiente Virtual de Aprendizagem 3D
AVD	Ambiente Virtual Distribuído
EaD	Educação à Distância
FLV	Flash Video
FMS	Flash Media Server
HTML	HiperText Markup Language
IEB-UFSC	Instituto de Engenharia Biomédica-UFSC
Moodle	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
MP	Mediaplataform
PHP	Hypertext Preprocessor
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
RTMP	Real Time Messaging Protocol
UC	Use Case
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UML	Unified Modeling Language
VRML	Virtual Reality Modeling Language
XML	eXtensible Markup Language

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição dos investimentos em EaD no Brasil, entre 1999 e 2005..	3
Figura 2 – Posicionamento do AVA3D com relação às tecnologias utilizadas	8
Figura 3 - Espectro de Realidade Virtual.....	14
Figura 4 - Tela da interface web do servidor MP.....	33
Figura 5 - Tela do assistente de criação de perfil.....	33
Figura 6 - Tela de cadastro de agendamento de aula.....	37
Figura 7 - Tela de envio de objeto 3D	39
Figura 8 - Tela de visualização de objeto 3D	39
Figura 9 - Tela de gravação de aulas pelo professor	40
Figura 10 - Arquivo de configuração do cliente MP	41
Figura 11 - Tela para conectar ao MP.....	42
Figura 12 - Corredor do ambiente 3D.....	42
Figura 13 - Visão gera do ambiente 3D.....	43
Figura 14 - Transmissão ao vivo realizada do ambiente 3D	44
Figura 15 - Utilização de mesas para agrupar usuários no ambiente 3D	44
Figura 16 - Corredor 3D da clínica de exemplo.....	45
Figura 17 - Sala 3D da clínica de exemplo - visão 1	45
Figura 18 - Sala 3D da clínica de exemplo - visão 2	46
Figura 19 - Laboratório 3D de exemplo.....	46
Figura 20 – Visualização do objeto em uso no ambiente 3D e sendo visualizado através do módulo web, adaptado de	47
Figura 21 - Laboratório virtual em dois momentos de interação diferentes	48
Figura 22 - Animação sobre sistemas de controle homeostáticos	49
Figura 23 - Utilização do manual.....	50
Figura 24 - Estrutura utilizada para a avaliação do AVA3D	52
Figura 25 – Gráfico da avaliação dos parâmetros motivacionais	55
Figura 26 - Gráfico dos parâmetros resultantes da motivação total	56
Figura 27 - <i>Sick Bay on Board a US Coast Guard Cutter</i>	59
Figura 28 - <i>Swaying Sick Bay</i>	59
Figura 29 - Exemplo de modelo misto entre 2D e 3D.....	60
Figura 30 - Modelos disponíveis do 3D <i>Visible Huan Project</i>	60
Figura 31 - Tela inicial de instalação do AVA3D	69
Figura 32 - Tela de definição das visões necessárias para o AVA3D	70
Figura 33 - Arquivo de configuração do servidor MP	71
Figura 34 - Modelo de dados necessários para integração do AVA3D	73
Figura 35 - Modelo ER das tabelas do Moodle para a integração com o AVA3D	75
Figura 36 - Visões necessárias para aplicação e integração com o AVA3D	78
Figura 37- Tela de autenticação para acesso ao sistema	81
Figura 38 - Tela inicial do ambiente após ter o acesso autorizado.....	82
Figura 39 - Tela de gerenciamento de cronograma	82
Figura 40 - Tela de gerenciamento de ementa.....	83
Figura 41 - Tela de gerenciamento de avaliação	83
Figura 42 - Tela do fórum do ambiente	84
Figura 43 - Tela da funcionalidade de recados	85
Figura 44 - Tela de cadastro de materiais.....	86
Figura 45 - Diagrama de classes do AVA3D	90

Figura 46 - Diagrama de casos de uso	91
Figura 47 - Diagrama de sequência do acesso ao sistema.....	93
Figura 48 - diagrama de sequência da realização de uma aula ao vivo.....	96
Figura 49 - Diagrama de sequência para transmissão de aulas gravadas.....	97
Figura 50 - Diagrama de sequência da inserção de um objeto 3D em uma aula .	98
Figura 51 - Envio de material por parte do professor	100
Figura 52 - Envio de material por parte do aluno	101
Figura 53 – Animação da condução de impulso elétrico do coração	110
Figura 54 – Experimento 3D de uma captação de ECG	111
Figura 55 – Animação da leitura de sinais de ECG lidos do paciente	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Instruções SQL necessárias para criação das visões com o Moodle..	76
Quadro 2- Instruções para criação das visões para o portal Saúde + Educação .	78
Quadro 3- Slides da apresentação sobre eletrocardiograma	108

1. INTRODUÇÃO

O termo “Educação à Distância” (EaD) foi utilizado pela primeira vez em 1892, no catálogo de cursos da University of Wisconsin Madison, sendo também popularizado em outros países (GEBER, 1991). Historicamente, um marco importante da EaD no Brasil foi a fundação da emissora de rádio Sociedade do Rio de Janeiro, em 1923. Posteriormente surgiram cursos por correspondência, focados no ensino profissionalizante e a radiodifusão sustentava principalmente a alfabetização de adultos. A partir da década de 60, a televisão foi incorporada como meio de comunicação para sustentar programas educativos a distância (CRUZ, 2001).

No início da década de 90, algumas propostas trouxeram novas possibilidades para EaD, como a interatividade. Aos telespectadores foi possível passar a participar mais ativamente, enviando materiais contendo sons, imagens e textos, através dos telepostos, estúdios e fax preparados pelos programas. Também, com melhorias tecnológicas adveio a internet, videoconferência e teleconferência (CRUZ, 2001).

A EaD surge como uma forma alternativa de educação aos indivíduos impossibilitados de fazê-lo presencialmente. A distribuição de materiais impressos pelo correio e as tecnologias tradicionais como o rádio e a televisão foram incorporados à EaD, ampliando sua disseminação e democratização (AIMEIDA, 2003).

“A Educação à Distância é uma aprendizagem planejada que normalmente ocorre em um local diferente do tradicional e como resultado requer projeto de curso e técnicas instrucionais especiais, métodos especiais de comunicação eletrônica e outra tecnologia, bem como sistemas organizacionais e administrativos especiais” (MOORE & KEARSLEY, 1996).

O ambiente e as estruturas encontrados nas tecnologias de informação e comunicação são particularmente apropriados para abordagens de aprendizagem colaborativa, que enfatizem a interação no grupo. Questões como dependência

física em relação à quantidade de participantes, espaço geográfico de interação e sincronismo para ocorrência da comunicação tornam-se mais flexíveis e mais viáveis do que a promoção de encontros presenciais.

Com o desenvolvimento das tecnologias de apoio, em especial aquelas vinculadas à internet, a EaD tomou-se importante ferramenta educativa devido ao potencial catalisador de inovações nas instituições de ensino. Nesse sentido, as possibilidades de utilização da tecnologia são bastante amplas, onde é possível utilizar complementos presenciais em cursos à distância, bem como complementos on-line em cursos presenciais (GRUNBERG & ARMELLING, 2002).

É no intuito de complementar *on-line*, cursos presenciais que esse trabalho pretende atuar. Ampliando as possibilidades com a realização de aulas multimídia ao vivo e possibilitando o uso de objetos e ambientes em 3D para complementar o ensino que a multidisciplinaridade da Engenharia Biomédica exige. Esse trabalho propõe o protótipo de um ambiente diferente de outras iniciativas, buscando complementar ambientes de EaD já existentes, acrescentando novas características, mas mantendo um conjunto mínimo de funcionalidades para uso isolado.

Os ambientes de suporte ao EaD contemplam tanto os softwares comerciais (como LearningSpace e WebCT), bem como os ambientes desenvolvidos por universidades e grupos de pesquisa (como Aulanet, Eureka e Teleduc). Estes sistemas apresentam características semelhantes que permitem a construção de repositórios de aulas com acesso de múltiplos usuários e permitindo a reutilização dos conteúdos em outras oportunidades ou disciplinas pelo professor. Além disso, esses sistemas permitem a monitorização do acesso do aluno, a existência de ambientes distintos ao aluno e ao professor e a integração de ferramentas de interação síncronas e assíncronas (CAETANO, 2006).

As ferramentas de interação síncronas consistem em mensagens que são emitidas por uma pessoa, recebida e respondida por outra, de forma imediata, ou em tempo real. Como exemplo, é possível citar as salas de bate-papo (chats). Já as ferramentas assíncronas permitem a comunicação entre as pessoas de maneira remota, como o sistema de e-mail e fórum.

Sendo assim, a solução aqui proposta usa ferramentas simples de interação síncronas e assíncronas, mas complementa a simplicidades destas com a possibilidade de *streaming* de áudio e vídeo e com o uso da Realidade Virtual (RV). A ferramenta desenvolvida é chamada nesse trabalho de AVA3D (Ambiente Virtual de Aprendizagem 3D) e é aplicada ao Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina (IEB-UFSC).

As iniciativas do IEB-UFSC em EaD se mostram condizentes com o mercado e sua visualização da importância da área, como aponta o SENAC (2007), em que um estudo realizado pela Associação e-Learning Brasil mostra que o setor vem se consolidando ano a ano e deve manter taxas de crescimento de 40% ao ano até 2010. A entidade registrou que, entre 1999 e 2005, os gastos feitos por empresas e escolas envolvendo iniciativas como treinamento de funcionários, cursos rápidos, graduação e pós-graduação somaram R\$ 470 milhões. Somente em 2005, foram R\$ 168 milhões. Sobre a distribuição dos investimentos, o estudo aponta que os recursos foram dirigidos em grande parte para conteúdo *on-line* (48%), serviços e sistemas de gestão (29%) e controle do aprendizado e em salas virtuais (23%). A Figura 1 - Distribuição dos investimentos em EaD, apresenta o gráfico desses investimentos em EaD.

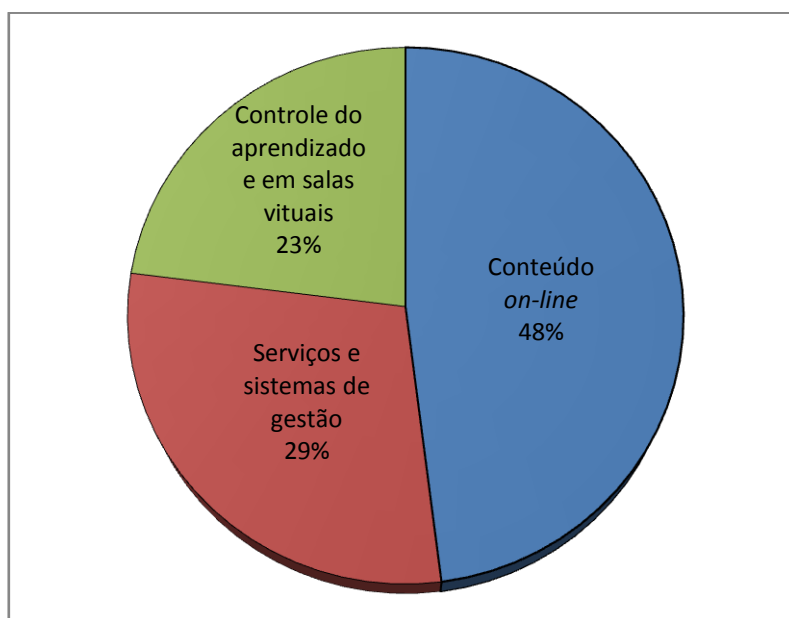


Figura 1 - Distribuição dos investimentos em EaD no Brasil, entre 1999 e 2005, adaptado de SENAC (2007)

Segundo o SENAC (2007), além do aumento nos investimentos, outros dados confirmam a forte expansão da EaD. Números registrados pela Associação Brasileira de Educação a Distância mostram o aumento de faturamento com treinamento, conteúdo, equipamentos e insumos e também mostra que no Brasil, em 2006, existiam cerca de 2,3 milhões de alunos em cursos da modalidade à distância credenciados pelo MEC, em educação corporativa e em projetos nacionais e regionais do Sebrae.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um protótipo de Ambiente Virtual de Aprendizagem, com recursos de áudio/vídeo por *streaming* e Realidade Virtual, para **auxílio nas aulas e treinamento, interatividade dos usuários e disponibilização de material.**

Para alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- **Desenvolver um Ambiente Virtual Web:** o ambiente deve ser acessível através de um navegador web e permitir o uso do recursos, como acesso a materiais e realização de aulas, independente do ambiente 3D;
- **Implementar o recurso de áudio e vídeo por *streaming*:** para realização de aulas ao vivo e disponibilização de aula gravadas, tanto no ambiente Web, quanto no ambiente 3D;
- **Integrar um Ambiente Virtual 3D:** integrar o ambiente Web e o recurso de áudio e vídeo por *streaming* ao servidor Mediaplataform;
- **Desenvolver um instalador e permitir interoperabilidade com outros sistemas:** criar um processo de instalação para implantação por outras instituições para aproveitar os dados de um sistema de cadastro já presente na instituição, ou de um Ambiente Virtual de Aprendizagem já em uso; e
- **Pesquisar alternativas de modelo de ambientes:** buscar por modelos ambientes e objetos 3D, voltados à área de Engenharia Biomédica,

disponíveis em fontes externas ao IEB-UFSC, bem como avaliar possibilidades de uso e alternativas.

1.2 Justificativa

O ensino de Engenharia Biomédica requer que o aluno vivencie uma variedade de situações práticas. Essas situações nem sempre possíveis, como por exemplo, pela indisponibilidade de recursos, riscos atribuídos ao experimento, custos desses experimentos (custos com relação à aquisição de materiais). Devido à característica da Realidade Virtual, de poder representar o mundo real utilizando recursos computacionais, essa pode ser uma alternativa para simular essas situações práticas.

Sendo assim, a Realidade Virtual pode ser utilizada para realização de aulas práticas com a realização de experimentos, ou para aprendizado sobre ambientes clínicos, podendo auxiliar no aprendizado de conceitos teóricos e de procedimentos, totalmente à distância, ou como suporte ao ensino presencial.

A Realidade Virtual permite experiências com o conhecimento de forma imersiva e interativa. É esperado que sua utilização melhore a assimilação dos conceitos, já que seu poder de ilustração, para alguns processos, é maior do que outras mídias.

Além disso, a Realidade Virtual permite que o aluno desenvolva o trabalho no seu ritmo e as vídeo aulas permitem que ele consulte aulas posteriormente e reveja conceitos, não restringindo a realização de experiências ao período da aula regular, nem a questão da distância.

Além disso, o trabalho pode fazer uso apenas de sua característica audiovisual e ser aplicado, por exemplo, para explicação de procedimentos médicos para familiares em salas de espera em clínicas e hospitais, ou para explicar sobre problemas de saúde, como eles acontecem e formas de prevenção.

1.3 Metodologia

Para alcançar o objetivo de desenvolver um Ambiente Virtual 3D, com recursos de áudio e vídeo por *streaming*, para auxílio nas aulas, interatividade dos

usuários e disponibilização de material, o desenvolvimento do AVA3D implicou na utilização de uma variedade de ferramentas e tecnologias para atingir três objetivos principais:

1. Disponibilizar um ambiente web para gerenciamento de conteúdo e comunicação não-instantânea;
2. Prover recurso de áudio e vídeo por *streaming*; e
3. Disponibilizar um ambiente 3D.

Além desses objetivos, o sistema foi desenvolvido para se integrar com algum possível sistema já existente na instituição de ensino onde, a partir de uma instalação, o sistema possa usar dados já presentes em outra aplicação evitando a redundância de dados.

A integração do AVA3D com sistemas já existentes na instituição dispensa o recadastro de professores, alunos e turmas. Mesmo porque, segundo CAETANO (2006), um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) pode ser construído com ferramentas de interação e troca de mensagem independentes ou integradas ao ambiente de suporte ao EaD.

Para demonstrar essa integração, foram feitas instalações do AVA3D com 2 sistemas: (1) uma instalação do ambiente Moodle; (2) portal Saúde + Educação. Detalhes da como realizar a integração com esses sistemas são encontrados no Apêndice 1.

O desenvolvimento desse ambiente engloba a integração de diversas tecnologias. Essas tecnologias são divididas e descritas como se segue:

- **Desenvolvimento para web:** utilizado, no lado servidor, a linguagem de *scripts* PHP (Hypertext Preprocessor) e bancos de dados PostgreSQL e MySQL, enquanto no lado cliente um conjunto de HTML (HiperText Markup Language) e JavaScript utilizando recursos AJAX (Asynchronous Javascript And XML);
- **Tecnologia de *streaming*:** utilizada a solução provida pelo protocolo Real Time Messaging Protocol (RTMP) desenvolvido para o Flash Media Server (FMS), mas sendo servido pelo servidor Red5, por ser uma solução livre e sem custos de aquisição; e

- **Tecnologia 3D:** utilizado o MediaPlataform (MP), fornecido pela empresa MediaSoft, bem como modelos 3D de objetos, mundos e avatares já existentes no IEB-UFSC. A definição pelo uso do MP se deu pois a empresa desenvolvedora é parceira do IEB-UFSC e já atuou em outros projetos do Instituto tanto com relação a disponibilização do MP, quanto provendo modelos de ambientes e objetos 3D.

Com relação a tecnologia 3D, o trabalho teve início com a definição do MP, mesmo assim foi buscada, sem sucesso, alguma outra aplicação que pudesse ser utilizada. A busca consistiu de um ambiente que estivesse disponível gratuitamente, ou com baixo custo de aquisição, e que permitisse maior facilidade no desenvolvimento de ambientes.

O uso da tecnologia de áudio e vídeo por *streaming* ficou restrito ao protocolo RTMP, devido a uma limitação do MP. Mesmo assim, o RTMP é o protocolo mais utilizado com relação à disponibilização de áudio e vídeo através da internet e é utilizado pelas principais plataformas de disponibilização de vídeos.

Esse trabalho fez uso de 2 bancos de dados em decorrência do MP fazer uso do MySQL, enquanto o PostgreSQL é o banco de dados mais utilizado no IEB-UFSC se optou por manter essa característica. Mesmo assim, foi desenvolvida uma aplicação teste utilizando apenas MySQL e essa não incorreu em problemas, sendo necessário apenas alterar as instruções que fazem formatação de data (que são diferentes no MySQL e PostgreSQL).

Além disso, tanto o ambiente web, quanto o 3D, fazem uso de arquivos no formato Flash, seja para mostrar animações, quanto para a utilização do recurso de *streaming*.

Como trata-se da integração de diversas tecnologias, a Figura 2 busca ilustrar onde esse trabalho atua. A partir de um ambiente de cadastro da instituição que utilizará essa aplicação (mais especificamente, o banco de dados com os cadastros), alimentará a aplicação com as informações sobre as turmas. A aplicação também faz uso de um servidor de *streaming* que é responsável apenas por armazenar/disponibilizar o material de áudio/vídeo. O servidor MP que se integra, recebe as informações enviadas pelo AVA3D para prover o ambiente

3D. A nuvem de computadores representa a internet e usuários (professores e alunos) do ambiente.

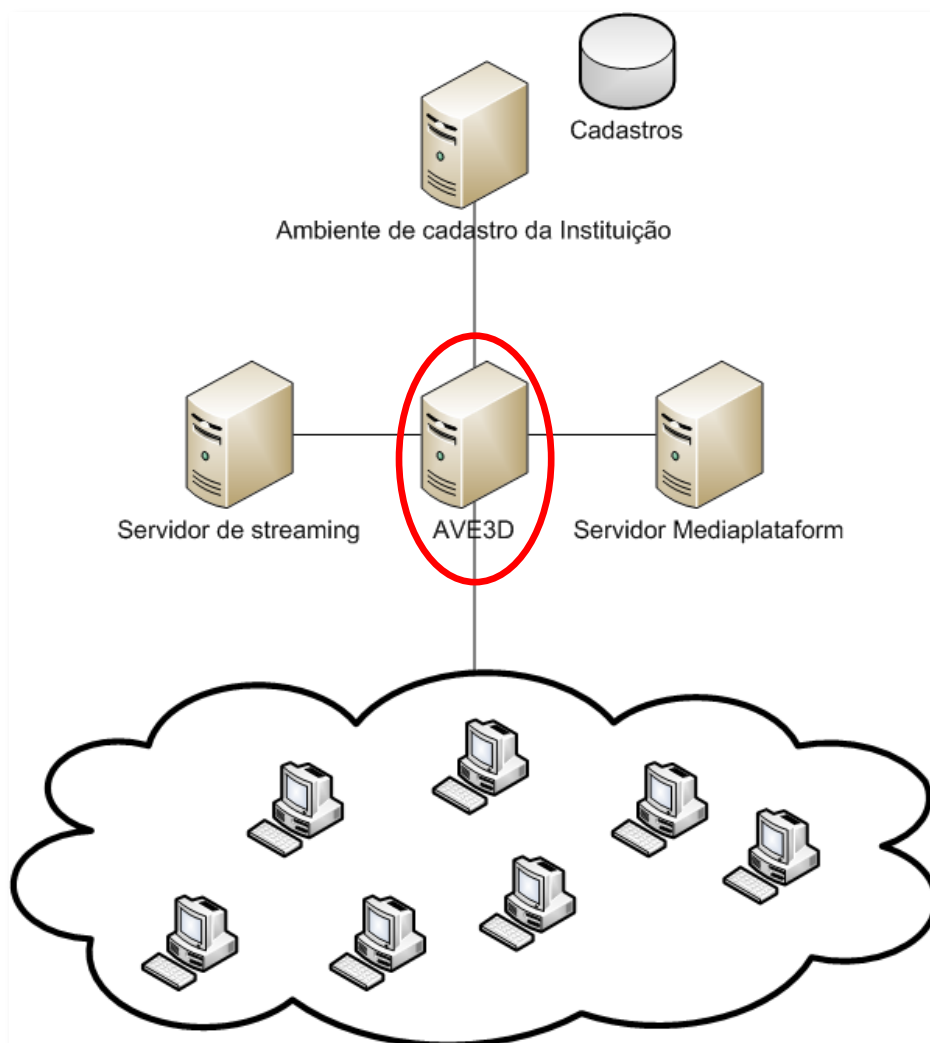


Figura 2 – Posicionamento do AVA3D com relação às tecnologias utilizadas

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica desse trabalho tem por objetivo abordar os aspectos de utilização de tecnologias multimídia na educação e treinamento médico, com a criação de ambientes de Realidade Virtual, o uso de vídeos instrucionais, bem como, sua utilização através da internet.

2.1 Multimídia e Educação

A educação extrapola o ambiente escolar e esse não é o único ambiente de aprendizagem responsável pela formação e socialização do aluno. Outros agentes educacionais são responsáveis pela educação, como a comunidade, a interação com outros indivíduos e os meios de comunicação. Esses agentes fazem parte do ambiente de aprendizagem, influenciando e mudando comportamentos (CAETANO, 2006).

Com uma abundância de novos espaços eletrônicos de interação e a explosão da educação à distância, existe a tendência de que esses espaços eletrônicos sejam cada vez mais utilizados para facilitar a aprendizagem, tanto como suporte para distribuição de materiais didáticos, quanto como complemento aos espaços presenciais de aprendizagem. Nesse sentido, existem os ambientes de suporte ao EaD.

Os ambientes de suporte ao EaD facilitam ao professor cadastrar e depositar material didático e programar formas de interação com os alunos. Vale lembrar que, a efetiva contribuição no processo ensino-aprendizagem depende muito das estratégias pedagógicas que o professor utiliza. Sendo assim, ambientes simples podem ser tão eficazes quanto os que possuem maiores recursos, porém, a praticidade dos últimos pode facilitar o seu uso e auxiliar mais no processo de ensino aprendizagem, tanto pelo número de ferramentas disponíveis, como por empregar múltiplas mídias (CAETANO, 2006).

O uso de multimídia tem sido uma inseparável ferramenta na educação e é composto de apresentações visuais, áudio e alguma forma de informação interativa (sendo a RV uma boa forma de proporcionar interação) (FENG, 2008). Essa melhoria no ferramental multimídia é sentida em diversas áreas,

particularmente no entretenimento, educação, trabalho e saúde. Sistemas e serviços multimídia abrangem videoconferência, compras online em ambientes virtuais, serviços de *video-on-demand*, E-learning e *remote healthcare*. Com os recentes avanços na tecnologia de multimídia, seu impacto direto na tecnologia da informação em biomedicina está crescendo (FENG, 2000 *apud* FENG, 2008).

A tecnologia de multimídia combina diversos campos da tecnologia da informação incluindo a computação, telecomunicação, banco de dados, dispositivos móveis, sensores e sistemas de RV. Por sua diversidade, podem ser considerados 3 pilares com relação ao seu uso, sendo esses (FENG, 2008):

- **Interação humano-computador:** é o componente inicial de utilização, responsável pela geração de saídas através da interpretação das entradas fornecidas pelos usuários;
- **Disponibilização do material multimídia:** responsável pelo fornecimento do material multimídia da fonte para o destino. Atualmente, o meio mais comum é o uso da internet e o uso de serviço de *streaming*; e
- **Gerenciamento de componentes multimídia:** provê facilidades de acesso a informação. Composto por técnicas de recuperação de informação.

Entre os usos de multimídia para educação se encontra a educação de pacientes, que está sendo difundido para cuidados médicos graças ao aumento do uso de computadores pelos pacientes e melhorias na tecnologia que facilitam o uso desses sistemas educacionais. Está se tornando cada vez mais importante para os pacientes ter acesso a informações médicas para ajudar em suas decisões sobre seus cuidados médicos.

KRISHNA et al. (2003) discutem os efeitos proporcionados pelo uso de multimídia em programas educacionais pela internet, com resultados indicando uma significativa melhora em conhecimento sobre a asma, reduzindo os dias de espera antes de procurar cuidados médicos após o surgimento dos sintomas.

Outra área que se beneficia do uso de multimídia é a informação para pacientes e seus familiares nas salas de esperas dos hospitais. Estas salas normalmente possuem várias informações disponibilizadas em forma de mídia

impressa (cartazes e panfletos) e também uma enfermeira ou um assistente social para explicar os procedimentos.

WHEELER et al. (2001) mostra o uso de vídeos contendo informações sobre o uso de antibióticos para explicar seu uso e forma de ação e diz que os formatos impressos não são lidos o que torna o uso da multimídia melhor. OERMANN et al. (2003) também demonstra a vantagem do uso de conteúdo multimídia para informação aos pacientes, concluindo que os vídeos instrucionais podem ser efetivos e eficientes para transmissão de informações sobre saúde.

Sendo assim, fica evidente a importância do uso de multimídia para educação de uma maneira geral, como também para sua utilização médica. Embora a utilização de vídeos tenha mostrado bons benefícios, estes não permitem uma interação, o que é alcançado com a utilização da RV.

A evolução tecnológica verificada em diversas áreas nos últimos anos permitiu o aparecimento de uma nova ciência conhecida como RV. Impulsionada pela indústria militar e principalmente pelo entretenimento, a RV possui um grande potencial educativo e pode ser aplicada como um instrumento de ensino/aprendizado versátil e de grande eficácia. O uso desta emergente ciência vem se difundindo de forma rápida na educação e na prática médica, proporcionando melhores condições e facilidades para o apoio no processo de aprendizado e aquisição de habilidades para a crescente demanda de profissionais capacitados (FERREIRA & BERCHT, 2000).

A RV é uma boa ferramenta para o auxílio ao ensino, pois expande os processos normais de aprendizado em situações em que é difícil para os estudantes criar modelos mentais para determinados conceitos abstratos (GNECCO et al., 2001).

Para BRAGA (2001), com a RV presente na educação, é possível descobrir, explorar e construir conhecimento sobre os lugares. O grande potencial da RV está exatamente nessas possibilidades, não se restringindo apenas através de aulas ou objetos físicos, mas também através da manipulação virtual do alvo a ser explorado, analisado e estudado. Por esse motivo a RV representa um grande salto na educação, quando nos permite experiências com o conhecimento de forma imersiva e interativa.

Existem diversas razões para se usar a Realidade Virtual na educação. Dentre elas é possível destacar (BRAGA, 2001):

- Maior motivação dos estudantes (usuários);
- O poder de ilustração da RV para alguns processos e objetos é muito maior do que outras mídias;
- Permite uma análise tanto de muito perto, quando de muito longe;
- Permite que as pessoas deficientes realizem tarefas que de outra forma não são possíveis;
- Possibilita a realização de experiências;
- Permite que o aprendiz desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo;
- Não restringe o prosseguimento de experiências ao período da aula regular; e
- Permite que haja interação, e desta forma estimula a participação ativa do estudante.

O maior benefício de utilizar RV na educação está em tornar a participação do aluno mais ativa do que em ambientes virtuais sem utilização de RV. Essa maior atividade do aluno é decorrência da maior interatividade, e uma interatividade baseada em uma metáfora da vida (SANTOMAURO, 2007).

Recentes estudos em tecnologias da informação para área biomédica demonstram a capacidade de usar RV em procedimentos cirúrgicos como uma ferramenta de simulação e treinamento, criando um ambiente imersivo e simulando condições realísticas de cirurgia (FENG, 2008). O uso também pode ser feito para demonstrar o uso de equipamentos biomédicos e simular falhas, ou mostrar problemas ocasionados pela manutenção inadequada.

Infelizmente, o custo de desenvolvimento de ambientes de RV ainda impede sua utilização nas escolas. Contudo, sua utilidade é superior aos custos devendo ser um fator determinante para sua implementação no setor da educação. Em primeiro instante esta tecnologia se instalará no ensino superior, no qual a RV está sendo utilizada como trabalho de investigação e pesquisa (como o AnatomI 3D, ACOnteCe-Cardio, Consultório Médico Virtual, VESUP). As experiências laboratoriais poderão acontecer sem serem tão dispendiosas e às

vezes perigosas, promovendo a prática tão essencial e ao mesmo tempo tão ausente nos estabelecimentos de ensino (BRAGA, 2001).

O Anatoml 3D é um atlas digital de anatomia em RV que apresenta, de forma interativa, estruturas tridimensionais do corpo humano e seus respectivos descritivos com informações textuais a respeito de cada estrutura (MONTEIRO et al., 2006).

O ACOnteCE-Cardio trata-se de um sistema executado em plataforma desktop, cujas funcionalidades são o aprendizado da anatomia de coração e a simulação das etapas da cirurgia de transplante cardíaco (ALBERIO & OLIVEIRA, 2006).

O Consultório Médico Virtual é um ambiente para auxílio a pacientes, profissionais e estudantes da área, com simulações cirúrgicas e obtenção de diagnósticos preventivos. O ambiente visa simular processos em decisão de uma reunião clínico-cirúrgica utilizando técnicas atuais de Inteligência Artificial e Realidade Virtual (MAGALHÃES et al., 2008).

VESUP é um sistema de Realidade Virtual para apoiar o tratamento de fobias urbanas. As situações selecionadas estão relacionadas com situações reais que ocorrem no dia a dia das pessoas que vivem em grandes centros urbanos (WAUKE et al., 2004).

2.2 Realidade Virtual

A RV teve origem em 1962 quando o cinematógrafo Morton Heilig registrou seu invento, chamado Sensorama. O Sensorama é uma estação com vídeo 3D colorido (utilizando duas câmeras de 35 mm), movimento produzido por um assento que podia se mover e vibrar, som estéreo, aromas e vento gerado por ventiladores próximos a cabeça do usuário (BURDEA & COIFFET, 1994).

Segundo BRAGA (2001), existem várias definições sobre a RV, mas em geral, refere-se a uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D geradas em tempo real por computador, podendo representar um mundo real ou apenas imaginário. Enquanto PIMENTEL & TEIXEIRA (1995), destacam o uso de alta tecnologia para convencer o usuário de que ele está em outra realidade, promovendo completamente o seu envolvimento.

KIRNER & TORI (2006) definem RV como uma técnica de interface com o usuário que permite realizar imersão, interação e navegação em um ambiente virtual tridimensional gerado por computador. LATTA (1994 *apud* BRAGA, 2001) também foca seu conceito com relação a interface dizendo que a RV é uma avançada interface homem-máquina que simula um ambiente realístico, permitindo que os participantes interajam com ele. Essa interface é considerada como sendo avançada, pois busca levar ao usuário sensações que lhe dão informações sobre o mundo virtual como se ele realmente existisse.

Tendo esses conceitos relativos à RV, é possível dizer que a mesma é uma técnica avançada de interface, que permite ao usuário o sentido de imersão, navegação e interação em um ambiente tridimensional gerado pelo computador por intermédio de vias multi-sensoriais.

Como se observa na Figura 3, o espectro de RV começa no mundo real e termina na RV. Entre os extremos, existe a Realidade Misturada, onde elementos do mundo real se misturam com elementos do mundo virtual. A Realidade Aumentada tem como base o mundo real, colocando sobre ele informações ou objetos virtuais. A Virtualidade Aumentada, por sua vez, já está inserida em ambiente virtual, no qual é colocada alguma visão do mundo real, por exemplo, uma imagem de videoconferência (RAPOSO et al., 2004).



Figura 3 - Espectro de Realidade Virtual (RAPOSO et al., 2004)

A RV ainda gera algumas divergências quanto seus elementos. Alguns autores tentam listar elementos-chave de RV, tais como imersão (sensação de estar em um ambiente), interatividade e *feedback* sensorial (visual, auditivo e tátil) (SHERMAN & CRAIG, 2003). Outros autores descrevem RV de uma maneira geral, como uma interface onde o usuário pode navegar e interagir em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, estando completa ou parcialmente presente ou imerso pela sensação gerada por canais multi-sensoriais, sendo o principal a visão (BURDEA & COIFFET, 1994).

RAPOSO et al. (2004) defendem que a interação envolve dispositivos de entrada não-convencionais, pois o mouse e teclado podem não ser adequados para uma situação de RV imersiva e em seu trabalho buscam mostrar que esses dispositivos afetam a imersão e a interatividade, ao contrário de BURDEA & COIFFET (1994) que consideram as definições de RV equivocadas com relação a essas ferramentas que se pode utilizar, como luvas por exemplo.

PIMENTEL & TEIXEIRA (1995) também aceitam que um ambiente virtual pode existir e ser visualizado sem nenhum dispositivo especial e dão uma definição mais abrangente com relação à imersão. Segundo os autores, a imersão é como uma variável contínua que depende da combinação de diversos fatores, como interatividade, velocidade de atualização, complexidade da imagem e som. Sendo assim, uma aplicação pode ser bastante imersiva e classificada como RV, mesmo utilizando um monitor convencional, se os outros fatores compensarem este detalhe.

Como a imersão transmite ao usuário a sensação de que este faz parte da ação na tela, um elemento crítico para obter esta sensação é um sistema gráfico que dê ao usuário uma vista realista, e em primeira pessoa, do mundo virtual e que seja diretamente controlada pelo usuário (VINCE, 1995).

Finalizando a questão de imersão, na conclusão de seu trabalho, THOMAZ et al. (2005) defendem que a sensação da realidade não advém necessariamente de uma reprodução fiel dos objetos do mundo concreto e sim do efetivo acoplamento: “somos capazes de habitar um outro corpo nesse ambiente que propicia um sentimento de realidade em experiências distintas das que podemos realizar em nossa atividade sensório-motora fora da tela”. A imersão pode possibilitar uma experiência sensória diferente, o que permite a criação desse outro corpo. A percepção e gestos vividos em uma RV podem dar início a regularidades sensório-motoras e simbólicas diferenciadas das que experimentamos na realidade concreta.

Um fator importante da RV são seus componentes. Os componentes da RV são o usuário, que faz parte de um mundo virtual gerado; a interface homem-máquina, que é um ambiente virtual que serve para simular um ambiente real ou imaginário; e o computador. Estando o usuário, envolvido e totalmente imerso no ambiente virtual, ele poderá desenvolver um comportamento natural e intuitivo,

buscando agir como agiria no mundo real e através da interação receber resposta ideal para suas ações (BRAGA, 2001).

Interatividade está relacionada à resposta do sistema de RV às ações do usuário. A experiência em RV envolve necessariamente a navegação (capacidade do usuário de alterar seu ponto de vista sobre um mundo virtual) e a capacidade de afetar objetos do mundo virtual. Para conseguir interatividade, é essencial a geração das imagens em tempo real, o que geralmente exige um sistema computacional robusto e uso de várias técnicas para otimização da renderização, especialmente quando o mundo virtual tem grande volume de dados (AKENINE-MOLLER & HAINES, 2002 *apud* RAPOSO et al., 2004).

Com aplicação na maioria das áreas do conhecimento, entre elas a medicina, mecânica, treinamento militar, ergonomia, jogos e entretenimento, e com um grande investimento das indústrias na produção de hardware, software e dispositivos de entrada e saída, a RV vem experimentando um desenvolvimento acelerado e indica perspectivas bastante promissoras para os diversos segmentos vinculados com a área e tem sua capacidade ampliada com a utilização da internet.

A utilização da RV através da internet se deve ao VRML (Virtual Reality Modelling Language), que define de forma eficiente, um conjunto de objetos para modelagem 3D. A utilização da internet também permite o desenvolvimento de Ambientes Virtuais Distribuídos (AVD) voltados à aprendizagem e é a que se mostra mais interessante com relação ao seu uso para a educação. Quando um AVD é voltado para aprendizagem, esse constitui um AVA.

2.2.1 Ambientes Virtuais Distribuídos

As aplicações de RV podem variar do uso de uma única pessoa, usando um único computador, até muitos usuários, usando um sistema distribuído e formando um ambiente multiusuário.

A demanda por trabalho colaborativo vem crescendo e exigindo o desenvolvimento de aplicações distribuídas através de redes de computadores. Os AVD apresentam um elevado potencial de aplicação e são caracterizados como um Ambiente Virtual (AV) interativo em que os usuários dispersos

geograficamente têm como objetivos a cooperação e o compartilhamento dos recursos computacionais em tempo real (ZYDA & SINGHAL, 1999).

A motivação para o desenvolvimento do AVD está no grande crescimento e elevado potencial deste tipo de aplicação, principalmente nas áreas de educação e treinamento, onde tem permitido que usuários geograficamente dispersos atuem em mundos virtuais compartilhados e trocando informações (KIRNER & TORI, 2006).

Um AVD é uma representação de um mundo real ou imaginário, onde vários usuários interagem em tempo real, compartilham informações e manipulam objetos do ambiente. Por essas características, esses ambientes são ferramentas potenciais para realização de atividades colaborativas e cooperativas (ROSA JUNIOR, 2003). Nesse contexto são constituídos os chamados ambientes virtuais colaborativos ou cooperativos.

Pela sensação de compartilhamento de espaço, todos os participantes de um AVD têm a ilusão de estarem localizados no mesmo lugar, tais como na mesma sala, prédio ou região. Este espaço compartilhado representa um local comum, podendo ser real ou fictício. Uma questão importante é que o local compartilhado deve apresentar as mesmas características a todos os participantes.

Uma característica dos AVD é a sensação de presença. Quando um participante entra em um local compartilhado, este se torna uma “pessoa virtual”, denominado avatar, ou seja, assume uma representação gráfica dentro do ambiente. Uma vez dentro de um AVD, cada participante pode visualizar outros avatares localizados no mesmo espaço. Similarmente, quando um participante deixa o AVD, os outros participantes deixam de ver seu avatar. Nem todos os avatares precisam ser controlados por participantes. Alguns podem ser entidades sintéticas controladas por modelos de simulação dirigidos por eventos (RODRIGUES et al., 2006).

Com a sensação de tempo compartilhado, os participantes devem ser capazes de ver o comportamento uns dos outros em tempo real e, pela comunicação entre os participantes. Embora a visualização seja a base para um AVD efetivo, é preciso permitir que algum tipo de comunicação ocorra entre os

participantes. Esta comunicação pode acontecer por meio de gestos, texto e áudio (RODRIGUES et al., 2006).

Vale lembrar que AVs não necessariamente precisam fazer uso de recursos de tecnologia 3D. Para ARAUJO et al. (2006), quando um AV faz uso de recursos 3D, esse passa a ser caracterizado como ambientes virtuais multidimensionais tridimensionais, que podem ser compartilhados por múltiplos usuários que interagem com o ambiente para projetos colaborativos.

Concluindo, um AV é um cenário gráfico que pode ser apresentado em 3D e que apresenta uma situação real, abstrata ou imaginária. Um AVD é composto pelo cenário gráfico e usuários que interagem simultaneamente no ambiente. O acesso multiusuário simultâneo é uma condição necessária, mas não suficiente para a colaboração.

Com relação aos requisitos de hardware e software, existem diversas considerações para a utilização de um AVD (ZYDA & SINGHAL, 1999):

- **Largura de banda:** determina o tamanho e a riqueza do AV. Mede a eficiência da rede;
- **Latência da aplicação:** controla a interatividade e a natureza dinâmica do ambiente. Mede a eficiência da aplicação. A latência máxima para um AVD é de 300 milissegundos e atrasos em torno de 100 milissegundos já começam a degradar a performance;
- **Modelo de comunicação:** Pode ser centralizado, quando uma única estação distribui todos os dados para todos os clientes, ou distribuído, quando cada usuário mantém sua própria cópia do mundo e mudanças locais são enviadas para todos os outros. O tipo de distribuição *broadcast* é o mais usado para AV de larga escala;
- **Protocolo de comunicação:** o protocolo TCP (Transmission Control Protocol) é confiável, pois garante a chegada da mensagem por checagem de erros. Já o protocolo UDP (User Datagram Protocol) não garante a chegada da mensagem, mas é 10 vezes mais rápido que o TCP;
- **Modelo de armazenamento:** os AVDs podem ser classificados como centralizados, quando todos os usuários compartilham o mesmo AV (apresenta problemas de escalabilidade); distribuídos, onde o AV pode ser

replicado (adequado para pequenos ambientes e apresenta problemas com consistências); ou particionado (para grandes ambientes);

- **Interação:** um AVD deve suportar diversas formas de interação em tempo real, sendo essa interação entre usuário-mundo ou usuário-usuário;
- **Confiabilidade:** é necessário garantir que alguns dados críticos (como modelos, comportamentos e controles) serão recebidos sem perda ou dano. Alguns dados não são tão críticos (como pacotes de voz e vetores de movimento) e podem até ser perdidos ou danificados durante a transmissão sem afetar o desempenho e a integridade do sistema como um todo;
- **Animações:** nos mundos virtuais multiusuário, as animações devem ser baseadas em frames e não em tempo, pois computadores menos potentes não conseguirão animar os objetos na mesma velocidade dos mais rápidos, perdendo assim o sincronismo entre os usuários; e
- **Manipulação de objetos compartilhados:** Existem dois métodos para manipulação simultânea de objetos. No primeiro, todos os usuários podem manipular um objeto compartilhado ao mesmo tempo ou, no segundo método, cada usuário recebe duas versões locais do objeto compartilhado, evitando conflito.

2.2.2 Ambiente Virtual de Aprendizagem

A utilização de RV através da Web pode além de simular o real, proporcionar experiências inusitadas, incentivar a colaboração entre os sujeitos sem impedimentos geográficos e propiciar a constituição de narrativas avaliativas dos próprios percursos de aprendizagem (THOMAZ et al., 2005). Nesse sentido é que se constituem os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), sendo que, um AVA, além de utilizar a RV, vale-se também das outras tecnologias, como a multimídia e com as abordagens do trabalho cooperativo (BRAGA, 2001).

Um AVA pode ser construído com ferramentas de interação e troca de mensagens separadas de forma independente ou integradas entre si em ambientes de suporte ao EaD. Sendo que os ambientes de suporte ao EaD

facilitam o professor cadastrar e depositar seu material didático e programar diversas formas de interação com os alunos (CAETANO, 2006).

Esses ambientes de aprendizagem podem ser considerados como “sistemas computacionais disponíveis na Internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. Permite integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções tendo em vista atingir objetivos” (ALMEIDA, 2003).

A sensação de presença nestes ambientes, como também a natureza diferenciada da situação interativa de aprendizagem, gera a necessidade de novos modos de planejamento, acompanhamento e análise dos resultados destas experiências no intuito de seu uso educacional. Estudos mais aprofundados ainda precisam ser efetivados uma vez que o uso da tecnologia da informação pode ser um possibilitador da aprendizagem, mas por si só não a garante (THOMAZ et al., 2005).

2.2.3 VRML

A RV vem sendo levada para a internet. Isso se deve ao VRML (Virtual Reality Modeling Language - Linguagem para Modelagem em Realidade Virtual), que define de forma eficiente, um conjunto de objetos 3D. É uma linguagem para descrever ambientes virtuais e simulações que possam ser utilizadas na internet, sem custo, e rodar em qualquer máquina. É importante ressaltar que VRML não é a mais poderosa, mas é a mais acessível. Através da linguagem VRML, todos os aspectos do AV, a interação e a interconexão podem ser especificados (BRAGA, 2001).

VRML é uma linguagem independente de plataforma que permite a criação de cenários 3D, por onde se pode passear, visualizar objetos por ângulos diferentes e interagir com eles. A linguagem foi concebida para descrever simulações interativas de múltiplos participantes, em mundos virtuais disponibilizados na Internet. A linguagem permite a criação de animação,

movimentos de corpos, som e interação entre múltiplos usuários em tempo real (KIRNER & TORI, 2006).

Apresentada pela primeira vez em 1994 na Conferência Mundial sobre *World Wide Web*, realizada em Genebra na Suíça, a linguagem tem como objetivo dar o suporte necessário para o desenvolvimento de mundos virtuais tridimensionais multiusuários na Internet, sem precisar de redes de alta velocidade (KIRNER & TORI, 2006).

Para criação de códigos VRML é preciso apenas um editor de textos, pois a linguagem apenas descreve como os ambientes tridimensionais devem ser representados. O código deve descrever as características do ambiente, como coordenadas, luz, cores etc. Também é possível colocar, em um mundo virtual, objetos que estão localizados remotamente em outros lugares na Internet, além de links que levam a outros ambientes ou sites de internet (KIRNER & TORI, 2006).

2.3 Utilização de vídeo pela internet

As redes de computadores foram desenvolvidas para conectar computadores em diferentes locais, com o intuito de estabelecer comunicação e compartilhar dados. Inicialmente, a maioria dos dados que trafegavam nas redes era textual, mas com o avanço da multimídia e das tecnologias de rede, é possível transmitir informação multimídia de maneira atraente (LIU, 2000).

Existe um explosivo avanço no desenvolvimento de aplicações de rede que transmitem e recebem conteúdo multimídia pela Internet. Novas aplicações, também conhecidas como aplicações de mídia contínua, como entretenimento, telefonia IP, rádio pela Internet, sites multimídia, teleconferência, jogos interativos, mundos virtuais, EaD e outros, são anunciadas constantemente (ROSS & KUROSE, 2001).

Para os desenvolvedores, aplicações multimídia pela internet significa desenvolver uma infra-estrutura de hardware e software para suportar o transporte de informação multimídia na rede, podendo esta se encontrar no contexto de uma rede local ou na Internet (LIU, 2000). Os esforços exigidos para aplicações desse tipo diferem significativamente das tradicionais aplicações

orientadas à dados, como web (texto/imagem) e e-mail. Em particular, aplicações multimídia possuem as seguintes características que as diferem das demais aplicações de rede (TSCHÖKE, 2001):

- **Considerações com o tempo:** aplicações multimídia são sensíveis a atrasos na transmissão e às variações que podem ocorrer nesses atrasos; e
- **Tolerância à perda:** ocasionais perdas podem apenas causar ocasionais falhas na exibição do vídeo e tais perdas podem ser parcial ou totalmente camufladas.

Estas diferenças sugerem que uma arquitetura de rede projetada inicialmente para comunicação confiável de dados possa não ser adequada para suportar aplicações multimídia. Assim, inúmeros esforços foram feitos para permitir que a arquitetura Internet possa oferecer suporte aos serviços exigidos por esse novo tipo de aplicação (ROSS & KUROSE, 2001).

Segundo (TEC, 2001 *apud* TSCHÖKE, 2001), prover serviços de vídeo consiste em um sistema especializado de distribuição multimídia cujo propósito é a coleção, armazenamento, distribuição e apresentação de imagens em movimento. Existem hoje duas técnicas utilizadas para fornecer serviços de vídeo:

- **Download and play:** esta técnica requer que o arquivo de vídeo seja completamente transferido para o cliente antes de ser usado ou visualizado. O tempo necessário para a transferência de grandes arquivos pode ser o principal aspecto a ser considerado quando o usuário está esperando para iniciar a visualização, porém, o armazenamento local do mesmo permite ao usuário visualizar o vídeo sempre que desejar; e
- **Streaming:** nesta técnica o sinal de vídeo é transmitido ao cliente e sua apresentação inicia após uma momentânea espera para armazenamento dos dados em um *buffer*. Nesta forma de transmitir vídeo não é preciso fazer o download prévio do arquivo, o micro vai recebendo as informações continuamente enquanto mostra ao usuário. Esta técnica reduz o tempo de início da exibição e também elimina a necessidade de armazenamento local do arquivo. Transmissões eficazes desses sinais de vídeo através de redes com baixa largura de banda

requerem uma alta taxa de compressão de dados para garantir a qualidade visual da apresentação.

Dentre as técnicas apresentadas, de acordo com o conteúdo a ser disponibilizado, uma delas se sobressai. Se os vídeos são de curta duração e consequentemente pequenos, o *download and play* parece interessante se também não existir problema em deixar o usuário de posse do arquivo. O *streaming* é a melhor opção quando se utiliza arquivos maiores ou se quer dificultar que o usuário fique de posse do arquivo, bem como é a única opção caso o conteúdo deve ser transmitido em tempo real (ao vivo).

2.3.1 Streaming de dados

Tradicionalmente, a utilização de um arquivo na internet somente é possível após este ser descarregado (*download*). Somente assim, de posse de todo o arquivo, é possível ter acesso ao seu conteúdo. Embora essa abordagem seja usual para arquivos pequenos, para arquivos multimídia ela é desaconselhável principalmente quando existe a necessidade de emissão em tempo real. É esse aspecto que o recurso de *streaming* busca resolver.

Segundo GREGORY (2003), *streaming* é transmitir dados como texto, gráficos, áudio e vídeo em qualidade e velocidade aceitáveis para o usuário. Nesse aspecto, é importante observar que o *streaming* não se restringe a arquivos de áudio e vídeo, embora nesse trabalho esse aspecto seja enfatizado.

A utilização da tecnologia de *streaming* permite que o usuário possa visualizar os arquivos sem que estes tenham sido completamente descarregados do servidor, permitindo ao usuário visualizar o conteúdo de acordo com que eles forem sendo baixados. Nesse processo, é necessário apenas um tempo de espera inicial para o processo de sincronização e criação de uma memória temporária (buffer). Sendo assim, o *streaming* não cria uma cópia dos arquivos baixados (ADÃO, 2006).

O conceito de *streaming* faz com que o som e/ou vídeo não seja salvo o que traz o inconveniente que, quando a execução do arquivo estiver concluída, os dados precisarão ser baixados todos novamente. Por outro lado, o fluxo de som e vídeo é a única solução útil para fornecer arquivos muito grandes. É importante

observar que o fluxo de sons e vídeos precisa de um aplicativo de servidor, como o Flash Media Server (discutido na Sessão 2.3.2), para realizar o fluxo (ENGLISH, 2006).

O servidor de *streaming* é responsável pela distribuição dos conteúdos, mas para sua utilização ainda é necessária a utilização de uma aplicação instalada para o usuário poder receber esse conteúdo, que no caso do Flash Media Server, esse é provido por uma aplicação em Flash executada pelo software Flash Player.

O Adobe Flash Player é um aplicativo que fornece experiências sofisticadas em navegadores, sistemas operacionais e dispositivos móveis. Instalado em um grande número de computadores desktop e dispositivos móveis conectados à Internet, o Flash Player fornece experiências atrativas e expressivas, combinando conteúdo aprimorado e interativo com vídeos, gráficos e animações (LARSON & COSTANTINI, 2007).

De maneira geral, um servidor de *streaming* tem seu funcionamento iniciado com a solicitação de conteúdo de um usuário. O servidor de *streaming* reconhece o pedido e prepara o conteúdo para a transmissão. O conteúdo é transmitido em segmentos para o usuário, sendo estes armazenados em um *buffer*. Quando o *buffer* atinge um determinado tamanho é iniciada a reprodução, enquanto o servidor continua a transmitir os segmentos faltantes (GREGORY, 2003).

Não existe necessidade de guardar o conteúdo, por parte do usuário, além do tamanho do *buffer*, o que reduz a necessidade de requisito de espaço em disco do usuário e aumenta a garantia de controle da propriedade do conteúdo (ADÃO, 2006).

Com relação às técnicas de *streaming*, três estão voltadas à transmissão de áudio e vídeo (GREGORY, 2003):

- **Streaming de vídeo armazenado:** neste tipo de aplicação, clientes requisitam arquivos de vídeo que estão armazenados em servidores. Nesse caso, o conteúdo multimídia está gravado e armazenado em um servidor. Para esse tipo de aplicação, a transmissão de conteúdo multimídia só acontecerá sob a demanda do cliente, podendo existir

vários clientes conectados ao servidor simultaneamente, sendo cada um visualizando um conteúdo diferente;

- **Streaming de vídeo ao vivo:** este tipo de aplicação é similar à tradicional transmissão de rádio e televisão, conhecida como *broadcast*, onde o cliente assume uma posição passiva e não controla quando a transmissão começa ou termina. A única diferença está no fato dessa transmissão ser feita através da Internet; e
- **Vídeo interativo em tempo real:** Esse tipo de aplicação permite às pessoas utilizar áudio e vídeo para comunicar-se em tempo real. Como exemplo de aplicações interativas em tempo real tem-se softwares de telefonia e vídeo conferência na Internet, onde dois ou mais usuários podem se comunicar oral e visualmente. Aplicações desse tipo envolvem muitos indivíduos ou grupos de indivíduos em uma espécie de diálogo.

Indiferente a técnica de transmissão do *streaming*, a transmissão de áudio e vídeo através da internet exige que se tenha uma largura de banda suficiente para que o vídeo a ser transmitido tenha uma qualidade mínima aceitável. Devido às características do áudio e vídeo, uma aplicação multimídia na internet, exige um alto desempenho da rede e das suas estações de trabalho. A videoconferência, por exemplo, só é válida quando lhe é oferecido o suporte capaz de garantir um grau de interatividade mínimo entre os participantes, sem prejudicar o andamento das outras aplicações da rede (TANENBAUM, 1997).

Para se ter uma noção do tamanho das informações audiovisuais, um vídeo digital, que nada mais é do que uma seqüência de imagens apresentadas continuamente em um determinado intervalo de tempo, com cada imagem tendo 320 x 240 pixels de resolução e 60 Kbytes de informações e levando em conta que a taxa de apresentação dos quadros de uma televisão é de 30 quadros por segundo, seriam necessários 8,9 minutos para transmitir os dados relativos a um segundo de vídeo, utilizando um modem de 33,6 Kbps.

Por esse motivo, ao fornecer mídia online, é importante considerar quais componentes os usuários precisarão ter para conseguir ver seus arquivos e quanto tempo levarão para baixar esses componentes. Ao se trabalhar com

arquivos de som e vídeo, dois pontos que devem ser sempre considerados são o tamanho dos arquivos e o tempo que os visitantes levarão para baixá-los (ENGLISH, 2006). Alguns parâmetros de tamanho (resolução) do vídeo que determinam o público-alvo são apresentados por JANOTA & TULLIO (2006), apontando o tipo de conexão com a internet e a resolução correspondente: (1) Modem: 160x120; (2) Dual ISDN: 192x144; ou (3) T1/DSL/cabo: 320x240.

Além da escolha da resolução do vídeo, também deve ser levado em consideração a qualidade que esse será disponibilizado, que servidor de *streaming* será utilizado e seu algoritmo de compactação associado. Dentre as opções existentes, uma com grande utilização é a provida pelo Flash Media Server.

2.3.2 Flash Media Server

As principais tecnologias de *streaming* de áudio e vídeo disponíveis são as providas pela Apple, Microsoft e Adobe. Por uma característica da aplicação utilizada nesse trabalho (o MediaPlataform), somente soluções em Flash podem ser utilizadas, restringindo a possibilidade para apenas a tecnologia oferecida pela Adobe.

Flash Media Server (FMS) é um servidor de mídia que tem seu funcionamento associado ao Flash Player para criar uma interface de comunicação com o usuário e para comunicação entre o cliente e servidor, é utilizado o Real Time Messaging Protocol (RTMP). RTMP é um protocolo desenvolvido pela empresa Adobe usado para transmitir em tempo real objetos, vídeo e áudio, entre aplicações desenvolvidas para o Flash Player e um servidor (LARSON & COSTANTINI, 2007).

O servidor de *streaming* baseado no RTMP permite que usuários publiquem e recebam conteúdo por *streaming*, sendo esse gerado e oferecido no formato Flash Video (FLV). FLV é o nome dado ao formato usado para disponibilizar vídeo através do Flash Player, podendo ser embutidos em arquivos com extensão SWF (formato dos arquivos criados com o uso da tecnologia Flash (LARSON & COSTANTINI, 2007)). O formato FLV além de ser utilizado para o

streaming multimídia, também contem um algoritmo de compressão que reduz significativamente os arquivos distribuídos.

Antes da transmissão do vídeo através de um computador na rede, ele precisa ser digitalizado e comprimido. A necessidade por digitalização é óbvia: os computadores transmitem *bits* na rede, assim, toda informação precisa ser representada como uma seqüência de *bits*. A compressão é importante porque o vídeo não comprimido consome uma quantidade muito grande de armazenamento e largura de banda (ROSS & KUROSE, 2001).

A compactação reduz o tamanho do arquivo por meio de equações matemáticas que removem informações do conteúdo que não são necessárias para ouvi-lo ou exibi-lo. A realização da compactação dos arquivos de áudio e vídeo é feita computacionalmente pelo uso de um *codec*.

Um *codec* refere-se a compressão/descompressão algorítmica que controla como o vídeo é comprimido ou descomprimido durante a importação ou exportação. Os *codecs* são pequenas partes de software que são utilizadas para compactar e descompactar arquivos. Quando se utiliza um *codec* específico para compactar um arquivo de mídia, é preciso ter o mesmo *codec* instalado para poder descompactá-lo (JANOTA & TULLIO, 2006).

Por padrão o FLV é exportado utilizando como *codec* o “On2 VP6 vídeo *codec*” na versão do Flash Player 8 (versão mais recente do Flash Player). O “On2 vídeo *codec*” é o *codec* padrão e o melhor para ser usado com o Flash 8 pois oferece a melhor combinação de qualidade vídeo enquanto mantém um arquivo de pequeno tamanho (ENGLISH, 2006, JANOTA & TULLIO, 2006).

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento desse trabalho envolve uma série de tecnologias que são descritas a seguir. Na Sessão 3.1 discorre-se sobre a tecnologia de *streaming* e a Sessão 3.2 é voltada à ferramenta MP.

A partir da sessão 3.3 são apresentadas as características da aplicação com descrição sobre sua instalação, apresentação das funcionalidades do módulo Web e do módulo 3D, utilização do *streaming* de áudio e vídeo, bem como aplicações para o ensino da Engenharia Biomédica. Por fim são apresentados os testes realizados, recomendações do uso do ambiente e sobre o manual do usuário, que foi desenvolvido de forma audiovisual.

3.1 Definição do servidor de *streaming*

Para a utilização do padrão de comunicação *streaming* proposto foram verificadas algumas possibilidades, como a aquisição do sistema oferecido pela empresa Adobe, a terceirização do serviço e a utilização de um servidor gratuito.

Vale dizer que, no início desse trabalho a versão do FMS 2.0, com custo de US\$ 4.995,00, oferecia, além da funcionalidade de *streaming*, vários recursos para promoção de interatividade. Atualmente a versão do FMS se encontra na versão 3 e é encontrada dividida em duas opções (ADOBE, 2008):

- **Adobe Flash Media Streaming Server 3:** servidor destinado somente para a disponibilização de áudio e vídeo; e
- **Adobe Flash Media Interactive Server 3:** uma versão mais completa que compreende tanto os recursos de *streaming*, quanto recursos de interatividade.

Com relação ao custo, em sua versão mais completa, o FMS atualmente tem custo de US\$ 4.500 enquanto a versão reduzida o custo é de US\$ 995. Como o AVA3D somente utiliza os recursos de *streaming*, a versão reduzida seria suficiente para o uso e esse servidor poderia ser utilizado com a aplicação desenvolvida.

Outra possibilidade de utilização está em usar o serviço de terceiros para realização do *streaming*. Uma das empresas que oferecem o serviço no Brasil é a Locaweb que possui os seguintes planos e características:

- **Flash Communication Server MX I:**
 - Espaço em disco (MB): 100;
 - Transferência mensal (GB): 25;
 - Conexões simultâneas: 10; e
 - Custo mensal: R\$ 70,00.
- **Flash Communication Server MX II:**
 - Espaço em disco (MB): 200;
 - Transferência mensal (GB): 50;
 - Conexões simultâneas: 50; e
 - Custo mensal: R\$ 180,00.

Os planos devem ser escolhidos de acordo com a necessidade da instituição observando: (1) o número de alunos simultâneos (conexões simultâneas), que determina quantos usuários podem estar utilizando o recurso ao mesmo tempo; e (2) o quanto o recurso será utilizado (observar o espaço em disco necessário e a transferência mensal). É importante que o servidor de *streaming* esteja localizado o mais próximo possível dos usuários que irão utilizá-lo, já que isso impacta na qualidade (evita travas e atrasos) da transmissão, por isso a busca de um serviço oferecido por uma empresa nacional.

Por fim, outra solução disponível é o servidor Red5, encontrado gratuitamente e que se constitui em um software livre e que utiliza o protocolo RTMP, sendo seu funcionamento similar ao FMS. A versão do servidor Red5 utilizada nesse trabalho foi a **v0.7.0 Final**, última versão estável disponibilizada (LARSON & COSTANTINI, 2007).

Mesmo permitindo o uso de outros recursos, somente foram utilizados os recursos que envolviam *streaming*, por serem os únicos recursos necessários, sendo utilizados para realização tanto de aulas ao vivo quanto das aulas gravadas.

3.1.1 Definição da configuração de vídeo

Para estabelecer uma configuração de vídeo adequada, foram realizados testes com relação à qualidade de vídeo e espaço de armazenamento necessário, sendo apresentado nesse trabalho o resultado com relação aos parâmetros selecionados. Para tanto, foram realizados 40 testes de gravação de aproximadamente 1 minuto. O tamanho médio dos arquivos obtidos com a configuração de 160x120 pixels, 10 *frames* por segundo e 70% de qualidade de imagem foi de aproximadamente 1140 KB (aproximadamente 1,10 MB). Configurações com menor resolução e qualidade de imagem tornavam os vídeos pouco nítidos, enquanto uma resolução maior e maior qualidade deixavam o tamanho do vídeo maior.

Não apenas o espaço em disco necessário para armazenar os vídeos gerados foi levado em consideração. Os vídeos também implicam no tráfego de dados na rede e é preciso levar em consideração também a conexão do usuário, sendo assim, o tráfego de aproximadamente 1,10 MB/minuto se apresenta como interessante, pois junta-se também a ele, o tráfego gerado pelos dados do MP e de scripts de sincronismo dos slides de apresentação.

A Tabela 1 apresenta o resultado obtido com 40 amostras e suas correspondências em tempo e tamanho, utilizando as especificações de vídeo apresentadas. A primeira coluna apresenta o número de segundos que o vídeo tem de duração, enquanto a segunda coluna mostra o tamanho desse vídeo. Nas colunas seguintes é apresentado, respectivamente, o número de Kilobytes necessários para cada segundo do vídeo, o quanto seria necessário para armazenar 1 minuto desse vídeo e o quanto seria necessário para armazenar 1 hora desse vídeo.

Tabela 1 – Resultado da amostra de tempo e tamanho realizada com 40 vídeos

Tempo do vídeo (em segundos)	Arquivo gerado (em KiloBytes)	Kilobytes/segundos	1 minuto de vídeo (em KiloByte)	1 hora de vídeo (em MegaByte)
60	1160	19,33333333	1160	67,96875
55	1164	21,16363636	1269,818182	74,40340909
67	1169	17,44776119	1046,865672	61,33978545
66	1151	17,43939394	1046,363636	61,31036932
60	1151	19,18333333	1151	67,44140625
60	1158	19,3	1158	67,8515625

62	1178	19	1140	66,796875
59	1179	19,98305085	1198,983051	70,25291314
58	1148	19,79310345	1187,586207	69,58512931
58	1150	19,82758621	1189,655172	69,70635776
63	1180	18,73015873	1123,809524	65,84821429
62	1164	18,77419355	1126,451613	66,00302419
64	1183	18,484375	1109,0625	64,98413086
57	1169	20,50877193	1230,526316	72,10115132
66	1178	17,84848485	1070,909091	62,74857955
63	1132	17,96825397	1078,095238	63,16964286
61	1127	18,47540984	1108,52459	64,9526127
59	1153	19,54237288	1172,542373	68,70365466
57	1160	20,35087719	1221,052632	71,54605263
62	1146	18,48387097	1109,032258	64,98235887
62	1134	18,29032258	1097,419355	64,30191532
63	1157	18,36507937	1101,904762	64,56473214
59	1139	19,30508475	1158,305085	67,86943856
59	1149	19,47457627	1168,474576	68,4653072
59	1157	19,61016949	1176,610169	68,94200212
59	1162	19,69491525	1181,694915	69,23993644
60	1182	19,7	1182	69,2578125
65	1125	17,30769231	1038,461538	60,84735577
63	1182	18,76190476	1125,714286	65,95982143
63	1136	18,03174603	1081,904762	63,39285714
61	1166	19,1147541	1146,885246	67,20030738
61	1126	18,45901639	1107,540984	64,89497951
57	1131	19,84210526	1190,526316	69,75740132
58	1141	19,67241379	1180,344828	69,16082974
59	1139	19,30508475	1158,305085	67,86943856
66	1150	17,42424242	1045,454545	61,25710227
58	1155	19,9137931	1194,827586	70,00942888
60	1156	19,26666667	1156	67,734375
57	1158	20,31578947	1218,947368	71,42269737
64	1143	17,859375	1071,5625	62,78686523
Médias:			1.143,83	67,0216338

3.2 Descrição do Mediaplataform

O MP é uma versão comercial derivada do trabalho de ROSA JUNIOR (2003) denominado LRVCHAT3D, e pertencente à empresa Mediasoft – Softwares e Produções Multimídia Ltda:

“Por definição este sistema é um Ambiente Virtual em Rede e possui características como compartilhamento de dados e suporte a objetos interativos (que podem ser controlados de forma colaborativa pelos usuários conectados ao sistema), que o qualificam também como um Ambiente Virtual Colaborativo” (ROSA JUNIOR, 2003).

Segundo ROSA JUNIOR (2003), o LRVCHAT tem por objetivo ser uma ferramenta flexível e adaptativa que permite a interação de usuários, a troca efetiva de informação, o acesso às diversas mídias e que fornece um ambiente diferenciado para facilitar a interação entre usuários e utiliza VRML como base de desenvolvimento dos ambientes, avatares e objetos.

ROSA JUNIOR (2003) aponta que a única dependência tecnológica relevante do sistema se encontra no uso de um componente VRML para visualização, produzido por terceiros, no caso, o Cortona VRML.

O *plugin* Cortona VRML foi desenvolvido para prover ambientes interativos web com visualização 3D, que funciona associado com navegadores de internet e outros aplicativos. Ele provê uma interface que permite a navegação por elementos 3D, aproximando objetos, rotacionando e interagindo (PARALLEL GRAPHICS, 2008).

O MP consiste de um sistema servidor, controlado via internet e uma aplicação cliente. O sistema servidor permite o controle de usuários, objetos e mundos e prove a comunicação entre os usuários, sendo sua administração feita através de um painel web (ilustrado na Figura 4). Através desse painel é possível gerenciar usuários e mundos, bem como ter acesso a relatórios de uso.



Figura 4 - Tela da interface web do servidor MP

Além do servidor do MP, a solução é composta por um cliente que se faz necessário estar instalado nos computadores dos usuários, para que esse tenha acesso as funcionalidades providas pelo servidor MP. Ao iniciar o cliente MP, é aberto o site do projeto e podem ser adicionados usuários para uso da aplicação (conforme Figura 5). Somente após ter inserido um usuário, é possível se conectar ao servidor MP e ter início o uso efetivo da aplicação.

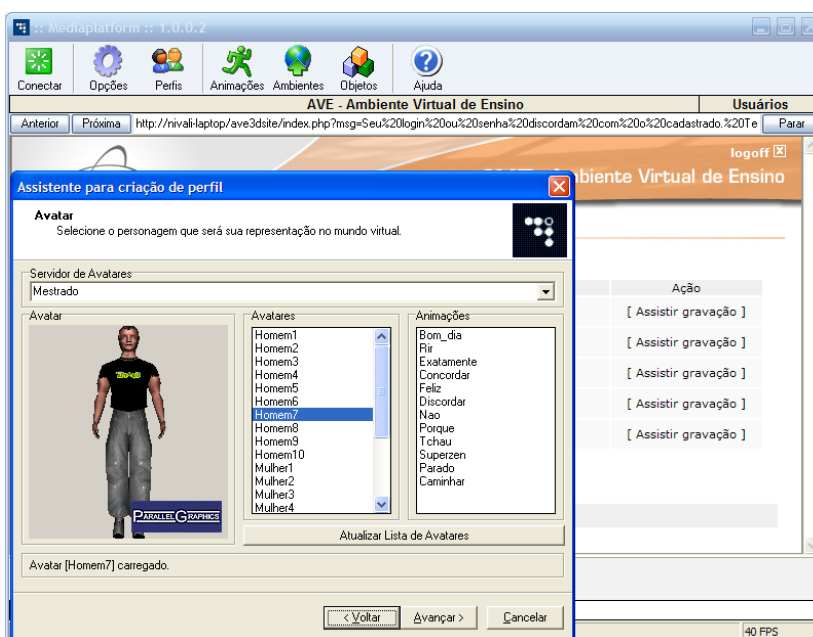


Figura 5 - Tela do assistente de criação de perfil

O servidor suporta diversos ambientes, que podem ter objetivos diferentes, por exemplo, podemos ter um ambiente que seja educacional, uma loja virtual, treinamento ou mesmo uma simples sala de reuniões. Segundo ROSA JUNIOR (2003), o sistema possui as seguintes características:

- Abriga ambientes virtuais 3D como salas de aula, salas de reuniões, laboratórios entre outros modelos 3D;
- Possui uma comunicação síncrona via texto;
- Possui uma comunicação assíncrona através de murais e e-mails (não utilizada nesse trabalho);
- Colaboração entre os usuários através de objetos 3D, com aplicações compartilhadas;
- Administração dos usuários e controle de permissões de ações nos ambientes virtuais; e
- Perfil de usuários, análise das atividades e estatísticas, através de banco de dados.

A utilização do MP nesse projeto foi devido a empresa detentora ser uma parceira do IEB-UFSC e essa plataforma já estar presente em outro projeto desenvolvido juntamente com o Instituto e com isso já ter disponibilizados alguns ambientes e objetos 3D. O projeto em questão foi o Saúde+Educação.

O Saúde+Educação é um projeto fomentado pelo FINEP no período de 2005 a 2007 e entre seus objetos estava a utilização de ambientação 3D para permitir que especialistas pudessem navegar em salas cirúrgicas virtuais e interagir com os equipamentos médicos modelados em 3D.

3.3 Descrição da aplicação desenvolvida

Para descrever o funcionamento da aplicação são descritos os processos desde a instalação até a utilização da aplicação, tanto no módulo web, quanto no módulo 3D. Também é apresentado o uso do ambiente para o ensino da Engenharia Biomédica e considerações sobre o manual do usuário.

Com relação a instalação, são apresentados os requisitos e uma explicação para a integração com o ambiente Moodle e com o portal Saúde +

Educação e todo o processo de instalação (ferramentas do servidor necessárias de do AVA3D) são descritos no Apêndice 1. O funcionamento completo do módulo web é apresentado no Apêndice 2, sendo nessa sessão apresentado somente a forma como é realizada uma aula ao vivo (que faz uso do módulo web). A explicação do ambiente 3D abrange desde a configuração do MP, para fazer uso do AVA3D, quanto a utilização de ambientes adicionais.

3.3.1 Utilização do módulo Web

Tendo sido feita a instalação, é possível ter início a utilização do ambiente. Ao acessar o ambiente é solicitado um login e uma senha de acesso. O login é o endereço de e-mail do usuário (podendo esse ser um professor ou um aluno). Tanto o endereço de e-mail, quanto a senha de acesso devem ser os utilizados para acesso a outros sistemas da instituição e que são fornecidos pelas visões.

Para comunicação entre os usuários está disponível um fórum e uma área de recados. O fórum é uma área que permite a turma trocar experiências e se comunicar como um grupo, tendo as mensagens sendo mantidas armazenadas para posteriores consultas. A área de recados é a área destinada a recados mais individuais com alunos e/ou professor.

Também é possível a disponibilização de materiais para as turmas, tanto por parte do professor, quanto por parte dos alunos. O professor também pode fazer o reaproveitamento de materiais disponibilizados em outras turmas.

As funcionalidades do ambiente web e maiores detalhes sobre o funcionamento são apresentadas no Apêndice 2. Devido à maior importância, a funcionalidade de aulas ao vivo é descrita na subseção a seguir.

Como resultado do ambiente web, tem-se um ambiente de EaD com funcionalidades básicas. Ele não é tão elaborado como outros ambientes de EaD (como por exemplo o TelEduc e Moodle) já que esse não era o objetivo desse trabalho. Mas, embora básico, o ambiente web deve ser o suficiente para atender a maioria das necessidades de suporte ao ensino presencial.

3.3.1.1 Realização de aulas ao vivo

A realização de uma aula ao vivo inicia com o agendamento da aula, onde é definido o assunto, data e hora de realização, e enviada uma apresentação de *slides* correspondente ao assunto.

Na Figura 6 é ilustrada a funcionalidade de agendamento de aulas. O agendamento é utilizado para disponibilizar as aulas que serão realizadas dentro do ambiente. As aulas são listadas em ordem cronológica e possibilitam:

- **Acompanhar ao vivo:** quando uma aula está agendada e ainda não finalizada, fica disponível para ser realizada. Essa funcionalidade é diferente para o professor e aluno, como segue:
 - Professor: permite transmitir a aula ao vivo, avançar ou retroceder a apresentação e ao final da aula finalizá-la; e
 - Aluno: permite acompanhar uma aula sendo realizada, ouvindo e/ou vendo o professor, visualizando a apresentação e tendo essa avançada ou retrocedida de acordo com a ação do professor.
- **Assistir gravação:** quando uma aula já foi realizada, essa aula fica disponível para ser assistida a qualquer momento. Essa funcionalidade consiste em exibir a apresentação (*slides*) utilizada na aula, bem como a gravação de áudio e/ou vídeo.

IEB UFSC AVE - Ambiente Virtual de Ensino

logoff

Cronograma
Material
Ementa
Avaliações
Fórum
Recados
Aulas ao vivo

Manual do AVE3D

Aulas ao vivo

Aula	Ação
Descrição: Planejamento de jogos Data: 2008-05-23 -	[Assistir gravação]
Descrição: Aula sobre comunicação de agentes. Data: 2008-06-11 - Faltante: Dias: -22 - Horas: 9 - Minutos: 26 [3D]	[Acompanhar ao vivo]
Descrição: vai demorar para acontecer Data: 2008-07-06 - Faltante: Dias: 3 - Horas: 1 - Minutos: 19 [3D]	[Acompanhar ao vivo]

* Tema:

* Data:

* Hora:

* Apresentação: [Clique aqui para anexar o arquivo](#)

[Adicionar nova aula] [Adicionar objeto 3D: Listar | Enviar]

Figura 6 - Tela de cadastro de agendamento de aula

Para que uma nova aula seja agendada, deve ser escolhida a opção “Adicionar nova aula” e em seguida devem ser especificados o tema da aula, a data e hora que essa será realizada e, por fim, deve ser enviado o arquivo de apresentação.

A apresentação deve ser composta por um arquivo de apresentação no formato SWF. Esse formato pode ser obtido através do aplicativo Impress da suíte de escritório OpenOffice ou a versão brasileira chamada de BrOffice. O Impress é um aplicativo para criação de apresentações similar ao PowerPoint, da Microsoft, e permite utilizar arquivos criados no PowerPoint. Para converter a apresentação para o formato SWF, esta deve ser aberta no Impress e em seguida ir à opção *File -> Export as PDF*.

A conversão pode ser feita através dos aplicativos BrOffice 2.4.1 e OpenOffice 2.4.1, bem como com a versão beta do OpenOffice 3. Embora existam outras ferramentas para conversão de apresentações para o formato SWF, o AVA3D foi desenvolvido para a conversão realizada através do Impress que, como apresenta particularidades, arquivos convertidos por outra ferramenta podem não funcionar adequadamente.

Sendo gerada a apresentação para uma aula, essa deve ser enviada ao AVA3D que a disponibilizará para uso. Durante a aula, a apresentação é sincronizada entre o professor e os alunos, sendo assim, quando o professor avança ou retrocede um slide, a apresentação sendo mostrada aos alunos também é avançada ou retrocedida.

Esse sincronismo da apresentação é realizado independente do *streaming* de áudio e vídeo, mas a solução permite que sejam guardadas as apresentações para futuras utilizações, mantendo o arquivo de áudio e vídeo, bem como os tempos de avanço e recuo dos slides.

O sincronismo dos *slides* é realizado via a integração do Flash com *scripts* PHP, onde são realizadas requisições constantes, definidas a cada 3 segundos, para verificação de mudança no *slide*. Se alguma modificação ocorrer, essa mudança é efetuada na apresentação.

A definição de 3 segundos significa que, na pior das hipóteses, um aluno vai ver seu *slide* atualizado após 3 segundos do professor realizar o avanço ou recuo. Esse atraso acontece porque o professor pode modificar o *slide* a qualquer momento, enquanto um aluno verifica somente a cada 3 segundos. Com isso, se o professor atualizar o *slide* logo após um aluno verificar o *slide* atual, esse aluno somente verá a atualização do *slide* no momento seguinte que o *script* for verificar. Essa definição de valor é subjetiva. O melhor é manter as requisições com verificação a cada segundo, mas para poupar o servidor, diminuindo o número de requisições, é que foi definido 3 segundos. Tempos maiores farão menos requisições ao servidor, mas menor será o sincronismo entre os slides do professor e dos alunos.

Na realização de aulas ao vivo, além de apresentações, uma aula pode ter um objeto 3D atribuído, podendo esse ser visualizado no ambiente 3D ou também no módulo web. Para o envio de objeto 3D se faz necessário que esse tenha sido desenvolvido no formato VRML e também um arquivo no formato XML (eXtensible Markup Language) criado por um gerador do MP a partir do objeto modelado. Tendo o objeto e o respectivo XML, deve ser clicado na opção “Enviar” em “Adicionar objeto 3D” (mostrado na parte inferior da Figura 7) e na janela que se abre, inserir uma descrição do objeto, o endereço do arquivo XML e os endereços

dos WRL (extensão dos arquivos do modelo em VRML) correspondentes (Conforme apontamento 1 na Figura 7).

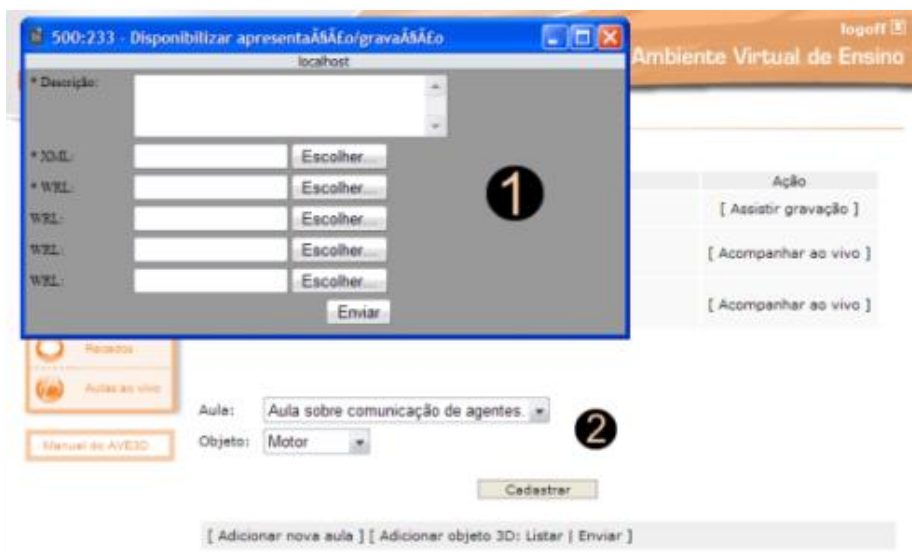


Figura 7 - Tela de envio de objeto 3D

Através do apontamento 2, na Figura 7, os objetos enviados passam a serem listados na opção “Objeto” (contida na opção “Listar”, de “Adicionar objeto 3D”) e as aulas sem um objeto 3D atribuído são mostradas na opção “Aula”. Sendo cadastrada uma aula e um objeto, esses estão vinculados e, meia hora antes da aula, o objeto passa a aparecer na sala da turma correspondente. Também é possível visualizar o objeto através do ambiente web através de um link correspondente na aula agendada e que abre o objeto conforme mostrado na Figura 8, permitindo sua visualização.

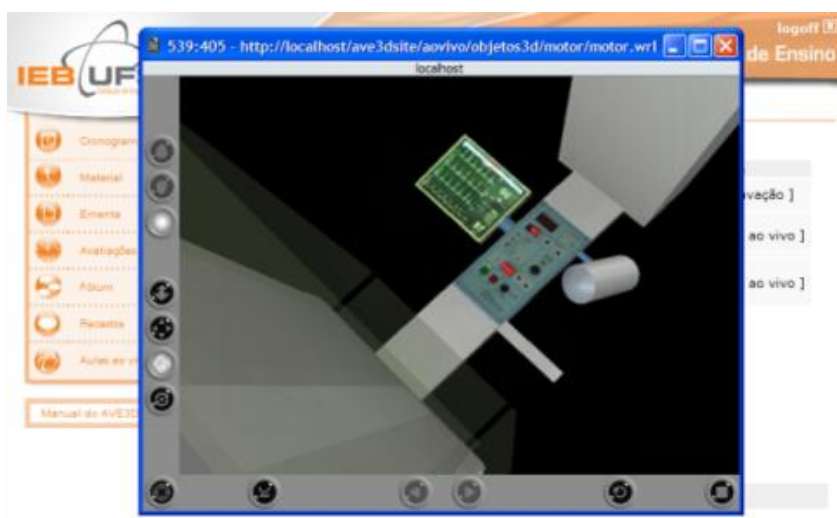


Figura 8 - Tela de visualização de objeto 3D

A realização de uma aula pelo professor é feita quando esse seleciona a opção “Acompanhar ao vivo”. Ao selecionar essa opção é apresentada a tela ilustrada na Figura 9 onde é colocado, no lado esquerdo, a apresentação da aula e na direita é possível visualizar a imagem do professor capturada através da *webcam*. Abaixo da área dos *slides* são disponibilizados os botões “voltar” e “avançar” que retrocedem e avançam os *slides* da apresentação, bem como os botões que habilitam a transmissão por áudio e vídeo ou somente áudio e que encerra a aula.



Figura 9 - Tela de gravação de aulas pelo professor

Para a disponibilização de aulas, também podem ser utilizadas aulas ou apresentações gravadas em outro momento ou local. Para reutilização desses vídeos, o AVA3D permite que esses sejam enviados em formato SWF, sendo necessária assim a transformação do vídeo para esse formato. Deve nessa transformação, ser adicionado um *player* de controle do vídeo. É recomendada para essa tarefa o uso da aplicação “SWF Producer” (CAMSTUDIO, 2007). Tendo transformado o vídeo para SWF, esse deve ser enviado como uma apresentação, sendo iniciada a realização da aula e logo em seguida finalizada.

3.3.2 Utilização do módulo 3D

A utilização do ambiente 3D necessariamente exige que o usuário tenha se autenticado no ambiente web. O ambiente web é oferecido no MP logo que esse é aberto. Essa autenticação é necessária, pois é a partir dela que o acesso do usuário passa a ser aceito no MP.

Para utilização do cliente do MP é preciso alterar seu arquivo de configuração que é nomeado como **MediaPlatform.ini** e está disponível no diretório de instalação do MP. Esse arquivo é ilustrado na Figura 10 e possui as opções:

- A linha 2 especifica um nome e endereço para um servidor MP podendo ser especificados vários servidores;
- A opção **ChatServersRegister** não é utilizada para esse trabalho então não foi especificada, mas seria responsável por indicar um endereço para uma página de cadastro de usuários;
- A linha 7 especifica um nome e endereço para um repositório de objetos a serem utilizados como avatares do usuário. Nesse endereço deve estar presente um diretório chamado AVATARS e nesse diretório um arquivo chamado LIST_XML.TXT com um título e nome do arquivo XML correspondente, separados pelo sinal de igual (ex: Homem1=h01.xml) e cada novo arquivo em uma nova linha;
- A linha 10 é o endereço para uma página que será aberta ao iniciar o MP, sendo aqui especificado o endereço para o AVA3D.

```
1 [ChatServers]
2 Mestrado=nivali-laptop:7005
3
4 [ChatServersRegister]
5
6 [ResourceServers]
7 Mestrado=nivali-laptop/WEB/
8
9 [Config]
10 LinkHome=http://nivali-laptop/ave3dsite/
```

Figura 10 - Arquivo de configuração do cliente MP

Estando o cliente MP configurado, esse deve ser iniciado e adicionado um novo usuário através do botão “Adicionar”, encontrado na Figura 11. Uma restrição da ferramenta é que o e-mail de acesso declarado no MP não pode

possuir pontos, vírgulas, símbolo de arroba, entre outros caracteres especiais. Sendo assim, os caracteres especiais devem ser substituídos pelo caractere “_” (*underline*). Exemplificando, o e-mail **benjamin@ieb.ufsc.br** deve ser convertido para **benjamin_ieb_ufsc_br**.

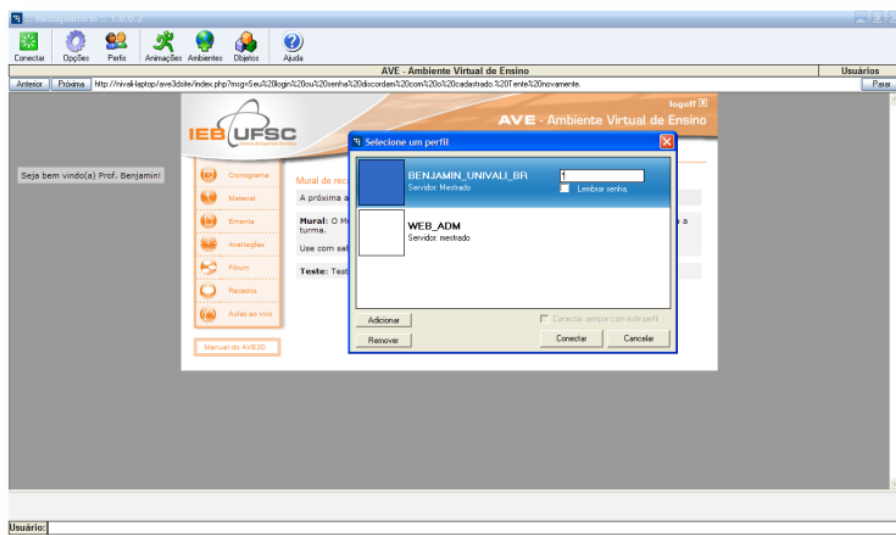


Figura 11 - Tela para conectar ao MP

Estando um usuário criado, ao clicar no botão “Conectar” na parte superior esquerda, solicitará a escolha de um usuário cadastrado e sua senha. Como o usuário somente poderá se conectar se tiver se autenticado no ambiente web do AVA3D, somente o valor 1 precisa ser informado como senha.

O primeiro ambiente visualizado pelo usuário é o corredor de acesso as salas e ambientes adicionais. A esquerda da Figura 12 são exibidas as portas para a salas de aula e, à frente, a porta para um auditório que é caracterizado como um ambiente adicional (ambientes adicionais são discutidos posteriormente na Sessão 3.3.3).



Figura 12 - Corredor do ambiente 3D

Ao selecionar uma das portas, o usuário tem acesso à sala correspondente e tem a possibilidade de explorar completamente o ambiente, podendo acessar seus materiais (dispostos nas estantes), acessar as aulas já gravadas, acompanhar aulas ao vivo e, estando outros usuários na mesma sala, conversar com eles (via ferramenta de bate-papo).

Quanto aos materiais, eles estão fisicamente dispostos de forma diferente na sala. Os materiais são posicionados nas estantes, sendo uma a estante com materiais do professor e na parede oposta os materiais disponibilizados por alunos.

Na Figura 13 é possível visualizar os armários, outros usuários presentes na sala naquele momento e ao fundo, a área de projeção de aulas já terminadas. Com relação às aulas já terminadas, elas são mostradas em um painel onde cada aula é um botão. Sendo selecionada uma das aulas, é transmitida a gravação dessa aula. Essa transmissão de aula gravada se restringe a apenas o usuário que a solicitou. Se outro usuário desejar assistir a outra gravação, pode assistir sem interferência, nem concorrência pelo uso.



Figura 13 - Visão geral do ambiente 3D

Diferente das aulas gravadas, as aulas ao vivo são transmitidas igualmente para todos os usuários presentes na sala (Figura 14). No ambiente 3D, somente são efetuadas as visualizações de aulas ao vivo, sendo as gravações realizadas pelo professor através do ambiente web. Essa restrição foi colocada devido ao fato da permissão para usar a *webcam*, do *plugin* do Flash, não aceitar a confirmação através do MP.



Figura 14 - Transmissão ao vivo realizada do ambiente 3D

Em certos locais da sala é possível encontrar mesas (como pode ser visto na Figura 15). Essas mesas são marcos e foram disponibilizadas para que alunos se reúnam em sua volta. Alunos que estiverem na mesma sala somente poderão visualizar conversas, no bate-papo, de colegas da mesma mesa. Sendo assim, grupos podem se reunir nessas mesas e conversar, sem interferência dos outros grupos.



Figura 15 - Utilização de mesas para agrupar usuários no ambiente 3D

Por fim, o AVA3D permite a realização de aulas à distância utilizando apenas apresentações de *slides*. Os modelos 3D da sala de aula e do corredor já estão desenvolvidos e certos elementos são disponibilizados dinamicamente (como materiais e objetos vinculados as aulas). Essas funcionalidades podem ser utilizadas por qualquer curso, das mais diversas áreas e fins. O diferencial

apresentado está na utilização de ambientes adicionais, que nesse trabalho foi trabalho foi voltado à Engenharia Biomédica.

3.3.3 Ambientes adicionais e suas aplicações na EB

A utilização de ambientes adicionais as salas de aula estende as possibilidades de uso do AVA3D, permitindo utilizar ambientes que, no caso da Engenharia Biomédica, remetam a modelos 3D de espaços clínicos como laboratórios e hospitais (Figura 16). Para esse projeto foram utilizados como ambientes adicionais, modelos desenvolvidos no projeto SAÚDE+EDUCAÇÃO (2008) sendo suas possibilidades de uso descritas a seguir.



Figura 16 - Corredor 3D da clínica de exemplo (TMHDIGITAL, 2007)

A utilização desses ambientes permite visualizar a disposição dos equipamentos em uma sala cirúrgica, bem como explorar o ambiente e examiná-lo de diversos ângulos (Figura 17 e Figura 18) e, quando possível, interagir com os equipamentos.



Figura 17 - Sala 3D da clínica de exemplo - visão 1 (TMHDIGITAL, 2007)



Figura 18 - Sala 3D da clínica de exemplo - visão 2 (TMHDIGITAL, 2007)

As possibilidades de criação de novos ambientes são as mais diversas (Figura 19), restritas apenas que esses modelos sejam desenvolvidos para o padrão VRML. Para a utilização desse modelo por parte do MP, também se faz necessária a criação de um arquivo XML correspondente ao modelo em uma padronização do MP. Esse arquivo pode ser automaticamente gerado pela aplicação **Make XML** que se encontra no diretório raiz do servidor MP. Em seguida deve ser arrastado o arquivo VRML até a aplicação aberta que está irá gerar o arquivo necessário (esse arquivo que deve ser indicado no painel de administração do servidor MP na indicação do link para o mundo).



Figura 19 - Laboratório 3D de exemplo (SANTOS et al., 2006)

Uma das possibilidades desses ambientes adicionais está em enviar um objeto 3D (como o modelo de um equipamento) e vinculá-lo a uma aula, explicar suas funções e usos e depois, com o uso de um ambiente adicional, mostrar esse equipamento no modelo de uma sala cirúrgica, podendo complementar assim a especificação do equipamento com relação ao seu posicionamento no local onde esse estará em uso (Figura 20).



Figura 20 – Visualização do objeto em uso no ambiente 3D e sendo visualizado através do módulo web, adaptado de (TMHDIGITAL, 2007)

Outra possibilidade está em prover ambientes mais interativos com o intuito de ensinar através da experimentação, como laboratórios virtuais. A RV tem sido aplicada na construção de laboratórios virtuais, sendo estes, modelos alternativos à prática real, podendo trazer conceitos abstratos em eventos práticos sem os problemas relacionados ao mundo real, como segurança e tempo de uso. Além disso, laboratórios virtuais provêm aos estudantes uma interação com a prática apesar da distância da instituição de educação (RHEE, YANG & ASADA, 2000 *apud* SANTOS et al., 2006).

No IEB-UFSC, esses ambientes foram desenvolvidos para o projeto Saúde+Educação e estão disponíveis para os tutoriais com acesso através do item do menu chamado “mão na massa”. Esses ambientes são bastante interativos e podem ser utilizados para aplicar efetivamente os conteúdos adquiridos no tutorial correspondente ao experimento.

Os ambientes foram desenvolvidos utilizando VRML, sendo a interatividade das cenas executadas através de nodos *scripts* implementados no próprio VRML. Os *scripts* permitem chamadas de linguagens interpretáveis e possibilitam a manipulação de eventos e valores. Isso torna possível pegar um objeto e levá-lo a outro lugar do mundo virtual e permite que diferentes ações possam disparar diferentes animações, expandindo as possibilidades de manipulação da cena (SANTOS et al., 2006). A Figura 21 ilustra um desses ambientes.

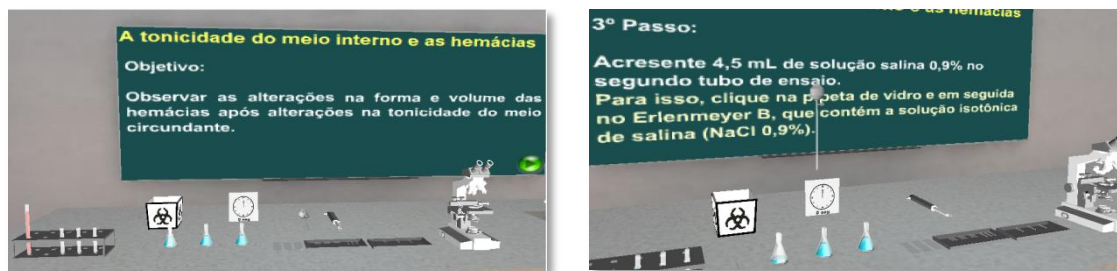


Figura 21 - Laboratório virtual em dois momentos de interação diferentes (SANTOS et al., 2006)

Outra forma de aumentar a interatividade é relacionada com a criação das apresentações para aulas no AVA3D. Para alcançar essa interatividade, as apresentações precisam ser elaboradas com o uso de animações e vídeos, o que envolve maior complexidade na criação. Sendo assim, as apresentações não poderiam ser elaboradas simplesmente utilizando um editor de apresentação e precisariam ser criadas no formato SWF utilizando um editor Flash.

Uma apresentação preparada para essa aula envolveria outras animações e não somente essa, o que torna a criação de apresentações dessa forma complicadas e custosas. Por esse motivo, é melhor utilizar um objeto de projeção de arquivos no formato SWF (similar as telas que mostram as aulas ao vivo e gravadas), preparando esses objetos com as animações e disponibilizar o objeto 3D vinculado a aula. Essa abordagem é mais prática e simples de ser implementada, podendo fazer uso de qualquer animação disponível como, por exemplo, adquiridas já prontas em algum repositório (opções de repositórios são disponibilizados no Apêndice 3).

Para exemplificar essa possibilidade, em uma aula sobre fisiologia com o tema “homeostase”, o professor poderia fazer uso de animações presentes no Saúde+Educação para explicar, dentro dos mecanismos homeostáticos, os sistemas de controle. A Figura 22 apresenta uma sequência de 3 quadros da referida animação.

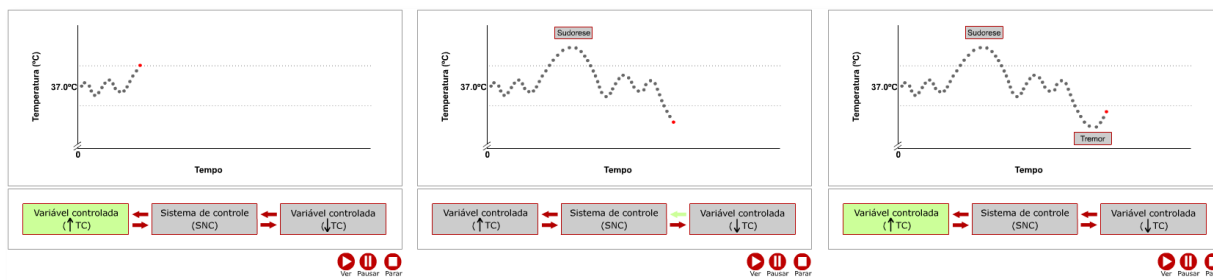


Figura 22 - Animação sobre sistemas de controle homeostáticos (SAÚDE+EDUCAÇÃO, 2008)

Uma questão importante é que essas animações dependem do usuário executar e, quando o professor ou outro aluno interagem com ela (iniciando, pausando ou parando), essa interação será apenas do usuário. Sendo assim, todo aluno que tiver interesse de assistir a animação deverá dar início a mesma, mas poderá atuar sobre ela da maneira que desejarem sem interferir com as ações dos demais alunos.

3.3.4 Manual do ambiente

Para auxiliar na utilização do ambiente, foram criados manuais explicativos das funcionalidades. Como se trata de um ambiente multimídia, os manuais criados seguiram essa abordagem e se constituem de *screencasts* (uma gravação da tela do computador sendo utilizado) gerando vídeos que mostram como as funcionalidades são utilizadas. Para a geração dos *screencasts* foi utilizado o software CamStudio.

CamStudio é uma aplicativo de código aberto e gratuito que é capaz de realizar a gravação das atividades de áudio e vídeo do computador. O aplicativo gera tanto arquivos multimídia no formato AVI, como também permite a produção do material em formato SWF, através do SWF Producer (CAMSTUDIO, 2007).

Após gerar os vídeos no formato AVI, esses foram convertidos pelo SWF Producer para o formato SWF e assim disponibilizados para o manual. A Figura 23 mostra como é o acesso ao manual e a exibição de um dos vídeos, sendo listadas as funcionalidades e, ao clicar em uma delas, é exibido o *screencast* correspondente.

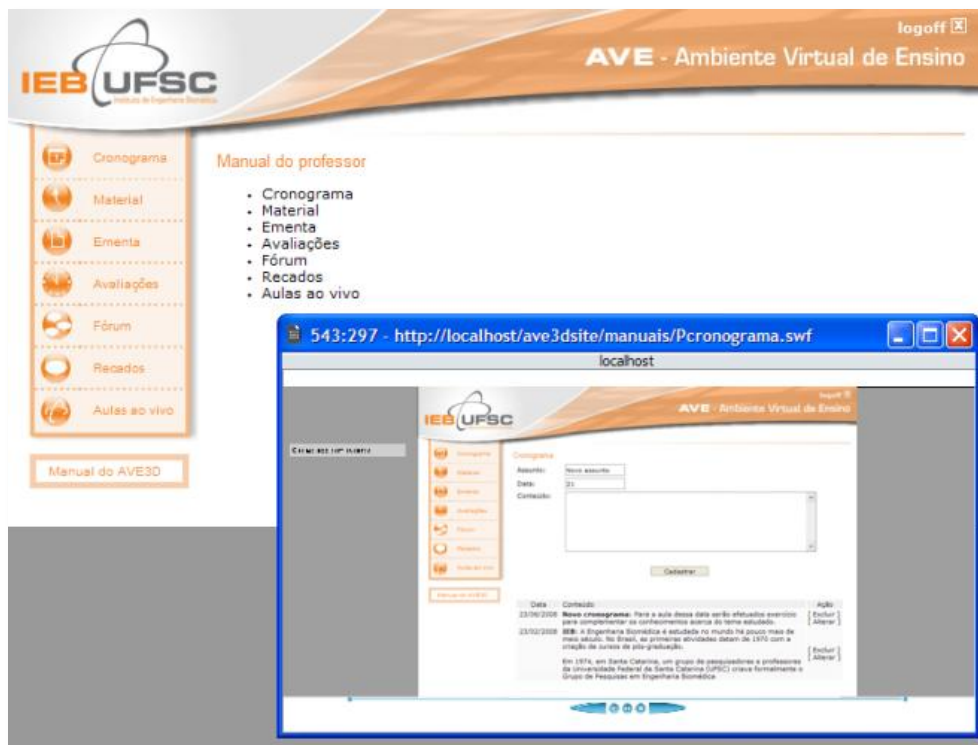


Figura 23 - Utilização do manual

Para cada funcionalidade do ambiente (tanto ambiente web, quanto ambiente 3D) foi gerado *screencasts* explicativos.

4 TESTE E AVALIAÇÃO

Os testes foram realizados inicialmente utilizando apenas 2 computadores acessando simultaneamente o AVA3D, sempre iniciando os testes com a utilização do ambiente web e posteriormente utilizando o ambiente 3D. Após a aplicação ter seu comportamento estável utilizando 2 acessos simultâneos, esses acessos incrementados para 3 usuários, posteriormente 4 e ao final do período de testes foram utilizados 5 acessos simultâneos, sendo um deles realizado externamente utilizando a internet (nos testes anteriores apenas a rede de intranet havia sido utilizada).

O controle de ações e sincronismo necessário ao acesso concorrente foi desenvolvido inicialmente utilizando o recurso de sessão do PHP, mas não se mostrou adequado já que não era possível compartilhar uma sessão feita através do navegador, com o MP. A solução posterior, e da qual o sistema faz uso, é o controle através do IP do usuário.

O teste seguinte foi feito realizando uma aula, onde se conseguiu um número de 15 acessos simultâneos, com duração de 40 minutos, mas somente utilizando acesso com a rede de intranet. Esse teste teve por objetivo verificar o acesso simultâneo de um maior número de computadores e com o tempo de duração de uma hora/aula, verificando se o sincronismo era mantido por esse tempo.

Inicialmente foi estipulada para avaliação da solução a utilização de uma turma de alunos do IEB-UFSC, mas em virtude da atual turma estar restrita em número de alunos, a validação dessa forma não se mostrou interessante. Por esse motivo, para testar a estabilidade da aplicação foi uma turma do curso de graduação em Ciência da Computação da Universidade do Vale do Itajaí, disciplina de Inteligência Artificial.

A verificação da estabilidade do software teve por objetivo verificar o funcionamento do sistema com certo número de usuários, levantando assim os requisitos mínimos dos sistemas e identificando possíveis erros causados pelo uso simultâneo de diversos usuários.

Essa verificação foi realizada utilizando uma turma composta de 13 alunos, sendo a estrutura similar a representada na Figura 24, onde os serviços foram

oferecidos em dois servidores, um destinado ao servidor de *streaming* Red5, enquanto o outro para o ambiente web e ao servidor MP.

Também foi utilizada uma diversidade de formas de conexão, estando alguns alunos na própria instituição de onde estava sendo transmitida a aula e outros em sua respectiva casa. Outra diversidade é que alguns alunos se encontravam no ambiente 3D, enquanto outros acompanhavam através do ambiente web.

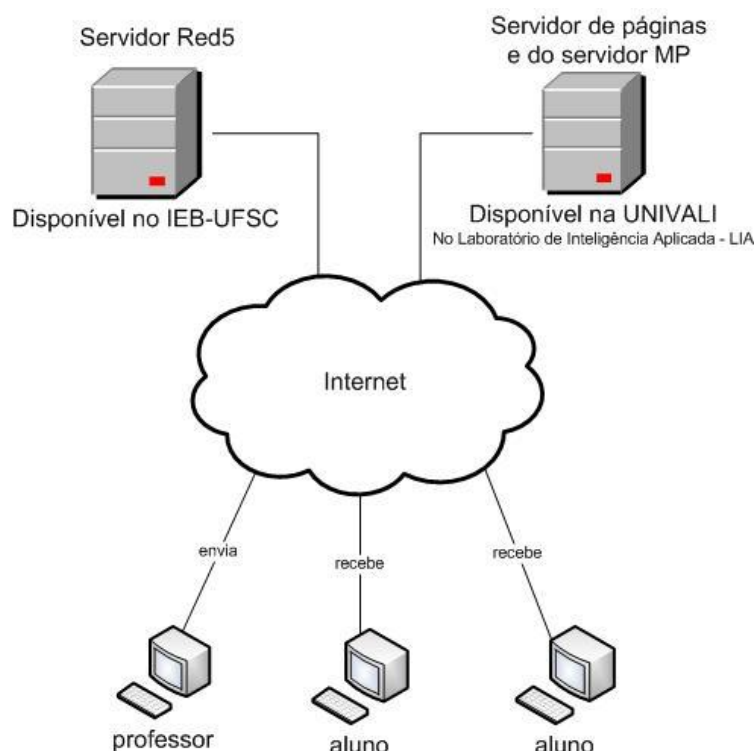


Figura 24 - Estrutura utilizada para a avaliação do AVA3D

Com relação aos resultados, nenhum problema se apresentou com relação a esse número de alunos. O servidor responsável pelo ambiente web atendeu devidamente as requisições sem apresentar lentidão ou travamentos. Não foi possível fazer uma avaliação da ocupação do hardware no momento de uso, pois o servidor não era dedicado apenas para esse sistema.

A utilização do cliente MP se mostrou lenta quando o número de alunos superou 11 usuários, embora essa lentidão somente tenha sido percebida por 2 alunos que contavam com recursos de hardware mais precários. Embora esses dois apresentassem lentidão, essa lentidão se apresentava somente para esse 2 alunos, enquanto os demais não eram afetados. Em conversa com esses alunos

foi levantado que, esses possuíam uma placa de vídeo inferior a 16 Megabytes, e computadores com processador de 700 MHz e 1,0 GHz, com 256 MB e 512 MB de memória RAM respectivamente.

Os recursos de hardware são necessários para prover os *plugins* Flash Player e Cortona, bem como o cliente MP. Com relação ao espaço em disco, deve ser levado em conta, além dos *plugins* e o cliente MP, um espaço para armazenamento dos ambientes 3D, que são baixados (download) no momento de sua utilização. Sendo assim, para esse trabalho e ambientes utilizados, foi estipulado como recursos de hardware mínimo:

- **Processador:** 1,0 GHz;
- **Memória RAM:** 512 Megabytes;
- **Placa de vídeo:** 16 Megabytes
- **Espaço em disco:** 100 Megabytes;

É importante dizer que um maior número de alunos também exige uma melhor conexão com a internet, já que o posicionamento e ações dos usuários são enviados continuamente, para cada avatar presente no ambiente. Ambientes 3D maiores, mais detalhados e com maior quantidade de objetos, poderão exigir placas de vídeo e processador melhores para visualização dos ambientes, já que o ambiente em VRML precisa ser interpretado, gerando os gráficos, e somente depois visualizado.

Com relação ao recurso de *streaming*, esse é dependente da velocidade disponível na rede o que passa a ser mais exigido do servidor com o número de usuários utilizando ao mesmo tempo. Com relação a esse item, nenhum aluno apontou problemas já que todos possuíam uma conexão com a internet de banda larga, mesmo as mais baixas, mas é certo que usuários de conexão discada venham a ter problemas mesmo utilizando somente o ambiente web, sendo recomendado sempre o uso de banda larga. A velocidade da rede do servidor de *streaming*, que estava presente no IEB-UFSC, foi adequada a necessidade dos testes.

4.1 Avaliação WebMAC

Para avaliar o ambiente proposto com relação ao seu uso, foi adaptado o formulário de avaliação WebMAC proposto por SMALL & ARNONE (1999) e que tem por objetivo ser um instrumento de avaliação e pontuação que orientam educadores para utilização de recursos e planejamento de aulas. A adaptação do formulário de avaliação pode ser encontrada no Apêndice 5.

O WebMAC é composto por 32 perguntas que fazem uma análise motivacional verificando a facilidade de uso, organização e estímulo provocado por um website SMALL & ARNONE (1999). Para esse trabalho, não apenas a parte website deve ser avaliada, mas também a parte 3D.

As avaliações que originam os resultados mostrados são originárias da série de mini-cursos realizados pelo IEB-UFSC, nos dias 15 e 22 de novembro de 2008 (onde 6 estudantes responderam o questionário) e de profissionais com atuação/interesse em Educação a Distância (outras 6 pessoas).

A Figura 25 apresenta o valor médio dos parâmetros de estimulação, significância, organização e facilidade de uso. A figura também mostra a nota máxima e mínima alcançada em cada um desses parâmetros. O significado de cada parâmetro consiste na avaliação de:

- **Estimulante:** avalia o design do ambiente, avaliando a forma como o conteúdo é apresentado ao usuário;
- **Significante:** avalia se as informações disponibilizadas no ambiente são precisas;
- **Organizado:** avalia se os recursos visuais, animações e figuras; e
- **Fácil de usar:** avalia a facilidade de uso.

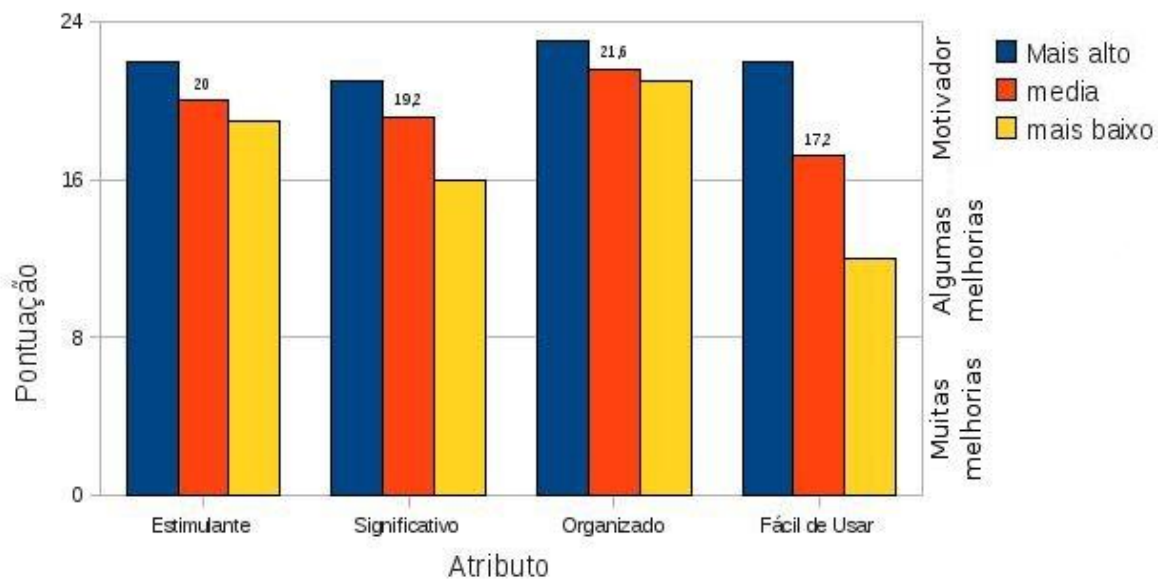


Figura 25 – Gráfico da avaliação dos parâmetros motivacionais

Os valores dos quatro parâmetros apresentados (Estimulante, Significativo, Organizado e Fácil de usar), são utilizados para indicar a qualidade motivacional no uso da aplicação. Essa qualidade é especificada por quanto o ambiente é significativo e significativa (soma de estimulante e significativo) e quanto organizado e fácil de usar o ambiente é (soma de organizado e fácil de usar). O resultado dessa avaliação é vista na

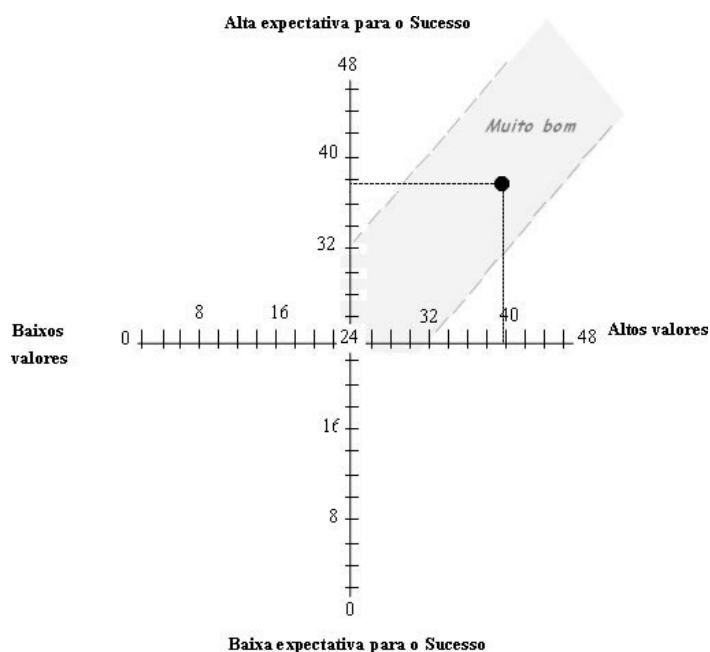


Figura 26 e mostra uma boa expectativa de sucesso com relação à proposta.

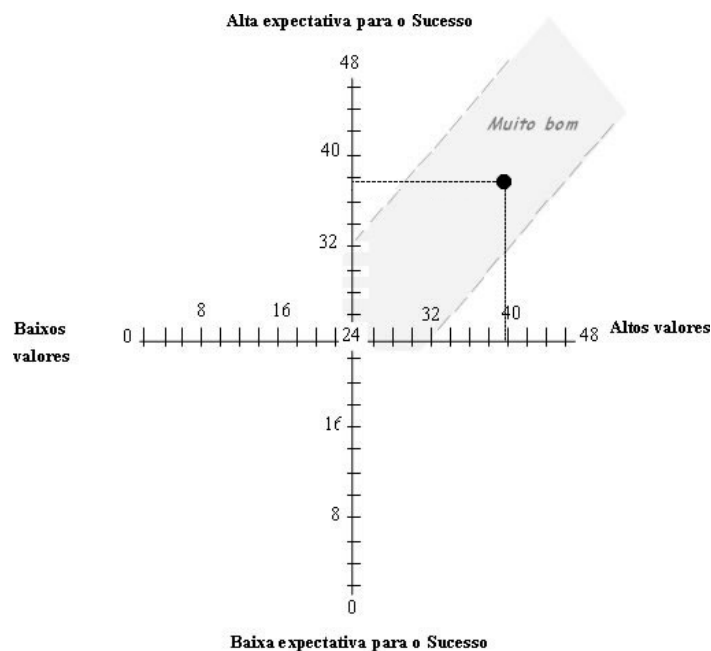


Figura 26 - Gráfico dos parâmetros resultantes da motivação total

Além das 32 perguntas, o formulário continha outras 3 perguntas que, a partir delas, foi possível identificar:

1. 50% dos estudantes indicaram que se importaria em ter aulas através do sistema.
2. As melhores características apontadas foram com relação à interatividade, segurança e realização da prática.
3. Como sugestão de melhoria foi levando a questão gráfica e navegacional, bem como o conflito encontrado quando vários usuários se encontram no ambiente.

Esses 3 itens avaliados são discutidos nas conclusões do trabalho.

4.2 Sugestões para realização das aulas

É importante lembrar o que foi dito por MOORE & KEARSLEY (1996) onde, a EaD necessita de um planejamento diferente para a realização das aulas. Sendo assim, a realização de aulas à distância não requer somente a criação de mídias alternativas, mas também uma conduta diferenciada na realização das aulas.

Com a realização de aulas utilizando o AVA3D, foram identificadas duas recomendações importantes para melhor realização dessas: (1) tempo de cada aula; e (2) forma de abordar os questionamentos durante a aula.

Com relação ao tempo de cada aula, é recomendado que as aulas sejam divididas em períodos de 1 hora. Isso ajuda a organizar as aulas gravadas por assuntos mais definidos e ainda a tirar melhor proveito do uso de objetos 3D vinculados as aulas (já que somente é permitido vincular um objeto por aula). Várias aulas podem ser encadeadas em sequência no registro das aulas tendo como principal atributo o início da aula. Sendo assim, podem ser cadastradas duas aulas no mesmo horário, sendo que quando uma delas termina a outra pode começar logo em seguida.

A segunda recomendação está relacionada ao ato de ministrar uma aula, onde os alunos podem interagir fazendo perguntas através do bate-papo do MP e o professor pode, com isso, responder ou muitas vezes direcionar algo com relação ao questionamento. Como todos os alunos também podem ler o questionamento quando a aula é realizada ao vivo, não se encontra nenhuma anormalidade durante essa uma aula ao vivo, sendo essa somente identificada no acompanhamento da aula na forma gravada. Se o professor ler a pergunta e responder essa prontamente, ao acompanhar a gravação perdesse o entendimento da aula por não se saber a origem do que levou a resposta. Por esse motivo, a segunda recomendação é que o professor sempre anuncie a pergunta realizada pelo aluno e somente depois responda.

5 FONTES DE MATERIAL DIDÁTICO

Foi definido como objetivo desse trabalho, identificar repositórios onde podem ser adquiridos modelos 3D de ambientes, equipamentos, ou demais estruturas (como anatômicas, por exemplo), voltados à área médica.

Poucos modelos 3D foram encontrados o que, no desenvolvimento desse trabalho, direcionou uma importância para o uso de animações em Flash, sendo o repositórios dessas também tratadas a seguir.

O Apêndice 4 apresenta um roteiro de aula prática e ilustra a utilização de ambientes 3D e de animações, na realização de uma aula sobre eletrocardiografia.

5.1 Modelos 3D

O ensino da anatomia é basicamente ilustrativo, através de atlas de anatomia, ou fazendo uso de cadáveres. De uma maneira bastante direta um modelo virtual de um corpo humano pode substituir estes livros.

Nesse sentido, o National Institutes of Health iniciou um projeto chamado Visible Human (<http://vhp.med.umich.edu/VirtualReal.html>) que propõem o desenvolvimento de soluções para educação e treinamento na área médica. A idéia é, a partir de um mapeamento completo do corpo humano, permitir a criação de um cadáver virtual para, a partir disto, estudar a estrutura de cada órgão. Entre as vantagens que podem ser observadas com relação ao uso de atlas de anatomia está a possibilidade de avaliar mais complexas dos órgãos, através de estruturas 3D, utilizando a rotação desses; e a possibilidade de avaliar a relação entre os órgãos com seu posicionamento.

Através do website é possível ter acesso a modelos, em VRML, de salas de operação e de um "Sick Bay on Board a US Coast Guard Cutter" e "Swaying Sick Bay", que podem ser vistos através da Figura 27 e Figura 28.



Figura 27 - Sick Bay on Board a US Coast Guard Cutter (VISIBLE HUMAN PROJECT, 2008)



Figura 28 - Swaying Sick Bay (VISIBLE HUMAN PROJECT, 2008)

Outro projeto é o intitulado Anatomy3d (<http://sprojects.mmip.mcgill.ca/anatomy3d/>) que tem por objetivo o uso do recurso 3D para ajudar estudantes no entendimento da anatomia, que apresenta dificuldades no aprendizado usando apenas atlas 2D. O projeto também oferece uma ferramenta que permite interação com os modelos, mas os modelos em si são baseados em iniciativas do projeto "Visible Human". A Figura 29 apresenta um modelo misto entre 2D e 3D para representação de uma pélvis feminina e parte do trato urinário.

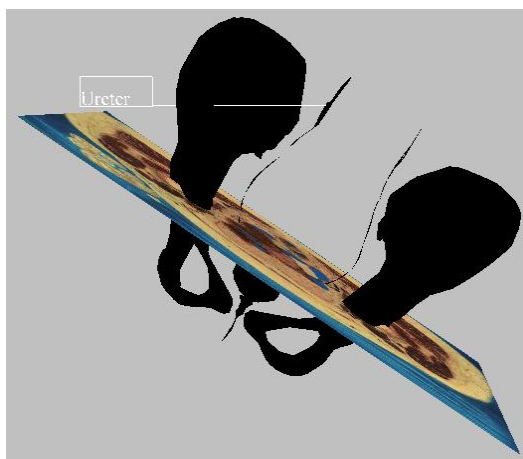


Figura 29 - Exemplo de modelo misto entre 2D e 3D (ANATOMY3D, 1999)

The Visible Human Project tem por objetivo a criação completa de detalhes anatômicos, representações tridimensionais de corpos masculinos e femininos. Para uso do repositório de dados é preciso preencher uma licença de acordo (detalhes disponíveis em http://www.nlm.nih.gov/research/visible/getting_data.html).

Com o uso dos dados do The Visible Human Project, o 3D Visible Human Project disponibiliza diversos modelos 3D no endereço <http://www.npac.syr.edu/users/zeynep/HANDOUTS/>. A Figura 30 ilustra esses modelos.

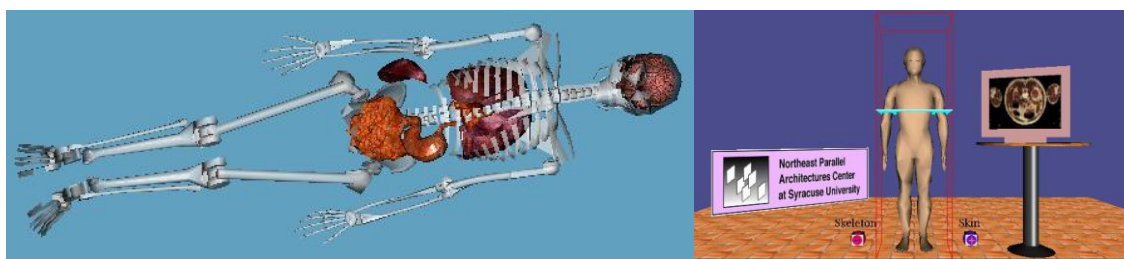


Figura 30 - Modelos disponíveis do 3D *Visible Huan Project* adaptado de (ÖZDEMİR, 2008)

5.2 Animações

A UNIFESP Virtual tem por objetivo oferecer cursos e seminários on-line, guias de auto-estudo e informação de saúde em geral, para pacientes, alunos, profissionais da saúde e público leigo. Em sua biblioteca on-line podem ser acessadas animações de dependência química (<http://www.virtual.epm.br/material/depquim/animacoes.htm>).

O Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo também disponibiliza uma série de animações através do endereço <http://www.fisio.icb.usp.br/mdidatico.html>. Vale informar que essas animações não foram desenvolvidas pelo Departamento e sim pela University of Western Ontario. Outro repositório que agrega várias animações de outras fonte está disponível no endereço <http://science.nhmccd.edu/biol/ap1int.htm>.

Algumas edições de livros possuem material disponibilizado na internet. É o caso do livro "Human Anatomy". Através do web site do livro (<http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072495855/sitemap.html>) é possível ter acesso a ótimas animações audiovisuais em formato SWF.

O website Nobel Prize (<http://nobelprize.org>) oferece jogos educacionais nas áreas de física, química, literatura, entre outras. Para Engenharia Biomédica, a área de maior interesse é a que oferece jogos educativos de fisiologia e medicina. Esses jogos são desenvolvidos no formato SWF e são disponibilizados através do endereço http://nobelprize.org/educational_games/medicine/.

Finalizando, outra fonte é a biblioteca digital de ciências do Laboratório de Tecnologia Educacional da UNICAMP (<http://www.bdc.ib.unicamp.br>). Embora poucas animações estejam disponíveis, essa biblioteca tente a se expandir com o envio de materiais por parte de outras instituições.

6 CONCLUSÕES

Educação é basicamente um processo de exploração, descoberta e observação e a potencialidade da RV está exatamente no fato de permitir que sejam explorados ambientes, processos ou objetos através da manipulação e análise virtual do objeto em estudo.

Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de um AVA para apoio ao ensino da EB utilizando recurso multimídia e de RV. Segundo BRAGA (2001), o uso da RV se instalará inicialmente no ensino superior. Esta visão parece ser correta, levando em consideração a preparação dos professores com relação ao EaD (comparado com professores de ensino fundamental e médio), como também pelo desenvolvimento dos objetos e ambientes utilizando RV.

Nesse sentido, a possibilidade de utilizar animações feitas em Flash se configura em uma facilidade, não sendo tão difícil seu desenvolvimento, quanto o desenvolvimento de VRML, e também podendo ser encontradas mais facilmente na internet.

A realização de uma aula online é facilitada pela reutilização de apresentações de *slides* anteriormente preparadas e sua forma de gravação é fácil e dispensa o uso de softwares específicos, sendo necessário apenas um navegador de internet.

Somente o uso de um navegador de internet permite ao aluno acompanhar as aulas e acessar os materiais, o que configura uma boa opção, quando alunos ou professores precisam participar das aulas, por exemplo, em uma *lan house*. A instalação do aplicativo Mediaplataform se faz necessária para o uso da RV, com as salas 3D e visualização de objetos 3D.

É importante ressaltar a importância da disponibilização de largura de banda para prover o serviço de *streaming*, bem como a largura de banda disponível para o receptor. Para esse trabalho foram utilizados os vídeos com resolução de 160x120 pixels, 10 *frames* por segundo e 70% de qualidade de imagem. Essa configuração gerou arquivos com taxa de transmissão aproximada de 1,10 MB por minuto. Essa configuração foi considerada satisfatória, pois uma

configuração menor degrada muito a qualidade do vídeo, enquanto uma configuração maior gera arquivos muito grandes.

Com a realização de aulas utilizando o ambiente, foram identificadas duas recomendações importantes para melhor realização dessas. A primeira é relacionada com o tempo de cada aula, enquanto a segunda é com relação à forma de abordar os questionamentos durante uma aula ao vivo.

Com relação ao tempo, é recomendável que as aulas sejam divididas em períodos de até 1 hora. Isso ajuda a organizar as aulas gravadas por assuntos mais específicos e ainda tirar melhor proveito do uso de objetos 3D e animações vinculados as aulas (já que somente é permitido vincular um objeto por aula).

A segunda recomendação está relacionada com, ao ministrar uma aula, os alunos podem interagir fazendo perguntas e o professor pode, com isso, responder ou muitas vezes direcionar algo com relação a isso. Se o professor ler a pergunta e respondê-la prontamente, ao acompanhar a gravação perde-se o entendimento da aula por não se saber a origem do que levou à resposta. Por esse motivo, a segunda recomendação é que o professor sempre anuncie a pergunta realizada pelo aluno e somente depois a resposta. Com relação a esse problema, foi levantada a possibilidade de mostrar a texto da pergunta realizada, mas essa possibilidade não pode ser desenvolvida uma vez que o é MP que controla as conversas de *chat* e não foi possível interceptar essa conversa por parte da aplicação desenvolvida.

Com relação aos ambientes e objetos 3D, foram utilizados modelos de ambiente clínicos e experimentos desenvolvidos no IEB-UFSC. Também podem ser utilizados modelos encontrados disponíveis na internet, desde que estes estejam no formato VRML. Na área médica, modelos 3D podem ser adquiridos em repositórios como especificados na Sessão 5.1.

Modelos VRML de equipamentos médicos, infelizmente, não foram encontrados o que mostra a necessidade de as instituições desenvolverem esses modelos. Essa alternativa ainda precisa da autorização dos fabricantes para poder ser aplicada, a menos que se utilizem equipamentos não baseados em algum modelo, de alguma fabricante.

Poucos modelos 3D foram encontrados o que, no desenvolvimento desse trabalho, direcionou uma importância para o uso de animações em Flash. O uso

de Flash também pode facilitar o desenvolvimento de partes específicas que, em uma modelagem 3D, seria complexa e demorada para desenvolver.

É importante dizer que a proposta desse trabalho não era a elaboração de um ambiente de simulação e sim, um ambiente para auxílio às aulas. Dentro da estrutura do AVA3D, sim, é que podem ser desenvolvidos ambientes para realização de estudos mais complexos. Mesmo assim, o AVA3D permite a realização de aulas a distância e reuso de modelos 3D e animação (desde que estejam nos formatos VRML e SWF, respectivamente).

Com relação aos ambientes 3D, que fez uso do MP, a manipulação de objetos compartilhados tem por funcionamento que cada usuário receba versões locais do objeto compartilhado. Sendo assim, as ações de um usuário não interferem com os demais. Esse modelo é interessante para evitar conflitos na utilização dos objetos e mostra-se interessante nos experimentos. Mesmo assim, vários usuários ocupam um mesmo local e disputam espaço o que gera problemas dependendo do número de usuários simultaneamente no ambiente. Por esse motivo, pelo menos com relação aos ambientes utilizados nesse trabalho, fosse interessante ter um ambiente não multiusuário.

Como diferencial possível de ter um ambiente não multiusuário está evitar o uso de um dos softwares necessários (no caso, o MP) podendo os ambientes ser geridos apenas pelo *plugin* Cortona. Os usuários não compartilhariam sua representação (através dos avatares) no ambiente, mas poderiam se comunicar através de um sistema de *chat* embutido no ambiente.

Tanto o modelo multiusuário, quanto dispensando as características e multiusuário, são válidos, mas eles aderem melhor a algumas situações. Para os ambientes disponíveis do IEB-UFSC, o uso multiusuário pode ser prejudicial, como apontado pela avaliação (Sessão 4.1)

Uma deficiência encontrada no AVA3D é a não possibilidade de utilizar o mouse para fazer apontamentos nos slides. Embora exista um sincronismo entre os slides do professor e dos alunos, a possibilidade de apontar partes específicas do slide através do mouse não é possível, mas poderia ser implementada utilizando o recurso de Shared Object disponível no Flash e também provida pelo RTMP.

Com relação à avaliação realizada, foram levantados alguns itens interessantes para discussão. Entre elas está a indicação como ponto positivo da ferramenta, permitir a realização mais segura de experimentos e a realização de aulas práticas. Embora metade dos avaliadores tenham indicado que não gostariam de ter aulas utilizando o AVA3D essa rejeição pode ser reflexo de um interesse maior pela situação prática real e não uma situação prática modelada computacionalmente.

Outro ponto a ser discutido é quanto às sugestões de melhoria, onde foram requisitadas melhorias gráficas e navegacionais.

Com relação às melhorias gráficas, o formato utilizado VRML apresenta realmente baixa qualidade. Além disso, um aumento na qualidade das texturas e elementos gráficos acarretaria em ambientes mais pesados computacionalmente. Mas, hoje em dia, a qualidade gráfica da maioria dos aplicativos é superior a possibilitada pelo VRML. Uma alternativa seria investir em ambientes em formato X3D que é o formato sucessor do VRML.

O problema navegacional é devido a forma de navegação do VRML ser diferente da que é possível observar na maioria dos ambientes. No VRML ela segue uma forma onde é necessário clicar nos objetos, ou sequência de objetos, para que seja realizada alguma ação correspondente. Essa não pode ser modificada.

Algumas perguntas ainda precisam ser respondidas e dizem respeito à efetividade da solução apresentada. Poderá seu uso redefinir a atividade no ensino superior, formação e treino? Uma infra-estrutura que ofereça suporte digital para as atividades de educação pode constituir uma vantagem para uma instituição de ensino superior?

O uso desse protótipo pode responder algumas dessas questões. Através desse protótipo, é possível divisar novas possibilidades de uso e estratégias de ensino utilizando ambiente 3D. É importante dizer que o melhor entendimento das possibilidades educacionais desse tipo de ambiente, virá da formação de uma cultura de uso e adaptações pedagógicas de ensino o que é totalmente possível de alcançar pelo protótipo apresentado. Essas perguntas ainda precisarão de tempo e experimentações para ser devidamente respondidas, mas é importante

investir nessa alternativa, pois aparentemente, possibilita vantagens em alguns aspectos educacionais.

APÊNDICE 1 – PROCESSO DE INSTALAÇÃO

Antes de ter início a instalação do AVA3D é preciso ter instalado um servidor web com suporte ao PHP versão 5 ou superior e os bancos de dados MySQL e PostgreSQL, bem como o servidor MP.

Outro requisito é a necessidade dos frameworks ADOdb (SKLAR, 2004) e Smarty Template (GHEORGHE, HASIN & MAIA, 2006). Esses frameworks são responsáveis, respectivamente, pela abstração do banco de dados e pela abstração da camada de visualização. Ambos são softwares livre. O ADOdb deve estar disponibilizado no diretório raiz em uma pasta chamada **adodb5**, enquanto o Smarty Template deve estar disponibilizado na pasta **smarty**, também no diretório raiz.

Tendo os requisitos apontados, é preciso criar um diretório web e enviar os arquivos do site para esse diretório. Em seguida é preciso acessar o script de instalação que se chama **instalar.php** e se encontra no diretório criado.

A instalação tem início pela solicitação de dados gerais do site iniciando pelo título do ambiente; o endereço para o servidor de *streaming*; o nome das visões com os dados dos alunos, professores, disciplinas e turmas; link para o site da biblioteca da instituição (se houver); e se a aplicação deve oferecer as funcionalidades de ementas, avaliações e conceitos que, caso a instituição já tenha essas informações disponibilizadas por outro ambiente, não se faz necessário replicar as informações nesse. Em seguida devem ser informados os dados de acesso ao banco de dados, começando pelos dados de acesso ao PostgreSQL e em seguida para o MySQL. A Figura 31 mostra a tela inicial de instalação.

IEB UFSC AVE - Ambiente Virtual de Ensino

Dados do site

Título do ambiente:

Servidor de streaming:

Tabela alunos:

Tabela professores:

Tabela disciplinas:

Tabela turmas:

Tabela Alunos-Turmas:

Link para biblioteca:

Disponibilizar ementa: Não ▾

Disponibilizar avaliações: Não ▾

Disponibilizar conceitos: Não ▾

Endereço PostgreSQL

Host:

Usuário:

Senha:

Database:

Endereço MySQL para o MediaPlataform

Host:

Usuário:

Senha:

Database:

Figura 31 - Tela inicial de instalação do AVA3D

Ao dar continuidade a instalação, são criadas as tabelas necessárias ao MP e as necessárias a aplicação, bem como os preenchimento dessas tabelas com os dados iniciais necessários. Também é realizada a alteração do arquivo de configuração.

Em seguida é apresentada a tela de definição das visões (Figura 32). As visões necessárias para a integração do AVA3D devem ser informadas nesse passo se não foram criadas anteriormente diretamente no banco de dados. Caso as visões criadas não sejam de acordo, sua alteração somente será possível diretamente no banco de dados, sendo então aconselhado fazer também a criação direto no banco, usando esse passo apenas caso as instruções para criação das visões já terem sido criadas corretamente em outro momento. Se esse campo for deixado vazio, é considerado que as visões já foram criadas diretamente no banco de dados.

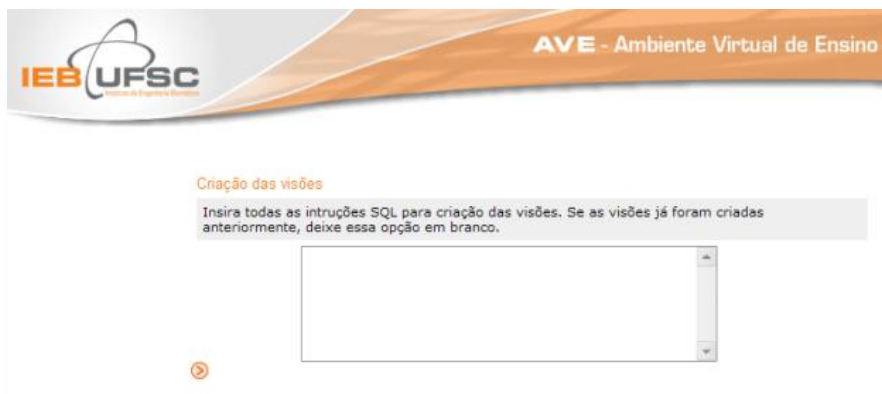


Figura 32 - Tela de definição das visões necessárias para o AVA3D

Ao dar continuidade a instalação a partir desse passo, são executadas as instruções para criação das visões (se houver) e em seguida criado um diretório chamado **WEB** na raiz do servidor. Esse diretório é utilizado para armazenar objetos 3D necessários ao MP.

Deixar o diretório com objetos necessários ao MP externo ao diretório do AVA3D foi uma opção para que, se for de interesse da instituição, a instituição possa utilizar o MP em outras aplicações, mantendo certa independência para o MP.

Ao término da instalação, os arquivos de instalação devem ser excluídos (por questões de segurança). Alterações podem ser feitas diretamente no arquivo **class_conectaBanco.php** disponível dentro do diretório **includes** no diretório criado.

Instalação do servidor Mediaplataform

Como requisito de software para instalação do servidor MP está a necessidade do sistema operacional Windows em versão 98 ou superior. Também se faz necessária a instalação de um banco de dados MySQL, versão 4 ou superior.

Após criar um bando de dados para o MP, este deve ser adicionado ao arquivo **MPServer.ini**, presente no diretório raiz do servidor MP. No arquivo **MPServer.ini** são especificadas as configurações do servidor exemplificado na Figura 33. Será descrito cada item (linha) configurável desse arquivo referenciando a Figura 33.

A linha número 2 é o nome que será atribuído ao serviço no Windows e não tem impactos na aplicação em si, apenas deve ser um nome diferente de todos os serviços do Windows.

A linha 5 especifica a porta que será utilizada pelo serviço. Para esta especificação não deve ser utilizada nenhuma numeração de porta já utilizada no servidor e essa porta deve ser um número par. Uma porta com número par é utilizada pelo servidor MP para interface web e a porta seguinte para a ferramenta de chat e de comunicação do servidor MP (especificada na linha 9).

A linha 11 especifica um mundo padrão. Esse mundo deverá ter um nome correspondente nos mundos do servidor MP e será o mundo mostrado para o usuário logo que ele acessa o sistema. Nessa dissertação, esse mundo inicial é o determinado por um corredor, que permite ao usuário escolher a sala, ou demais opções.

Especificado na linha 12 está o número máximo de usuário que poderão estar conectados no servidor MP. Esse número máximo vai depender do hardware do servidor e tem impacto em seu desempenho. A linha 13 especifica em que valor começa a ser contado esse limite.

```
1 [Service]
2 Name=MPServer_TESTE_MySQL
3
4 [WebServer]
5 Port=7004
6 Status=on
7
8 [ChatServer]
9 Port=7005
10 Status=on
11 DefaultWorld=CORREDOR
12 GlobalMaxUsers=100
13 Contador=0
14
15 [DataBase]
16 DataBaseName=mediaplataform
17 HostName=127.0.0.1
18 Port=3306
19 User=root
20 Password=
21
22 [Email]
23 from_name=Suporte Mediaplataform
24 from_email=contato@enderecodeemail.com.br
25 smtp=mail.servidor.com.br
26 smtp_login=contato@enderecodeemail.com.br
27 smtp_pass=senhadaconta
28
29 [Security]
30 "127.0.0.1"=APPROVED
```

Figura 33 - Arquivo de configuração do servidor MP

Da linha 16 até a 20 são especificados os dados para acesso a base de dados. Devem ser especificados o nome da base de dados (DataBaseName), o endereço do servidor e porta de acesso ao base de dados, bem como o usuário e senha.

Entre as linhas 22 e 27 são listados dados para configurar o envio de e-mails pelo servidor MP, mas essa opção não é necessária já que não será utilizada, devendo ser especificado somente caso haja interesse de utilizar o MP além do proposto nesse trabalho.

A partir da linha 29 são especificados os endereços de IP das máquinas que poderão ter acesso ao ambiente administrativo do servidor MP. Somente os IPs presentes nessa lista poderão ter acesso. O acesso a esse ambiente é obtido especificando o endereço IP (ou domínio) do computador que está servidor de servidor e, seguido de dois pontos, a porta que foi selecionada para o serviço. Em seguida, deve ser acessada a página "Administrator.htm". Exemplificando, acessando a área administrativa do próprio computador onde está instalado o servidor MP, e com base no arquivo de configuração descrito anteriormente, o endereço será: HTTP://127.0.0.1:7004/Administrator.htm. Será solicitado um usuário e senha de acesso, que por padrão, respectivamente, são WEB_ADM e SYSTEM (em letras maiúsculas).

Integração com sistemas legados (visão geral)

O AVA3D foi desenvolvido para sua integração com sistemas já existentes na instituição. Esses sistemas não necessariamente precisam ser AVs, podendo ser simples sistemas que controlem alunos, professores, disciplinas existentes e matrículas de alunos nas disciplinas.

As informações necessárias do sistema da instituição devem ser suficientes para geração da estrutura de dados representada na Figura 34. Esses dados devem ser fornecidos e mantidos pelo sistema da instituição, sendo necessário ao AVA3D somente o acesso de leitura desses. Cada uma das entidades mostrada é responsável por:

- **Ave_professores:** armazena os dados de acesso do professor, com seu número identificador, seu nome, email e senha de acesso.

- **Ave_alunos:** armazena os mesmos dados de um professor, mas é destinada aos dados dos alunos.
- **Ave_disciplinas:** armazena um número de identificação da disciplina e seu respectivo nome.
- **Ave_turmas:** onde são definidas as turmas vigentes na instituição. Nessa entidade é armazenado um identificador para a turma, a disciplina que a compõe e o professor da disciplina.
- **Ave_alunosturmas:** essa entidade armazena que alunos estão inscritos em determinada disciplina, sendo armazenados respectivamente, o identificador do aluno e o identificador da turma.

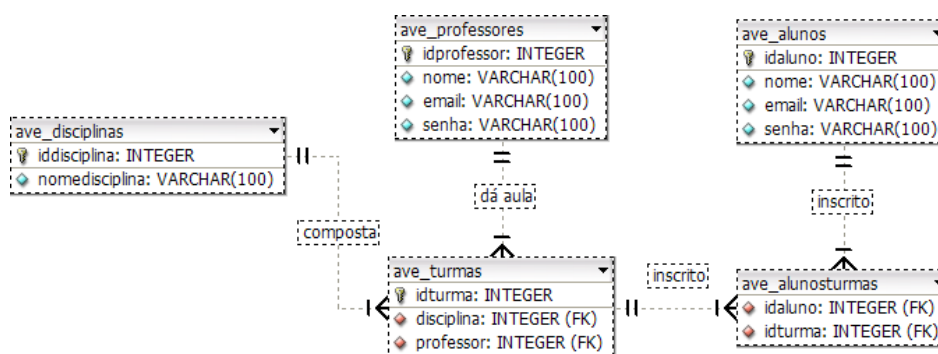


Figura 34 - Modelo de dados necessários para integração do AVA3D

O nome dessas entidades não necessariamente precisam ser os dispostos no modelo sendo esses especificados na entidade **ave_configuracoes** e atributos precedidos por “tab_” e o nome da respectiva entidade (ver modelo de dados do AVA3D disponível no Apêndice 2).

Para a integração é recomendável que esse possua o recurso de criação de visões (views), embora possa ser possível a criação de uma rotina que alimente tabelas do banco como as visões apresentadas. A opção de uso de visões é mais interessante devido a algumas vantagens.

Uma visão é uma representação customizada dos dados de uma ou mais tabelas ou de outra visão. A visão pode ser considerada como uma consulta armazenada ou uma tabela lógica, sendo que não contém dados próprios, mas pode ser usada como uma janela através da qual os dados podem ser vistos. Assim, a visão não ocupa espaço físico para armazenamento de dados. A utilização de visões é útil por (GONZAGA, 2007):

- Restringir o acesso aos dados;
- Esconder a complexidade de uma consulta;
- Permitir a independência dos dados; e
- Exibir diferentes visões do mesmos dados.

Por esses motivos a utilização de visões se apresenta como a melhor opção para realização da integração dessa aplicação, evitando a redundância dos dados e mantendo a segurança do sistema já presente na instituição.

Integração com o ambiente Moodle

O Moodle é um AVA utilizado por uma grande gama de instituições e cursos. Por sua popularidade, foi realizado como estudo de caso uma integração do ambiente proposto com o ambiente Moodle e posterior especificação necessária para realização da integração. Vale lembrar que o Moodle é um entre vários AVA disponíveis e utilizados, citando como exemplo de outros ambientes o TelEduc (<http://www.teleduc.org.br>), Blackboard (<http://www.blackboard.com>) e o Amadeus LMS (<http://amadeus.cin.ufpe.br>).

O Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), ou ambiente modular dinâmico de aprendizagem orientado a objeto, é um software livre e gratuito que consiste em um ambiente de EaD, tendo seu desenvolvimento iniciado na década de 90 pelo australiano Martin Dougiamas, quando trabalhava como webmaster na Curtin University of Technology, na Austrália (COLE, 2005).

Somente no ano de 2002 após vários protótipos foi lançada a versão 1.0, a qual se restringia a pequenos grupos de pessoas de nível universitário. Desde então, uma série de novas versões vem sendo disponibilizadas sempre oferecendo novos recursos, melhor escalabilidade e melhor desempenho. Hoje sua comunidade engloba desde escolas primárias e secundárias até universidades, organizações sem fins lucrativos e empresas privadas (COLE, 2005).

Para o teste de integração do AVA3D com o ambiente Moodle, foi utilizada a versão disponível 1.9.1 (última versão estável disponibilizada até a data de

realização do teste) em uma instalação utilizando como banco de dados o PostgreSQL, versão 8.2.

Em sua instalação padrão o Moodle cria um total de 198 tabelas, mas dessas apenas 5 delas são necessárias para a integração com o AVA3D. Essas tabelas são mostradas no modelo ER disposto na Figura 35. As tabelas mostradas no modelo também não são completas e são mostrados apenas os atributos pertinentes a integração.

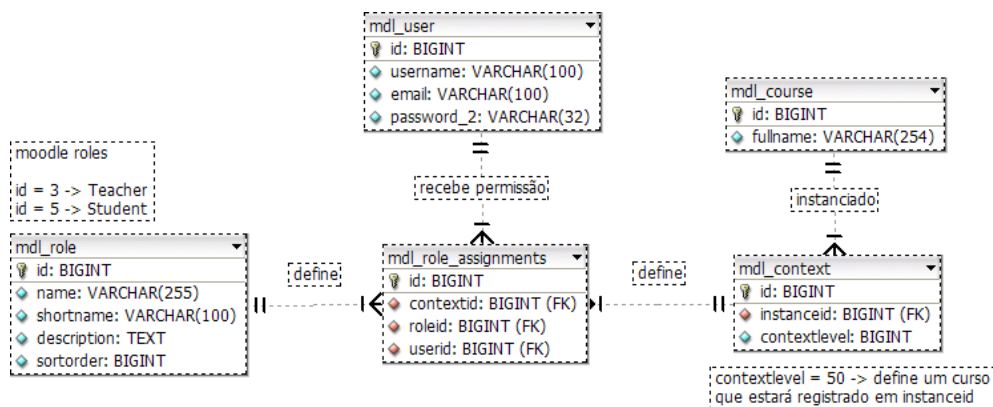


Figura 35 - Modelo ER das tabelas do Moodle para a integração com o AVA3D

Para o Moodle, não existe um cadastro para aluno, professor ou qualquer outro perfil até ser dado um papel a um usuário em um determinado curso. Seu funcionamento é feito da seguinte forma:

- **mdl_user**: tabela de usuários. Onde são cadastros todos os usuários que podem ter acesso ao ambiente Moodle;
- **mdl_course**: são os cursos criados no ambiente Moodle;
- **mdl_role**: tabela dos papéis. Onde são definidos os perfis de acesso. Nessa tabela, se for mantido o padrão, os identificadores dos perfis de interesse são os de número 3 e 5, que correspondem a professor e aluno respectivamente;
- **mdl_role_assignments**: tabela que relaciona o contexto do usuário ao curso; e
- **mdl_context**: determina o nível do contexto com relação aos cursos. Esta tabela é alimentada quando acontece o evento da inscrição de um aluno.

Para determinar através da tabela **mdl_context** qual o identificador do curso, é preciso observar o atributo *contextlevel*. O atributo *contextlevel* contendo o valor 50 terá no atributo *instanceid* do respectivo registro contendo o identificador do curso. Os demais contextos não são necessários para a integração com o AVA3D.

Tendo conhecimento das tabelas e atributos necessários do Moodle para a integração e o formato das visões necessárias para o AVA3D, é disposto no Quadro 1 as respectivas instruções SQL para criação das visões.

Quadro 1- Instruções SQL necessárias para criação das visões com o Moodle

Visão	Instrução SQL
Aluno	CREATE VIEW ave_alunos AS SELECT id AS idaluno, username AS nome, email, password AS senha FROM mdl_user WHERE id IN (SELECT userid FROM mdl_role_assignments WHERE roleid = 5)
Professor	CREATE VIEW ave_professores AS SELECT id AS idaprofessor, username AS nome, email, password AS senha FROM mdl_user WHERE id IN (SELECT userid FROM mdl_role_assignments WHERE roleid = 3)
Disciplinas	CREATE VIEW ave_disciplinas AS SELECT id AS iddisciplina, fullname AS nomedisciplina FROM mdl_course;
Turmas	CREATE VIEW ave_turmas AS SELECT id AS idturma, instanceid AS disciplina, _____ AS professor FROM mdl_context, mdl_role, mdl_role_assignments AS as WHERE mdl_role.id = as.roleid AND as.contextid = mdl_context.id AND contextlevel = 50;
Alunos matriculado na turma	CREATE VIEW ave_alunosturmas AS SELECT userid AS idaluno, contextid AS idturma FROM mdl_role_assignments WHERE roleid = 5;

Integração com o portal Saúde + Educação

A estrutura de tabelas, do portal Saúde + Educação, necessárias para a integração com o AVA3D é apresentada na

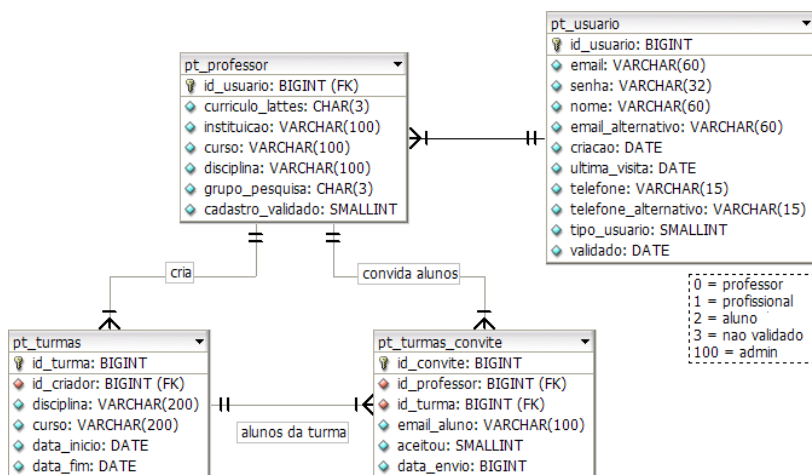


Figura 36 e a descrição de cada tabela e os atributos importantes para a integração é feita a seguir:

- **pt_usuario:** tabela de usuários. Onde são cadastros todos os usuários. Através do atributo **tipo_usuario** é definido se esse usuário é um professor, profissional, aluno, administrador, ou se não foi validado o cadastro por um administrador e por isso fica indefinido;
- **pt_professor:** essa tabela armazena dados do professor quando o atributo **tipo_usuario**, da tabela **pt_usuario**, identifica o cadastro de um professor;
- **pt_turmas:** onde são definidas as turmas. O atributo **data_fim** define a data de encerramento da turma, sendo assim, sendo a data maior do que a data atual, a turma é ativa, caso contrário, a turma já foi encerrada; e
- **pt_turmas_convite:** onde são definidos os alunos que fazem parte da turma. O professor cria uma turma e convida alunos para fazer parte da turma. O atributo **aceitou** define se o convite foi aceito pelo aluno e somente assim o aluno é considerado integrante da turma. Aceitando o convite, o atributo **aceitou** armazena o número do **id_usuario** da tabela **pt_usuario**.

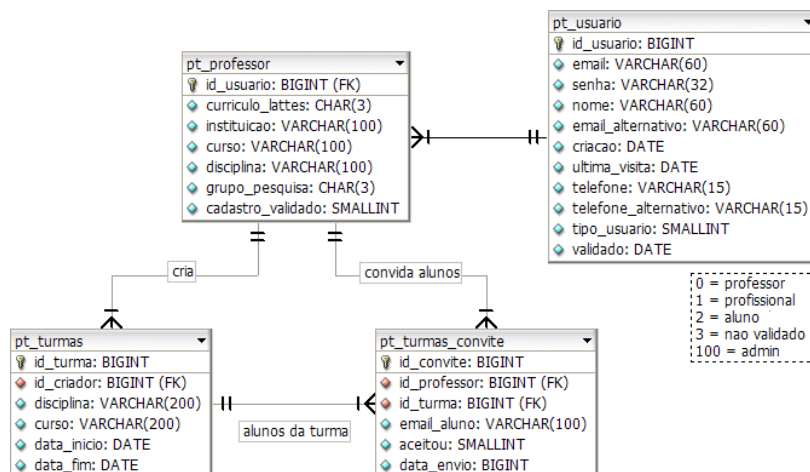


Figura 36 - Visões necessárias para aplicação e integração com o AVA3D

Tendo conhecimento das tabelas e atributos necessários do portal Saúde + Educação para a integração e o formato das visões necessárias para o AVA3D, é disposto no Quadro 1 as respectivas instruções SQL para criação das visões.

Quadro 2- Instruções para criação das visões para o portal Saúde + Educação

Visão	Instrução SQL
Aluno	<pre>CREATE VIEW ave_alunos AS SELECT id_usuario AS idaluno, nome, email, senha FROM pt_usuario WHERE id_usuario IN (SELECT aceiteu FROM pt_turmas_convite)</pre>
Professor	<pre>CREATE VIEW ave_professores AS SELECT id_usuario AS idaprofessor, nome, email, senha FROM pt_professor INNER JOIN pt_usuario USING (id_usuario) WHERE tipo_usuario = 0 AND validado <> 0;</pre>
Disciplinas	<pre>CREATE VIEW ave_disciplinas AS SELECT id_turma AS iddisciplina, disciplina AS nomedisciplina FROM ave_turmas; WHERE data_fim <= now();</pre>
Turmas	<pre>CREATE VIEW ave_turmas AS SELECT id_turma AS idturma, disciplina, id_criador AS professor FROM pt_turmas WHERE data_fim <= now();</pre>
Alunos matriculado	<pre>CREATE VIEW ave_alunosturmas AS SELECT aceiteu AS idaluno, id_turma AS idturma</pre>

na turma	FROM pt_turmas_convite WHERE aceitou <> 0;
----------	---

Nas visões criadas, foi permitido o acesso de usuários mesmo que esses não tivessem nenhuma turma. Sendo assim, mesmo que o usuário nunca tenha sido convidado para participar de uma turma, ou suas turmas não existam mais, ele terá acesso ao AVA3D, embora não tenha acesso a nenhuma sala (mas pode utilizar os ambientes adicionais). É possível impedir esse tipo de acesso redefinindo as visões fazendo a verificação se a turma ainda é ativa (o atributo **data_fim** da tabela **pt_turmas** é maior que a data atual).

APÊNDICE 2 – DESCRIÇÃO DO MÓDULO WEB

O módulo web tem início com a solicitação de acesso ao ambiente (representado através da Figura 37). Ao acessar o ambiente é solicitado um *login* e uma senha de acesso. O *login* é o endereço de e-mail do usuário (podendo esse ser um professor ou um aluno). Tanto o endereço de e-mail, quanto a senha de acesso devem ser os utilizados para acesso a outros sistemas da instituição e que são fornecidos pelas visões.



Figura 37- Tela de autenticação para acesso ao sistema

Tendo acesso ao sistema, a tela ilustrada na Figura 38 é exibida. Nela é possível observar:

1. **Menus de acesso:** mostram as áreas disponíveis no ambiente. Essas áreas podem variar de acordo com o especificado na instalação;
2. **Menu extra:** exhibe opções extras de acesso, permitindo acesso ao site da biblioteca (caso tenha sido indicado um na instalação) e acesso ao manual de uso do ambiente;
3. **Mural de recados:** através do mural é exibido inicialmente o tempo para início da próxima aula agenda (se existir) e em seguida possíveis mensagens do mural; e
4. **Logoff:** disponível para sair do sistema. Sendo utilizada essa opção, o usuário terá sua autenticação no ambiente encerrada e retorna a tela de *login*.



Figura 38 - Tela inicial do ambiente após ter o acesso autorizado

As Figura 39, Figura 40 e Figura 41 apresentam, respectivamente, as telas de cronograma, ementa e avaliações, que permitem a gerencia dessas áreas. As telas mostradas são as acessadas por um professor e diferem das dos alunos com relação ao formulário e ações possíveis. Os alunos, ao acessar essas áreas, somente podem visualizar as informações já cadastradas.



Figura 39 - Tela de gerenciamento de cronograma

IEB UFSC logoff
AVE - Ambiente Virtual de Ensino

Conteúdo
Material
Ementa
Avaliações
Fórum
Recursos
Aulas ao vivo
Manual do AVE3D

Ementa
Cadastro de unidade curricular

Ementa:

Bibliografia: Almeida, M. E. B. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. Educação e pesquisa, São Paulo, v.29, 2003.
Burdea, G.; Coffet, P. Virtual Reality Technology. Wiley-Interscience, 1994.
CAMSTUDIO. What is it? Disponível em <http://camstudio.org>

Observações gerais: Nenhuma observação geral.

Disciplina: teste
Professor: Prof. Benjamin

Ementa: Texto da ementa da disciplina.
Bibliografia: Almeida, M. E. B. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. Educação e pesquisa, São Paulo, v.29, 2003.
Burdea, G.; Coffet, P. Virtual Reality Technology. Wiley-Interscience, 1994.
CAMSTUDIO. What is it?. Disponível em . Acesso em 20/06/2008.
Observações gerais: Nenhuma observação geral.

Figura 40 - Tela de gerenciamento de ementa

IEB UFSC logoff
AVE - Ambiente Virtual de Ensino

Conteúdo
Material
Ementa
Avaliações
Fórum
Recursos
Aulas ao vivo
Manual do AVE3D

Agendar Avaliação

Título:

Descrição:

Data de entrega: 03/07/2008

Avaliações

	Descrição	Ação
Nova avaliação		
Cadastro de uma nova avaliação		Excluir
Data de entrega: 03/07/2008		

Figura 41 - Tela de gerenciamento de avaliação

O fórum é uma área que permite à turma trocar experiências e se comunicar como um grupo, sendo as mensagens mantidas armazenadas para posteriores consultas. A implementação do fórum do ambiente AVA3D é simplificada, permitindo apenas funcionalidades básicas com criação de tópicos e respectivas respostas. A tela apresentada na Figura 42 mostra funcionalidades apontadas:

1. Os tópicos criados, a data em que foram criados e o número de comentários que o tópico obteve;
2. Tendo sido selecionado um dos tópicos, são mostradas suas respostas, indicando a data em que foram escritas;
3. Para acrescentar uma nova resposta ao tópico, basta que essa seja escrita e em seguida clicado no botão “Responder”;
4. Possibilita a criação de um novo tópico, sendo necessário especificar um título para o tópico e um texto correspondente.

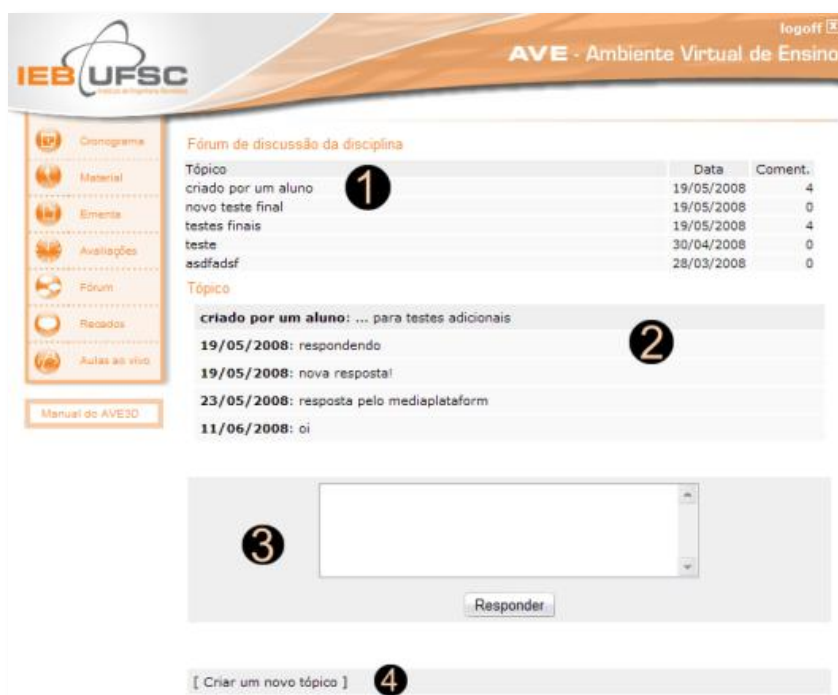


Figura 42 - Tela do fórum do ambiente

A Figura 43 mostra a tela da área de recados. Essa é a área destinada a recados individuais com alunos e/ou professor. Através do apontamento 1 é possível observar quem escreveu o recado e seu assunto, bem como a data e hora que o recado foi enviado. Antes do nome do remetente é possível observar uma letra “L” que indica que o recado já foi lido (caso contrário seria encontrado a letra “N” – de nova).

O apontamento 2 da Figura 43 é mostrado quando o usuário solicita a criação de um novo recado (através do apontamento 3). Para o envio de um novo recado deve ser selecionado um destinatário. O destinatário é selecionado de uma lista que oferece o nome do professor da turma, e os demais alunos, além da

opção de “Enviar para todos”. Em seguida deve ser informado o assunto e a mensagem.



Figura 43 - Tela da funcionalidade de recados

O envio de recado através do destinatário “Enviar para todos”, além de enviar o recado para cada um dos alunos da turma e professor, também disponibiliza o recado no mural de recados disponibilizado ao se autenticar no módulo web.

Outra funcionalidade do módulo web é a disponibilização de material (ilustrada através da Figura 44). O apontamento 1 mostra os arquivos que foram enviados pelo professor da disciplina. Para cada um dos materiais, o professor pode optar por remover o material da turma ou optar por fazer o download (baixar) o material. A opção de remover não exclui completamente o material, apenas retira-o da turma em questão. O material permanece no arquivo do professor e pode ser acessado através da opção “Importar meus materiais” (observado no apontamento 4).

A listagem dos materiais do professor pode ser vista no apontamento 3. Se a opção “Excluir definitivamente” for escolhida para o material, esse material será excluído e ficará irrecoverável. A opção “Importar para essa turma”, permite colocar o material para a turma. Somente são listados os materiais que o professor possui e que não adicionou para uso da turma. Mesmo que a turma não

exista mais, os materiais permanecem e é possível adicionar o mesmo material em mais de uma turma.

O apontamento 2 mostra os materiais enviados por alunos. Se o professor escolher a opção “Remover”, o material será excluído definitivamente, ao contrário da opção de remover, do material do professor. A opção “Pegar para si” faz com que o material passe a ser do professor, sendo utilizada quando o professor sentir interesse em tê-lo. A opção “Baixar” faz o download do material.

The screenshot displays the 'Materiais' management interface in the AVE system. It features a sidebar with navigation icons and a main content area with two tables. The first table, 'Materiais do professor', contains one entry: 'teste de posicionamento.....' with a circled '1' and actions '[Remover]' and '[Baixar]'. The second table, 'Materiais dos alunos', contains one entry: 'teste de posicionamento DO ALUNO 2' with a circled '2' and actions '[Remover]', '[Pegar para si]', and '[Baixar]'. Below the tables is a search bar with 'teste de posicionamento..... 2' and 'alunos.arff' entered, and a circled '3'. At the bottom, there are buttons for '[Excluir definitivamente]', '[Importar para essa turma]', and a circled '4' next to '[Adicionar novo material]' and '[Importar meus materiais]'.

Figura 44 - Tela de cadastro de materiais

APÊNDICE 3 – MODELAGEM DA APLICAÇÃO

A modelagem desse projeto foi criada utilizando os diagramas UML (Unified Modeling Language - Linguagem Unificada de Modelagem) de classes, casos de uso e de sequência. Os diagramas de casos de uso foram feitos das funcionalidades com maior complexidade de entendimento, juntamente com seu cenário principal, exceção e alternativos. Os diagramas de sequência foram feitos para os cenários de casos de uso que se considerou importante mostrar. A modelagem também consistiu na criação do diagrama Entidade-Relacionamento do banco de dados.

Diagrama de classes

O diagrama de classes modela definições e os principais recursos, representando pessoas, materiais, informações e comportamentos, para a correta operação do sistema, apresentando classes e seus relacionamentos. O diagrama de classes, apresentado na Figura 45, apresenta as classes presentes nessa aplicação (PENDER, 2004).

As classes **professor** e **aluno** são especializações da classe chamada **usuário** e representam os possíveis usuários do sistema. Embora todos os usuários tenham acesso as mesmas classes, seus acessos aos métodos são diferentes, tendo o professor acesso a uma maior quantidade de métodos, principalmente no que se refere aos de cadastro, alteração e exclusão.

Turmas são instanciadas através da classe **turmas** e por isso esta é associada à maioria das classes presentes na aplicação.

A classe **configurações** armazena as informações iniciais para funcionamento da aplicação. Nela são definidos os nomes para as tabelas/visões criadas para armazenar os alunos, professores, disciplinas e turmas disponíveis. Essa classe também determina se existe o link para um site de biblioteca da instituição, o endereço para o servidor RTMP e se o ambiente deverá disponibilizar as opções de ementa, avaliações e cronograma.

As classes **ementa**, **avaliações** e **cronograma** são responsáveis pelo gerenciamento das opções que levam seus nomes. Essas áreas são opcionais no ambiente e são disponibilizadas somente se estiverem habilitadas na classe **configurações**.

Embora o envio de recados (especificada na classe **recados**) seja realizada entre usuários, existe uma ligação de sua classe com a classe **turmas** já que esta fornece a listagem de alunos e professor, o que possibilita o envio das mensagens. Essa classe também está relacionada a classe **mural** que é responsável por disponibilizar mensagens na página inicial da turma. Recados são adicionados ao mural toda vez que, no envio do recado, seleciona-se a opção de envio do recado para todos os usuários da turma.

A classe **fórum** é responsável pela disponibilização de tópicos para discussão nas turmas. Essa classe possui um auto-relacionamento devido ao fato que uma resposta a um fórum possuir a mesma estrutura de criação de um tópico.

Em **materiais** são disponibilizados os documentos para download da turma. Essa disponibilização está associada a uma coordenada no ambiente virtual, provida pela classe **posionamento3D**. Essa coordenada é utilizada para alocação do material em um espaço do armário da turma, presente no AV. A classe **posionamento3D** é responsável também pelo posicionamento de objetos 3D adicionados a uma aula. Estes objetos estão contidos na classe **objeto3D** que está relacionado com a classe **aulaaovivo**.

Disponibilizações de aula faz uso da classe **aulaaovivo**. Essa classe é responsável pelo agendamento de uma aula e determinação do tempo faltante para essa. Além de poder ter um objeto 3D atribuído a aula, ela agrega a classe **sincronismodeslide** que controla a execução das aulas, fazendo o sincronismo entre os slides nas aulas ao vivo, bem como a obtenção dos tempos em aulas já gravadas.

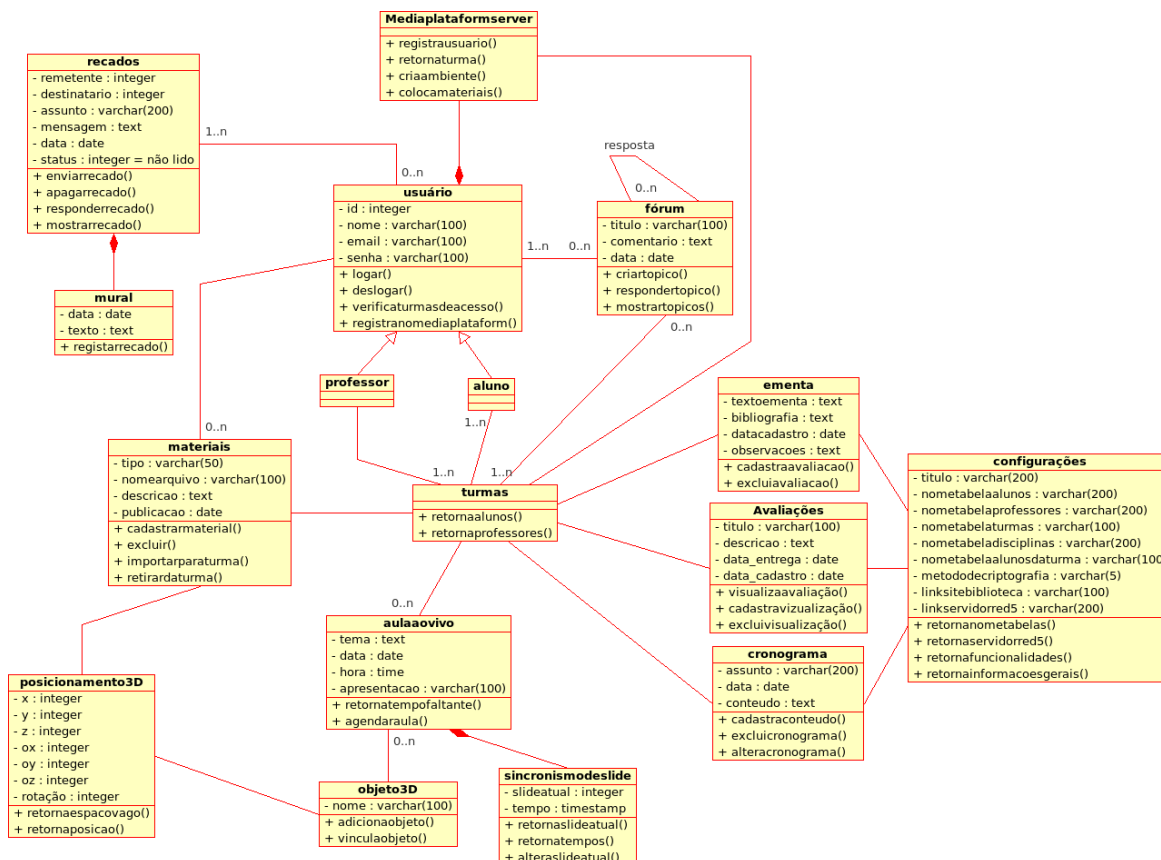


Figura 45 - Diagrama de classes do AVA3D

Diagrama de casos de uso e sequência

Casos de Uso (Use Case – UC) é um diagrama gráfico utilizado na modelagem do modo como os usuários esperam interagir junto ao sistema. Neste diagrama fica expresso quem serão os usuários relevantes, além dos serviços que estes exigem e oferecem ao sistema. Já o diagrama de seqüência é utilizado para ilustrar interações entre objetos, modelando objetos e as mensagens trocadas entre estes objetos (PENDER, 2004). O diagrama UC, seus cenários e diagramas de seqüência são mostrados a partir da Figura 46 até a Figura 52.

O digrama de UC, apresentado na Figura 46, apresenta os atores e casos de uso presentes nessa aplicação. O servidor utilizado para comunicação e controle de mundos/objetos 3D é representado pelo ator **Mediaplataform** e os usuários do sistema pelo ator **Usuário** que se mostrar como uma generalização dos atores **Professor** e **Aluno**. Os UC presentes são apenas os mais importantes da aplicação, sendo que foi optado por não disponibilizar os UC que tratam

apenas cadastros simples, para simplificar o diagrama. Os UC são explicados logo após do diagrama, bem como a especificação de seus cenários.

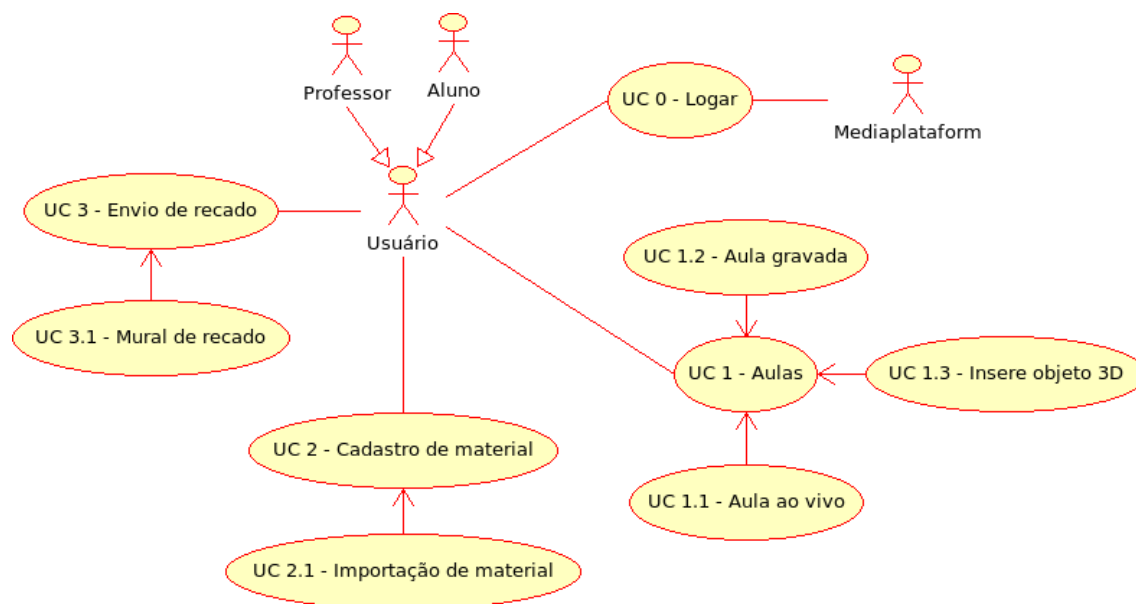


Figura 46 - Diagrama de casos de uso

UC 0 – Logar

Todos os UC possuem como pré-requisito o **UC 0 – Logar**, sendo esse responsável pela autenticação e acesso ao sistema. Esse UC possui associação entre o **usuário** e o **Mediaplataform**, pois ao ser efetuado o acesso ao sistema, o MP deve também permitir o acesso desse usuário.

Condições

- Pré-Condição: O sistema solicita dados para autenticação.
- Pós-Condição: Sistema autoriza o acesso do usuário ao sistema.

Cenários:

Solicita acesso {Principal}

1. O usuário informa dados de acesso;
2. Sistema cria usuário no MP para acesso ao ambiente 3D;
3. Sistema verifica as turmas que o usuário possui;
4. Sistema seleciona uma turma inicial para o usuário;

5. Sistema verifica materiais da turma e coloca na estante do ambiente 3D;
6. Sistema verifica o tempo para a próxima aula; e
7. Sistema mostra opções da turma para o usuário.

Dados de acesso incorretos {Exceção}

Se no passo 1, do cenário principal, os dados não estiverem corretos.

1. Sistema emite uma mensagem de erro: “Usuário ou senha incorretos. Tente novamente”.

Saída do sistema {Alternativo}

Após ter liberado o acesso ao sistema, usuário pode solicitar sua saída.

1. Sistema retira usuário do MP; e
2. Sistema desfaz o acesso do usuário.

Aula ao vivo próxima {Alternativo}

No item 6 do cenário principal, se o tempo para uma próxima aula agendada for inferior a 30 minutos.

1. Sistema verifica se existe um objeto 3D atribuído a aula; e
2. Se existir, coloca objeto 3D na respectiva sala da turma.

O diagrama de sequência do **UC 0 - Logar** é representado pela Figura 47 e apresenta a sequência com o cenário principal e o cenário alternativo de “Aula ao vivo próxima”.

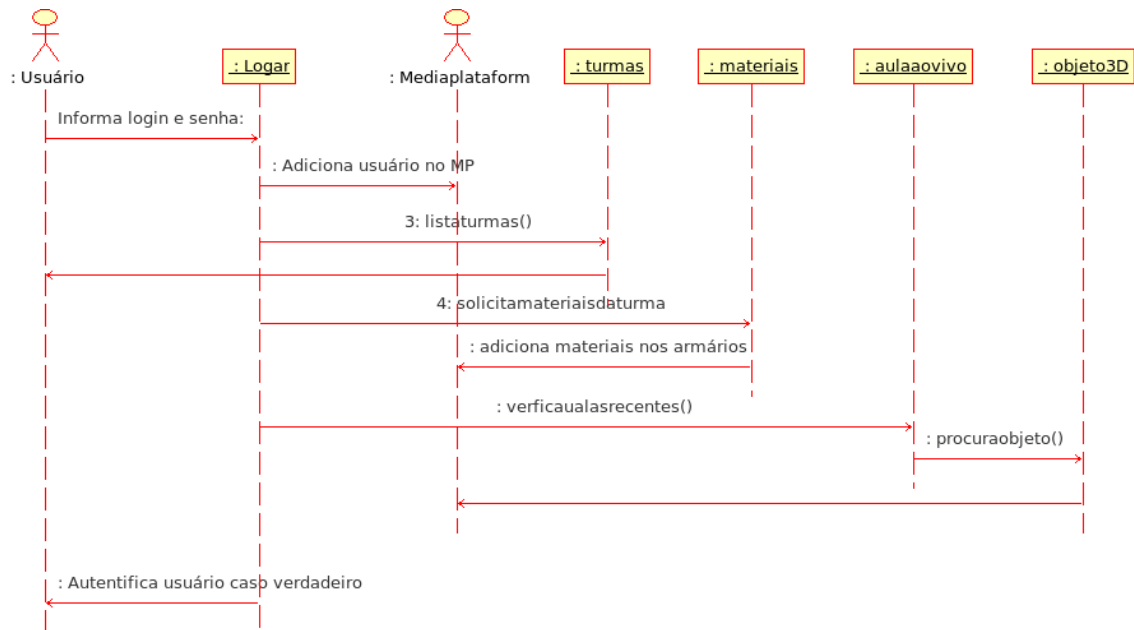


Figura 47 - Diagrama de sequência do acesso ao sistema

UC 1 - Aulas

A realização de aulas requer que essa esteja agendada e que tenha uma apresentação em formato SWF correspondente. Somente estando uma aula agendada, com seu tema e apresentação definidos, é que passa a estar apta para gravação.

Condições

- Pré-Condição: Usuário deve estar autenticado como professor.
- Pós-Condição: Aula estará agendada e disponível para gravação.

Cenários:

Agendar aula {Principal}

1. Professor informa dados da aula;
2. Professor faz o *upload* do arquivo de apresentação;
3. Sistema armazena o arquivo de apresentação; e
4. Sistema confirma o cadastro.

Dados faltantes {Exceção}

Se no passo 1 ou 2 do cenário principal, o usuário não informar os dados.

1. Sistema não habilita o cadastro.

UC 1.1 – Aula ao vivo

A transmissão de uma aula ao vivo controla o envio de áudio e/ou vídeo via *streaming*, bem como controla os *slides* da apresentação, mantendo atualizado o que o professor executa, com o que os alunos vêem.

Condições

- Pré-Condição: Aula deve ter sido agendada.
- Pós-Condição: Aula é marcada como finalizada.

Cenários:

Efetua aula ao vivo {Principal}

1. Sistema lista aulas não finalizadas;
2. Professor seleciona uma aula;
3. Sistema verifica tempo para iniciar a aula;
4. Sistema pega apresentação da aula;
5. Professor inicia a aula;
6. Sistema transmite áudio/vídeo da aula;
7. Professor avança e retrocede *slides*;
8. Sistema registra as ações sobre os slides e armazena o momento que ocorreram; e
9. Professor finaliza aula.

Tempo faltante {Exceção}

Se no passo 3, do cenário principal, o tempo for maior do que zero.

1. Sistema bloqueia o início da aula;

2. Sistema verifica o tempo faltante a cada 5 segundos até esse ser zero;
e
3. Sistema libera a transmissão da aula.

Acompanhamento de aulas {Alternativo}

Se o usuário utilizando a aula ao vivo for um aluno.

1. Aluno seleciona aula;
2. Sistema verifica tempo para iniciar a aula;
3. Sistema pega apresentação da aula;
4. Sistema transmite áudio/vídeo da aula sendo gravado pelo professor;
5. Sistema atualiza slide de acordo com o *slide* do professor; e
6. Sistema finaliza aula.

A Figura 48 apresenta o diagrama de sequência de como é realizada a transmissão de uma aula ao vivo. Tendo início a transmissão da aula, toda vez que o professor avançar ou retroceder um *slide*, esse deve ter seu registro atualizado, enquanto a ferramenta de acompanhamento do aluno deve constantemente verificar o *slide* atual para se manter atualizada.

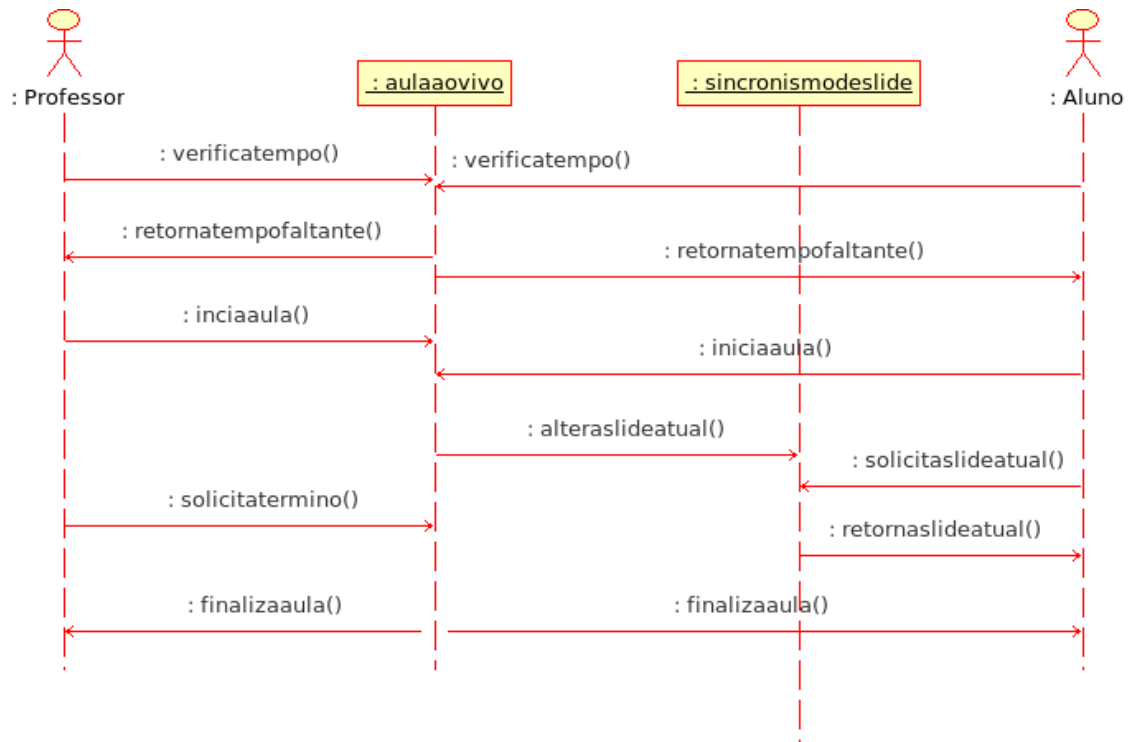


Figura 48 - diagrama de seqüência da realização de uma aula ao vivo

UC 1.2 – Aula gravada

A transmissão de uma aula gravada depende que essa tenha sido declarada como finalizada pelo professor. Para sua realização, o sistema envia a apresentação, arquivo multimídia gerado e os avanços e recuos sobre a apresentação com seus respectivos momentos de ocorrência. O diagrama de seqüência desse caso de uso é apresentado na Figura 49.

Condições

- Pré-Condição: Aula deve estar finalizada.

Cenários:

Agendar aula {Principal}

1. Sistema lista aulas finalizadas;
2. Usuário seleciona uma aula;
3. Sistema pega apresentação da aula;
4. Sistema pega tempos de avanços/recuos dos *slides*;

5. Sistema pega vídeo da aula; e
6. Sistema transmite a aula.

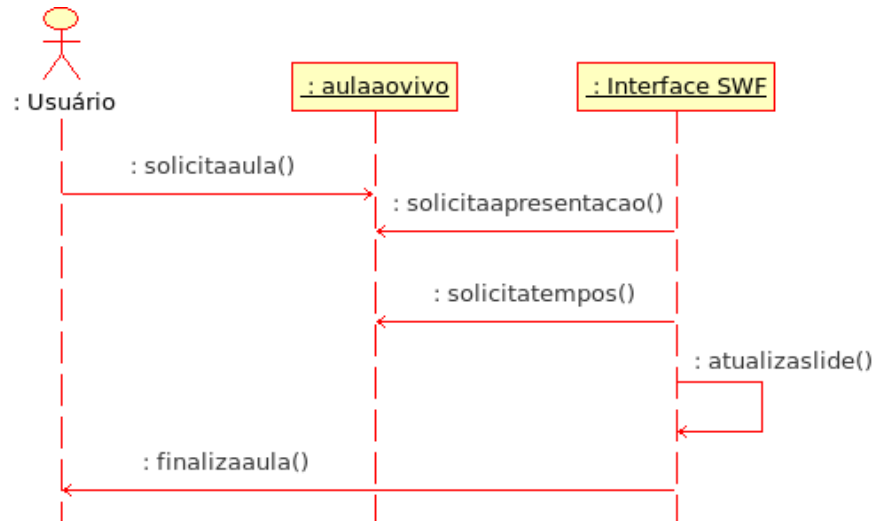


Figura 49 - Diagrama de sequência para transmissão de aulas gravadas

UC 1.3 – Insere objeto 3D

A inserção de um objeto 3D pressupõe que o objeto está devidamente preparado para ser utilizado pelo MP, sendo responsável apenas por gravar os arquivos do objeto no servidor para posterior utilização. Tendo o objeto devidamente disponibilizado, esse deve ser vinculado a uma aula agendada para sua vinculação com a aula.

Condições

- Pré-Condição: Usuário deve estar autenticado como professor.

Cenários:

Enviar objeto {Principal}

1. Professor solicita envio de objetos;
2. Professor informa os dados dos arquivos e descrição do objeto;
3. Sistema armazena os arquivos.

Vincula objeto a aula {Alternativo}

Se no passo 1, do cenário principal, o professor solicitar uma vinculação de objeto.

1. Sistema lista objetos cadastrados;
2. Sistema lista aulas que estão em aberto;
3. Professor seleciona um objeto e uma aula;
4. Sistema posiciona o objeto para o ambiente 3D; e
5. Objeto selecionado é vinculado com uma aula selecionada.

A Figura 50 apresenta o **UC 1.3 – Insere objeto 3D** com seu cenário alternativo onde, após o objeto 3D ter sido cadastrado, esse é vinculado a uma aula. O Objeto sempre precisará pegar uma posição quando é vinculado a uma aula para que possa ser visualizado nessa posição na sala do ambiente 3D. Essa posição é pré-definida e não precisa ser indicada pelo professor.

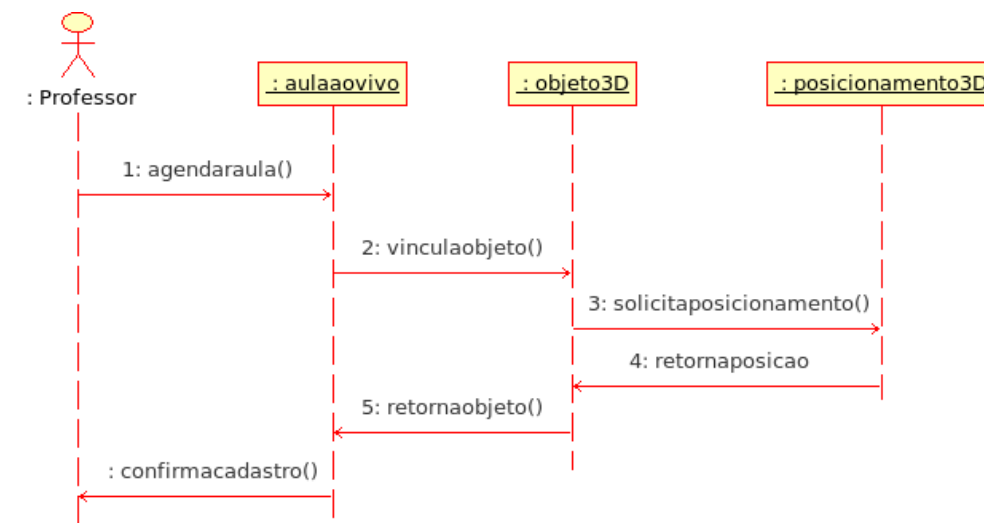


Figura 50 - Diagrama de sequência da inserção de um objeto 3D em uma aula

UC 2 - Cadastro de material

O cadastro de material é responsável por disponibilizar materiais para as turmas. Esses materiais podem ser disponibilizados tanto por professores, quanto

por alunos. Tanto no ambiente web quanto no ambiente 3D, esses materiais são mostrados distintamente, sendo que no ambiente web eles aparecem com uma indicação que são materiais enviados por alunos e no ambiente 3D estão em uma estante diferente.

Condições

- Pré-Condição: Usuário deve estar autenticado.
- Pós-Condição: Material é disponibilizado para a turma.

Cenários:

Enviar material {Principal}

1. Usuário especifica descrição do arquivo;
2. Usuário faz o *upload* de um arquivo;
3. Sistema armazena o arquivo;
4. Sistema procura um local vago na estante do ambiente;
5. Sistema registra material cadastrado para a turma sendo visualizada; e
6. Sistema confirma o envio.

Dados faltantes {Exceção}

Se no passo 1 ou 2 do cenário principal, o usuário não informar os dados.

1. Sistema não habilita o envio.

Professor retira material da turma {Alternativo}

Se professor desejar retirar um material da turma;

1. Sistema lista materiais da turma;
2. Usuário seleciona material; e
3. Material é retirado da turma, mas permanece nos materiais do professor.

Aluno envia material {Alternativo}

Se ao final dos passos do cenário principal o usuário for um aluno.

1. Sistema notifica ao professor da disciplina que o aluno cadastrou um material.

A Figura 51 mostra o diagrama de sequência da tarefa de adicionar um material exercida por um professor. O diagrama engloba o cenário principal do **UC 2**, mostrando a classe de envio do material, seu posicionamento no ambiente 3D e sua posterior disponibilização para a turma.

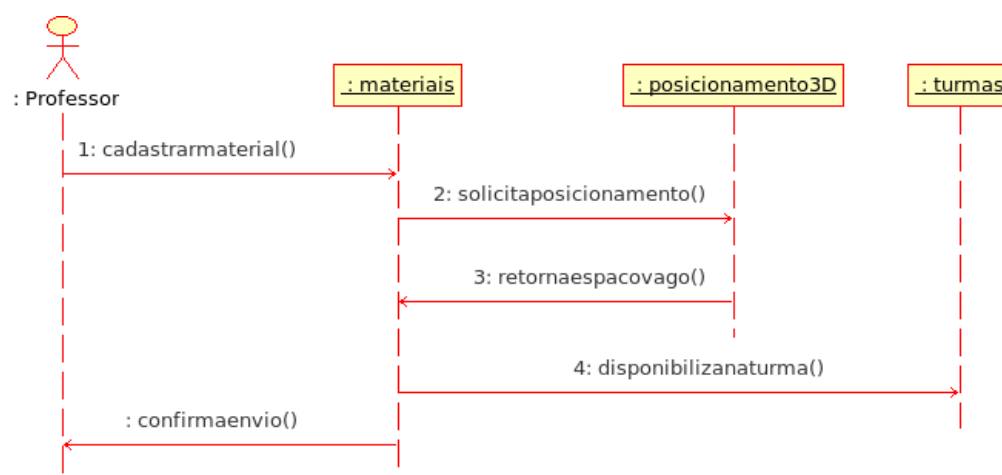


Figura 51 - Envio de material por parte do professor

A Figura 52 é a representação da sequência efetuada quando um aluno faz o cadastro de um material. Esse diagrama representa o cenário alternativo “Aluno envia material” presente no **UC 2**. Basicamente, o que esse diagrama faz é estender o representado na Figura 51, incluindo o aviso ao professor de que o aluno efetuou o cadastro de um material.

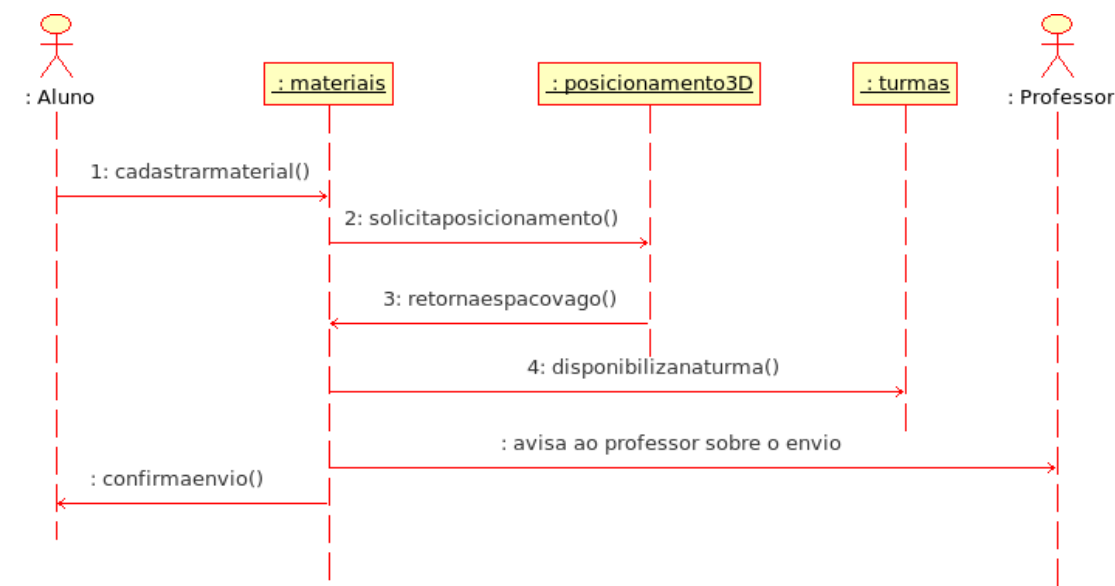


Figura 52 - Envio de material por parte do aluno

UC 2.1 - Importação de material

Esse UC estende o **UC 2 – Cadastro de material** e é responsável por importar um material já enviado pelo professor em outro momento. Embora todos os usuários possam enviar materiais, somente o professor possui essa funcionalidade de importação.

Condições

- Pré-Condição: Usuário deve estar autenticado e ser professor da disciplina.
- Pós-Condição: Material é disponibilizado para a turma.

Cenários:

Enviar material {Principal}

1. Sistema lista materiais do professor e que não estão disponíveis para a turma;
2. Professor seleciona um dos materiais para importação; e
3. Material é disponibilizado para a turma sendo visualizada.

Exclui material {Alternativo}

Se no passo 2, do cenário principal, o professor selecionar um dos materiais para exclusão.

1. Sistema exclui definitivamente o material.

Pega material do aluno {Alternativo}

Se algum material foi enviado por aluno e o professor desejar importar para si.

1. Professor seleciona o material; e
2. Material passa a ser de domínio do professor.

UC 3 – Envio de recado

A funcionalidade de recado prove uma forma de comunicação individual entre os usuários permitindo a leitura, criação de novos recados, responder recados recebidos e também incluí-los.

Condições

- Pós-Condição: Recado passa a ser visto pelo destinatário.

Cenários:

Visualizar recado {Principal}

1. Sistema lista recados do usuário;
2. Usuário seleciona um recado;
3. Sistema marca recado como lido; e
4. Sistema exibe recado.

Excluir recado {Alternativo}

Se ao final dos passos do cenário principal o usuário desejar apagar o recado.

1. Usuário solicita exclusão; e

2. Sistema exclui o recado.

Responde recado {Alternativo}

Se ao final dos passos do cenário principal o usuário desejar responder o recado.

1. Usuário solicita responder;
2. Usuário escreve a resposta;
3. Sistema envia o recado para o remetente; e
4. Sistema marca o recado como respondido.

Envia recado {Alternativo}

Se o usuário solicitar o envio de um novo recado.

1. Sistema lista usuário disponíveis (alunos e professor da turma sendo visualizada);
2. Usuário seleciona destinatário;
3. Usuário informa a mensagem e solicita o envio; e
4. Sistema informa o envio.

UC 3.1 – Mural de recado

Uma nova mensagem é colocada no mural quando algum usuário seleciona como destinatário do recado, todos os usuários da turma. Embora esse recado seja enviado para todos os usuários, ele também é adicionado ao mural, ficando disponível para todos os usuários, mesmo que esses apaguem o recado recebido.

Condições

- Pré-Condição: no **UC 3 – envio de recado** o destinatário escolhido for “Enviar para todos”.

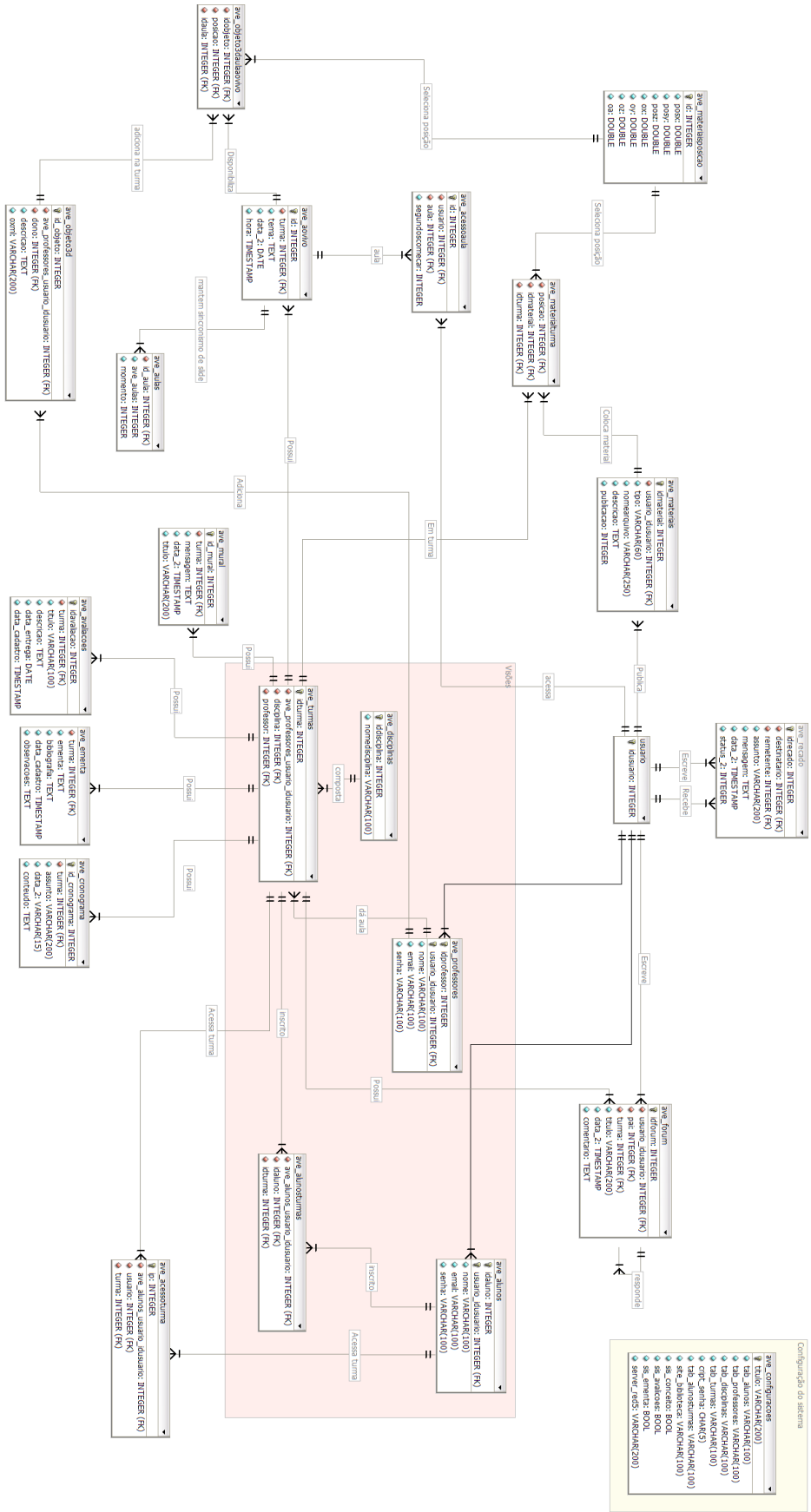
- Pós-Condição: Recado é mostrado no mural.

Cenário:

Escreve no mural {Principal}

1. Sistema envia o recado para o professor da turma e todos seus alunos;
e
2. Sistema registra recado no mural.

Diagrama ER do banco de dados



APÊNDICE 4 – ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

Roteiro de aula prática - Eletrocardiografia

Para exemplificar uma aula prática na Engenharia Biomédica através do AVA3D, foram utilizados materiais disponíveis no portal Saúde+Educação. Dentre os tutoriais disponíveis foi escolhido o “Sistema Tutorial da Plataforma Didática de Engenharia Biomédica” que tem por objetivo auxiliar o aprendizado de temas de Engenharia Biomédica. O trabalho foi desenvolvido por POSSA et al. (2008) e está disponível no portal Saúde+Educação.

Esse tutorial também tem como partes integrantes vários módulos de hardware e software desenvolvidos para auxiliarem durante a realização dos experimentos descritos nos roteiros de aulas práticas (POSSA et al., 2008).

Para essa exemplificação, foi utilizado o tópico referente ao eletrocardiograma utilizando, além de textos e imagens disponíveis no tutorial, o ambiente 3D disponível na Aula prática 3: Monitoração cardíaca de um paciente virtual. Segundo POSSA et al. (2008), essa aula prática tem como objetivo auxiliar o aluno a entender o uso de um monitor cardíaco num ambiente cirúrgico, bem como aspectos de disposição dos eletrodos no corpo do paciente e a disposição dos cabos nos eletrodos.

Para a referida aula inicialmente foi criada uma apresentação utilizando o editor Impress do OpenOffice. A apresentação é constituída de 36 slides apresentados no Quadro 3. Nessa apresentação são abordados aspectos anatômicos do coração e como este gera sinais, segundo da apresentação de como os sinais são adquiridos e possíveis interferências desses sinais. Ao final são apresentados a forma de avaliação do sinal e possíveis problemas que podem ser identificados através da leitura desses.

Quadro 3- Slides da apresentação sobre eletrocardiograma adaptados de (POSSA et al., 2008)

<h2 style="text-align: center;">ELETROCARDIOGRAFIA</h2> <p style="text-align: center;">Benjamin Grando Moreira</p> <p style="text-align: center;"><i>Universidade Federal de Santa Catarina Instituto de Engenharia Biomédica</i></p>	<h3>Objetivo</h3> <p>Auxiliar alunos de Engenharia Elétrica no desenvolvimento de algumas habilidades e conhecimentos desejáveis na área de Engenharia Biomédica: reconhecer, compreender, desenvolver e utilizar mecanismos de aquisição, amplificação e digitalização de sinais de relevância biomédica.</p>	<h3>Eletrocardiografia</h3> <ul style="list-style-type: none"> A eletrocardiografia permite abordar vários aspectos importantes dos equipamentos eletromédicos. <ul style="list-style-type: none"> Examinar as características gerais dos sinais eletrofisiológicos, os métodos de captação do sinal, as diferentes formas de processamento de sinais, de conversão analógico/digital, de transmissão a grandes distâncias, e dos chamados artefatos e interferências elétricas. Estudar as normas técnicas vigentes de construção, manutenção e uso dos equipamentos eletromédicos, além das normas relacionadas à segurança do usuário.
<h3>Eletrocardiografia</h3> <ul style="list-style-type: none"> Exame não-invasivo que registra a atividade elétrica do coração na superfície do corpo. Este registro é conhecido como eletrocardiograma (ECG). Através de sua análise, é possível diagnosticar várias patologias e verificar aspectos importantes do funcionamento do coração. 	<h3>Fisiologia cardíaca</h3> <p>Estudo da anatomia e da fisiologia cardíaca é importante para que se conheça como, onde e porque são gerados os sinais que são captados pelo eletrocardiógrafo.</p>	<h3>Anatomia Funcional do Coração</h3> <ul style="list-style-type: none"> O coração e os vasos sanguíneos formam um circuito fechado por onde circula o sangue no corpo chamado de sistema cardiovascular. O coração, através de contrações rítmicas e coordenadas das suas diversas partes, gera a força que propulsa o sangue através dos vasos sanguíneos, irrigando todas as células do corpo.
<h3>O Marca-passo e o Ciclo Cardíaco</h3> <ul style="list-style-type: none"> A contração do músculo cardíaco não depende de estímulos nervosos. Fonte interna de estímulos elétricos, conhecida como marca-passo (células especializadas conhecidas como células autorítmicas do miocárdio). O potencial de ação ocorre de maneira espontânea e rítmica. 		<h3>O Eletrocardiógrafo</h3> <ul style="list-style-type: none"> Em 1903, o médico e fisiologista alemão Willem Einthoven desenvolveu a primeira ferramenta capaz de registrar com qualidade os potenciais de ação do coração na superfície do corpo. O princípio básico de funcionamento era, através de um galvanômetro, registrar as diferenças de potencial (ddp) entre eletrodos colocados na superfície do corpo.
<h3>O Eletrocardiógrafo</h3> <ul style="list-style-type: none"> As mudanças de potencial registradas por este galvanômetro são transmitidas a um elemento de registro. Este registro das variações de voltagem, com origem nos fenômenos elétricos cardíacos, é chamado de Eletrocardiograma, ou ECG. Os eletrocardiógrafos modernos baseiam-se ainda nos princípios de funcionamento do equipamento desenvolvido por Einthoven. 	<h3>Vetor Cardíaco e Derivações do ECG</h3> <ul style="list-style-type: none"> A atividade elétrica do coração pode ser representada por um modelo simplificado de dipolo elétrico, localizado na parte central do tórax. O campo elétrico produzido por esse dipolo, representa a atividade elétrica do coração em um determinado instante de tempo. No instante seguinte, o dipolo pode mudar sua magnitude e orientação, alterando também o campo elétrico produzido. 	<h3>Triângulo de Einthoven</h3> <ul style="list-style-type: none"> Composto por três eixos onde são projetadas as componentes do vetor cardíaco no plano frontal. Cada eixo de projeção é chamado de derivação. Existem três derivações bipolares (medida entre dois pontos).
	<h3>Terminal central de Wilson</h3> <ul style="list-style-type: none"> Em 1934, Frank Wilson descreveu um método para adquirir ECG utilizando apenas um eletrodo. Possível fazer medições unipolares em toda a superfície do corpo, podendo-se inclusive, analisar componentes do vetor cardíaco no plano transversal. O ponto fraco: a amplitude dos sinais adquiridos é relativamente baixa. 	<h3>Terminal central de Wilson</h3> <ul style="list-style-type: none"> Em 1942, Emanuel Goldberger desenvolveu um método para aumentar em 50% a amplitude das derivações VL, VR e VF, propostas por Wilson. As derivações aumentadas de Goldberger, somadas às derivações de Einthoven, formam as 12 derivações utilizadas atualmente no ECG clínico.

		<h3>Eletrodos de Biopotenciais</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Atua como um transdutor entre as correntes iônicas, presentes no corpo, e a corrente elétrica, registrada pelo eletrocardiografo. • A transdução entre a corrente iônica e a corrente elétrica ocorre na interface eletrodo-eletrólito através de reações químicas conhecidas como oxidação (perda de elétrons) e redução (ganho de elétrons).
	<h3>A Cadeia de Aquisição</h3> <ul style="list-style-type: none"> • A principal característica desejável é preservar a informação contida na forma de onda do sinal original. 	<h3>Artefatos e Interferências Elétricas</h3> <ul style="list-style-type: none"> • O sinal de ECG tem uma amplitude relativamente baixa. • Os artefatos são deformações momentâneas nos sinais elétricos.
<h3>Descargas de outros equipamentos</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Artefatos causados pelas descargas de outros equipamentos eletromédicos conectados ao paciente. • Acrescentar às entradas de derivação, circuitos de proteção que limitam a amplitude máxima do sinal. 	<h3>Artefatos de movimento</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Podem ser utilizados eletrodos flutuantes 	<h3>Interferências elétricas</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Podem durar todo o período do exame. • As fontes mais comuns de interferência elétrica são: a rede elétrica; e as transmissões eletromagnéticas de grande potência, como emissores de rádio e TV.
<h3>Interferências elétricas</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Rede elétrica: Utilizar cabos blindados nas derivações e aterrando suas blindagens na blindagem do eletrocardiografo. • Transmissões eletromagnéticas de grande potência: enrolar os cabos de derivação até próximo ao paciente, diminuindo a área do loop fechado da antena. 	<h3>ECG</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Alguns parâmetros no traçado do eletrocardiograma, como sua morfologia, amplitude e duração de eventos do sinal, são considerados durante a avaliação do exame de ECG, e determinam as condições de funcionamento do coração. • Dentre os distúrbios do ritmo cardíaco que podem ser registrados e diagnosticados no eletrocardiograma, estão alterações metabólicas no organismo, cardiopatias e arritmias cardíacas, entre outros. 	
<h3>Avaliação do ECG</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Quando um eletrocardiograma é avaliado pelo especialista, vários parâmetros são analisados: amplitude das ondas que formam o sinal, os intervalos de duração entre eventos, a morfologia. É avaliado até se o sinal é arredondado ou mais pontiagudo. • Como exemplo, vamos analisar a representação de uma onda P. 	<h3>Avaliação do ECG</h3> <ul style="list-style-type: none"> • A primeira porção da onda P representa a atividade do átrio direito e a segunda, do átrio esquerdo, com um tempo de até 0,03s entre essas ativações. A voltagem ou altura máxima é de 2,5 mm ou 0,25 mV. Possui forma arredondada e suas porções aproximadamente simétricas. 	
<h3>Arritmias</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Quando a formação do estímulo elétrico é regular, mas inferior a 60 batimentos por minuto, dizemos que o indivíduo está sofrendo de bradicardia. • Se a frequência for superior a 100 batimentos por minuto dizemos que o indivíduo está sofrendo de taquicardia. 	<h3>Arritmias</h3> <ul style="list-style-type: none"> • O bloqueio cardíaco ocorre pela incapacidade que o sistema de condução possui em conduzir os estímulos elétricos pelo coração. São classificados de acordo com o local em que ocorrem, átrio ou ventrículo, e de acordo com a intensidade ou dano provocado no sinal. • A fibrilação ventricular é a condução rápida e desordenada dos impulsos elétricos. Dessa forma o coração não bombeia sangue suficiente. 	

Essa aula também faz uso de uma animação disponível no website do livro "Human Anatomy" (KCKINLEY & O'LOUGHLIN, 2006). A animação mostra a

condução do impulso elétrico do coração (a Figura 53 ilustra essa animação). Essa animação ajuda a mostrar a questão do marca-passo e ciclo cardíaco.

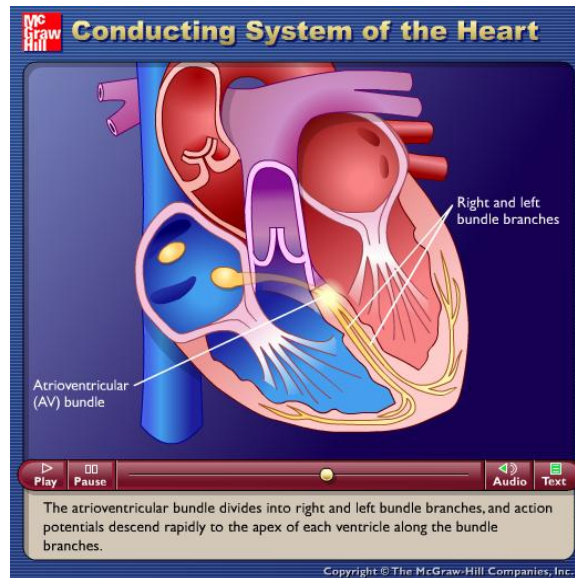


Figura 53 – Animação da condução de impulso elétrico do coração (MCKINLEY & O'LOUGHLIN, 2006)

A aula deve ter início através da apresentação dos slides e da animação designada, sendo essa aula realizada ao vivo e com a interação dos alunos e professor, podendo o professor avançar e retroceder slides conforme for necessário. O uso da animação deve ser realizado entre os slides 10 e 11 que são pertinentes ao assunto da animação, embora o professor possa retornar a animação para auxiliar na exemplificação de algum outro aspecto da apresentação.

Ao final da explicação o professor deve solicitar aos alunos o encaminhamento para o ambiente adicional para monitoração cardíaca de um paciente virtual. O ambiente em questão é parte da dissertação de Felipe Chaves Santos, do IEB-UFSC. No AVA3D esse ambiente está nomeado como “Experimento ECG” e é ilustrado na Figura 54.



Figura 54 – Experimento 3D de uma captação de ECG

Nesse ambiente o aluno irá encontrar um paciente virtual e um equipamento de ECG, sendo necessário assim posicionar os eletrodos que estão em cima da mesa, no paciente virtual e realizar a captação dos sinais. Também se faz necessário colocar os terminais nos eletrodos dispostos no paciente virtual. Em seguida, esses sinais podem ser observados através do monitor cardíaco, podendo efetuar as ações: ajustar o valor mínimo de frequência cardíaca para que o alarme visual e sonoro toque; ajustar o valor máximo de frequência cardíaca para que o alarme visual e sonoro toque; ativar o alarme de frequência cardíaca; e fazer a mudança das derivações, para visualizar outras derivações na tela do monitor cardíaco.

Opção ao ambiente 3D

Devido à falta de modelos 3D disponíveis (conforme Sessão 5) esse roteiro também irá mostrar uma forma alternativa para a realização da experimentação. Vale lembrar que a alternativa acaba perdendo a questão de imersão no ambiente, mas consegue mostrar a questão de posicionamento dos eletrodos e captação dos sinais.

Ao invés de uma ambiente 3D, foi utilizada uma animação que permite a interação do usuário e efetua ao semelhante ao do ambiente 3D. Essa animação

foi encontrada no website da Nobel Prize e compreende uma prática clínica onde 4 pacientes devem ter seus sinais de ECG lidos. Cada um dos pacientes deve ter os eletrodos posicionados em seu corpo e em seguida são mostrados os sinais, podendo o usuário escolher as diversas derivações. A Figura 55 ilustra a animação.

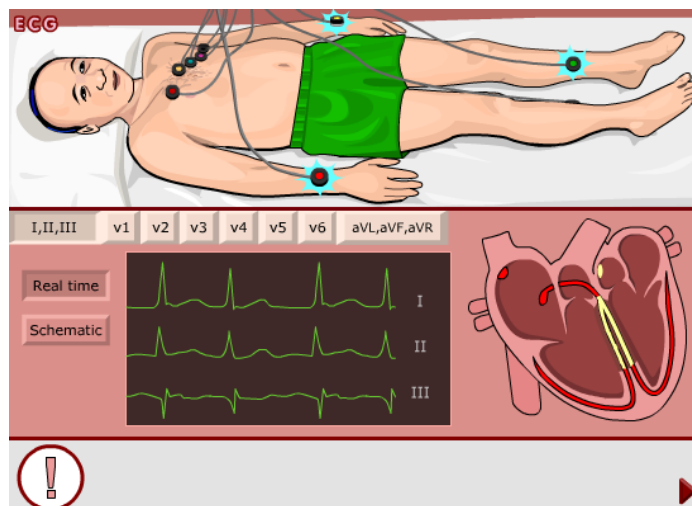


Figura 55 – Animação da leitura de sinais de ECG lidos do paciente (NOBEL FOUNDATION, 2008)

APÊNDICE 5 – Questionário de Avaliação

Questionário para Avaliação do AVA3D

Instruções: Assinale com um **X** a nota mais apropriada para cada afirmação abaixo. O significado de cada nota é o seguinte:

- 3** = Concordo plenamente, com muita ênfase (muito, sempre, etc.)
- 2** = Concordo parcialmente (um pouco, às vezes, etc.)
- 1** = Discordo um pouco, com pouca ênfase (acho que não, quase nunca, etc.)
- 0** = Discordo fortemente, com muita ênfase (absolutamente não, nunca, etc.)
- NA** = Não aplicável.

Pergunta	3	2	1	0	NA
1. O padrão de cores utilizado no tutorial é agradável (fonte, legendas, glossário, figuras, etc).					
2. As informações disponíveis no sistema são precisas.					
3. Os recursos visuais (animações, figuras) incluídas no ambiente ajudam a apresentar os conceitos.					
4. A visualização do ambiente é nítida.					
5. Existe um fácil acesso e visível para a parte inicial do sistema.					
6. O sistema prove outros materiais interessantes externos ao ambiente.					
7. É possível aprender através do sistema.					
8. O sistema possui uma ajuda que pode ser visto a qualquer tempo.					
9. O sistema é fácil e interessante de ser explorado.					
10. As informações e materiais apresentados são consistentes (parecem estar bem fundamentadas).					
11. Existe um menu ou área para iniciar e permitir conhecer o conteúdo do ambiente.					
12. Eu posso controlar a velocidade que se utiliza o sistema.					
13. As informações contidas no sistema são interessantes.					
14. As informações do sistema são atualizadas.					
15. O propósito do sistema está claro.					
16. A navegação pelo ambiente não requer habilidade ou experiência especial.					
17. A variedade de formatos (textos, imagens, sons) mantém minha atenção.					
18. As informações do sistema são úteis para mim.					
19. Todas as informações do sistema são apresentadas usando linguagem e estilo claros e consistentes.					
20. O sistema não apresentou falhas em relação ao acesso aos ambientes (mostrou um ambiente que não estava acessível).					
21. O sistema é inovador e com funcionalidades únicas para torná-lo mais interessante.					
22. O sistema permite a comunicação com o professor e alunos.					
23. Os textos e indicações do ambiente são bem escritos, sem erros gramaticais ou outros tipos de erros.					

24. A todo tempo, eu posso controlar as informações e ambientes que eu quero ver.					
25. Existem coisas surpreendentes no sistema.					
26. O sistema permite a interatividade.					
27. As instruções de uso do sistema são simples e claras.					
28. Todos os acessórios utilizados durante as experiências funcionaram do modo como eles deveriam funcionar.					
29. O layout dos ambientes é atraente.					
30. Existem somente informações importantes ou relevantes no sistema.					
31. Não importa onde eu esteja no ambiente, ou o que esteja fazendo, eu posso retornar para o corredor ou sair.					
32. O tempo previsto para aparecerem os ambientes, imagens e animações na tela é razoável.					

Antes de responder as próximas perguntas, volte a cada afirmação em que você assinalou **NA** (não aplicável) e anote uma pontuação baseado no seguinte critério:

0 ponto se o sistema seria beneficiado se tivesse incluído este item.

1 ponto se o sistema não necessita deste item.

2 pontos se o sistema fica melhor sem a inclusão deste item.

Você se importaria em ter aulas através desse sistema? () **Não** () **Sim**

Qual é a melhor característica sobre AVA3D? _____

O que precisa de melhoria no AVA3D? _____

Agradecemos por sua contribuição neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÃO, C. M. C. J.; 2006. *Tecnologias de Streaming em Contextos de Aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação) - Departamento de Sistemas de Informação, Universidade do Minho. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6400>. Acessado em: 26/11/2008.

ADOBE; 2008. *Adobe Flash Media Server products*. Disponível em: <http://www.adobe.com/products/flashmediaserver/>. Acessado em 03/09/2008.

ALBERIO, M. V., OLIVEIRA, J. C.; 2006. *ACOnTECe-Cardio: um Ambiente COlaborativo para Treinamento em Cirurgia Cardíaca*. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY (8: Out. 2006: Belém, Pará). *Anais eletrônicos*.

ALMEIDA, M. E. B.; 2003. *Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem*. São Paulo: Educação e pesquisa.

ANATOMY3D; 1999. *3-D Anatomy for Students*. Disponível em: <http://sprojects.mmip.mcgill.ca/anatomy3d/>. Acessado em: 26/11/2008.

ARAUJO, R. B.; SILVA, A. R.; TODESCO, G.; 2006. Adapting multiuser 3D virtual environments to heterogeneous devices. *Brazilian computer society*, vol. 12.

BRAGA, M.; 2001. Realidade Virtual e Educação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, vol. 1.

BURDEA, G., COIFFET, P; 1994. *Virtual Reality Technology*. Indianapolis: Wiley-Interscience.

CAETANO, K. C.; 2006. *Desenvolvimento e avaliação de um ambiente de aprendizagem virtual em administração em enfermagem*. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/7/7131/tde-17102006-112027/>. Acessado em 26/11/2008.

CAMSTUDIO; 2007. *What is it?*. Disponível em: <http://camstudio.org>. Acessado em 03/09/2008.

COLE, J.; 2005. *Using Moodle: Teaching with the Popular Open Source Course Management System*. San Francisco: O'Reilly Media.

CRUZ, D. M.; 2001. *O professor midiático: a formação docente para a educação a distância no ambiente virtual da videoconferência*. Florianópolis. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/1327.pdf>. Acessado em 26/11/2008.

ENGLISH, J.; 2006. *Flash 8: guia autorizado Macromedia*. Rio de Janeiro: Elsevier.

FENG, D. D.; 2008. *Biomedical Information Technology*. New York: Academic Press.

FERREIRA, L. F.; BERCHT, M. 2000. Agentes pedagógicos como apoio à avaliação de competência técnica em educação médica em ambientes de RV. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (11.: 2000: Maceió, Alagoas). *Anais eletrônicos*.

GEBER, B.; 1991. Distance education. *Training*, vol. 28, num. 11, p. 57-58.

GHEORGHE, L., HASIN, H., MAIA, J. P.; 2006. *Smarty PHP Template Programming And Applications*. Birmingham: Packt.

GNECCO, B. B.; MORAES, R. M.; MACHADO, L. S.; *et al.*; 2001. Um sistema de visualização imersivo e interativo de apoio ao ensino de classificação de imagens. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY (4. : Out. 2001 : Florianópolis, Santa Catarina). *Anais Santa Catarina*, 2001. P. 291-301.

GONZAGA, L. J.; 2007. *Dominando o PostgreSQL*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna.

GREGORY, C. D.; 2003. *Streaming Media: Building and Implementing a Complete Streaming System*. Indianapolis: Wiley.

GRUNBERG, J., ARMELLIN A.; 2002. *De la presencialidad a la distancia: modelos para la incorporación del e-learning em la universidad*. Disponível em: <http://www.fagro.edu.uy/~ambiental/>. Acessado em 20/11/2007.

JANOTA, D., TULLIO, B.; 2006. *Macromedia Flash 8: OOP e PHP 5*. Rio de Janeiro: Axcel.

KIRNER, C., TORI, R.; 2006. *Realidade Virtual: Conceitos e Tendências*. Belém: SBC, 2006, vol. 2.

KRISHNA, S., FRANCISCO, B. D., BALAS, E. A.; *et al.*; 2003. Internet-enabled interactive multimedia asthma education program: A randomized trial. *Pediatrics*, vol. 111, num. Mar. 2003, pp. 503-510.

LARSON, L., COSTANTINI, R.; 2007. *Flash Video for Professionals: Expert Techniques for Integrating Video on the Web*. Indianapolis: Wiley.

LIU, C; 2000. *Multimedia Over IP: RSVP, RTP, RTCP, RTSP*. Disponível em: <http://citeseer.ist.psu.edu/467284.html>. Acessado em 03/09/2008.

MAGALHÃES, J. C. C., FREITAS, W. M., BRASIL, L. M., *et al.*; 2008. Modelagem de um Consultório Médico em 3D para auxílio às áreas de Cardiologia e Mastologia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (28.: Jul. 2008: Belém do Pará, Pará). *Anais eletrônicos*.

MCKINLEY, M., O'LOUGHLIN, V. D.; 2006. *Animation: Conducting System of the Heart*. Disponível em: http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072495855/student_view0/chapter22/animation__conducting_system_of_the_heart.html. Acessado em: 26/11/2008.

MONTEIRO, B. S., VALDEK, M. C. O., CUNHA, Í. L., et al.; 2006. Anatomia 3D: Um Atlas Digital Baseado em Realidade Virtual para Ensino de Medicina. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY (Mai. 2006: Belém). *Proceedings*. Belém. p. 13-14.

MOORE, M. G., KEARSLEY, G.; 1996. *Distance education: a systems view*. California: Wadsworth.

NOBEL FOUNDATION. *Electrocardiogram*. Disponível em: http://nobelprize.org/educational_games/medicine/ecg/. Acessado em: 26/11/2008.

OERMANN, M. H., WEBB, S. A., ASHARE, J. A.; 2003. Outcomes of videotape instruction in clinic waiting area. *Orthopaedic Nursing*, vol. 22, p. 102-105, Mar. 2003.

PARALLEL GRAPHICS; 2008. *Cortona VRML Client*. Disponível em: <http://www.parallelgraphics.com/products/cortona/>. Acessado em 03/09/2008.

PENDER, T. 2004. *UML, a Bíblia*. Rio de Janeiro: Elsevier.

PIMENTEL, K., TEIXEIRA, K.; 1995. *Virtual Reality: Through the Looking Glass*. New York: Intel.

POSSA P., RATHKE, J. E., AZEVEDO, F. M., et al.; 2008. *Plataforma Didática de Engenharia Biomédica: O eletrocardiograma*.

RAPOSO, A. B., SZENBERG, F., GATTASS, M., et al.; 2004. Visão Estereoscópica, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Colaboração. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA COMPUTAÇÃO (24.: Jul. 2004: Salvador, Bahia). *Anais eletrônicos*.

RODRIGUES, L. C. R.; KUBO, M. M ; RODELLO, I. A.; et al.; 2006. Ambientes Virtuais Distribuídos. In: *Realidade Virtual: Conceitos e Tendências*. Belém: SBC, vol. 2.

ROSA JUNIOR, O.; 2003. *LRVCHAT3D, desenvolvimento de um ambiente virtual tridimensional multiusuário para Internet*. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS3432.pdf>. Acessado em 26/11/2008.

ROSS, K. W., KUROSE, J. F.; 2001. *Computer Networking: a top-down approach featuring the Internet*. Boston: Addison Wesley.

SANTOMAURO, A. C.; 2007. Vitrine virtual, Second Life promete revolução pedagógica. *Revista Ensino Superior*, numero 105, jun. 2007.

SANTOS, F. C., DUZZIONI, M., SIQUEIRA, R. M., et al.; 2006. Uso de RV no Suporte a Exercícios de Laboratório Auto Dirigidos e Interativos em Fisiologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 10, 2006, Florianópolis. *Anais do X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*. Publicação eletrônica. p. 1295-1299.

SAÚDE+EDUCAÇÃO. *Portal de Serviços de Apoio à Educação em Áreas da Saúde e Engenharia Biomédica*. Disponível em: <http://ww.saudeeducacao.ufsc.br>. Acessado em: 26/11/2008.

SENAC; 2007. *Educação a distância mantém crescimento de 40% ao ano*. Disponível em: <http://www.sp.senac.br/jsp/default.jsp?newsID=a13247.htm>. Acessado em 03/09/2008.

SHERMAN, W. R., CRAIG, A. B.; 2003. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. San Fransisco: Morgan Kaufmann.

SMALL, R. V., ARNONE, M. P; 1999. *Website Motivational Analysis Checklist (WebMAC) Professional*. Disponível em: <http://www.marilynarnone.com/WebMACProfwithscoring.pdf>. Acessado em 26/11/2008.

SKLAR, D.; 2004. *Essential PHP Tools: Modules, Extensions, and Accelerators*. Berkeley: Apress.

TANENBAUM, A.; 1997. *Redes de computadores*. Rio de Janeiro: Campus.

THOMAZ, A., MARASCHIN, C., ZANIOL, E., et al.; 2005. Dispositivos de imersão em ambientes de realidade virtual. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, vol. 13, num. 2, p. 21-32.

TMHDIGITAL. *TMHdigital*. Disponível em: <http://www.saudeeducacao.ufsc.br/tmhdigital/>. Acessado em: 26/11/2008.

TSCHÖKE, C.; 2001. *Criação de Streaming de Vídeo para Transmissão de Sinais de Vídeo em Tempo Real pela Internet*. Blumenau. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau. Disponível em: <http://www.inf.furb.br/~pericas/orientacoes/Streaming2001.pdf>. Acessado em: 26/11/2008.

VINCE, J.; 1995. *Virtual reality systems*. Cambridge: Addison-Wesley.

VISIBLE HUMAN PROJECT; 2008. *Virtual OR (Operating Room)*. Disponível em: <http://www-vrl.umich.edu/mrt/index.html>. Acessado em: 26/11/2008.

WAUKE, A. P. T., COSTA, R. M. E. M., CARVALHO, L. A. V. 2004. VESUP: O Uso de Ambientes Virtuais no Tratamento de Fobias Urbanas. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 9, Ribeirão Preto. *Anais do X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*. Publicação eletrônica.

WHEELER, J. G., FAIR, M., SIMPSON, P. M., et al.; 2001. Impact of a waiting room videotape message on parent attitudes toward pediatric antibiotic use. *Pediatrics*, vol. 108, p. 591-596.

ÖZDEMİR, Z. O. *Visualization of visible human*. Disponível em: <http://www.npac.syr.edu/users/zeynep/HANDOUTS/>. Acessado em: 26/11/2008.

ZYDA, M.; SINGHAL, S.; 1999. *Networked Virtual Environments: Design and Implementation*. Boston: Addison Wesley.