

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

**Um ambiente virtual multimídia de ensino na *WEB*,
com transmissão ao vivo e interatividade**

por

GRACIANA SIMONÍ FISCHER

Dissertação submetida à avaliação, como requisito parcial para
a obtenção do grau Mestre em
Ciência da Computação

Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Orientador

Porto Alegre, abril de 2001.

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Fischer, Graciana Simoní

Um ambiente virtual multimídia de ensino na *Web*, com transmissão ao vivo e interatividade por Graciana Simoní Fischer – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2001.

125f.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR – RS, 2001. Orientador: Lima, José Valdeni de.

1. Educação a distância. 2. Videoconferência. 3. Treinamento Baseado na Web. 4. Sistemas de Ensino 5. Internet. I. Lima, José V. de II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Profa. Wrana Panizzi

Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitor Adjunto de Pós-Graduação: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

“Better learning will not come finding better ways for the teacher to instruct, but from giving the learner better opportunities to construct.”¹

(Seymour Papert,
Cambridge, 1991)

¹ Um melhor aprendizado advirá não de se encontrar melhores maneiras do professor instruir, mas de dar-se ao aprendiz melhores oportunidades para construir.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por estar sempre comigo, iluminando meu caminho e ajudando-me a superar os obstáculos que se apresentam com saúde, força de vontade e muitas alegrias durante toda a minha jornada do Mestrado;

À minha família, razão do meu viver: meus pais Pedro e Lires, minhas irmãs Rosicler e Cáren, que sempre apostaram na minha capacidade, pela compreensão, apoio e por estarem sempre ao meu lado me incentivando, mesmo que em pensamento;

Aos meus amigos do coração, Daniela Leal Musa e Lisandro Zambenedetti Granville. Não há palavras para agradecer pelo apoio, carinho, companheirismo e alegrias durante este tempo de convivência e que me fizeram acreditar na verdadeira amizade;

Ao Juliano Moraes, cujo auxílio foi fundamental para a concretização deste trabalho, pela amizade, paciência, dedicação e por estar sempre disposto a ajudar;

Ao professor José Valdeni de Lima, por acreditar em mim e apostar na minha capacidade, orientando-me durante o Mestrado;

À professora Liane M. R. Tarouco, uma pessoa muito especial e que com sua competência e presteza, soube com poucas palavras sempre me dizer tudo que eu precisava ouvir para seguir no caminho certo;

*E um agradecimento especial aos colegas da turma FAD (**Alexandre** Cervieri, Alexandre de **Menezes**, **André** Parmeggiani, **Cristina** Nunes, **Edgar** Meneghetti, **Eduardo** Bastos, Prof. **Juergen** Rochol, **Lúcio** Braga, Luis Cláudio (**Nescau**), Marcelo **Bihre**, Rafael **Campello**, Rodrigo **Uzun** Fleischmann, Sérgio **Fava**, **Tatiana** Shabbach, **Vinícius** Ribeiro), colegas em tantas disciplinas e sócios fundadores da FAD – Turma de “Festas a Distância”, pelo carinho, amizade, união, pelo auxílio sempre que necessário e pelas brincadeiras e momentos de descontração. Esse tempo que compartilhamos certamente ficará marcado para sempre em meu coração!*

E agradeço a todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a conquista de mais esse degrau da minha vida.

Sumário

Lista de abreviaturas.....	7
Lista de figuras.....	8
Lista de tabelas.....	10
Resumo	11
Abstract.....	12
1 Introdução	13
2 A Internet aplicada no ensino a distância.....	15
2.1 O EaD e suas principais características	17
2.2 Os novos papéis do professor e do aluno	18
2.3 Aspectos relevantes na adoção do EaD	20
3 A utilização da videoconferência e de vídeos sob demanda no EaD	24
3.1 Vídeo sob demanda.....	24
3.2 Videoconferência.....	25
3.3 Análise dos problemas envolvidos na transmissão de dados multimídia na Internet	29
3.4 Acesso assíncrono aos dados gerados.....	31
4 Tecnologias e padrões de transmissão de dados multimídia na	Internet.....
4.1 Tecnologia <i>Streaming</i> [LEM 98].....	33
4.2 Algoritmos de compressão dos dados.....	34
4.3 Latência e Jitter	35
4.4 Sinais de áudio	36
4.5 Imagens e sinais de vídeo	39
4.6 Padrões de Interoperabilidade.....	43
4.6.1 O H.323	44
4.6.2 O T.120 [DAT 2000a] [DCL 2000]	46
4.7 Formas de Transmissão	48
4.7.1 Transmissão <i>Multicast</i> e MBONE.....	50
5 Ambientes e ferramentas de transmissão multimídia	52
5.1 Ferramentas da <i>Microsoft</i> [®]	52
5.1.1 NetMeeting.....	52
5.1.2 Windows Media Technologies [MIC 99a].....	54
5.2 Ferramentas da <i>CUseME Networks</i>	59
5.3 Ferramentas <i>Real</i> [®] <i>Networks</i> [REA 2000]	61
5.4 Ferramentas e aplicação do MBone [FIS 98]	65
5.5 Transmissão multimídia na <i>Web</i>	68
6 Ferramentas e ambientes de ensino a distância baseados na <i>Web</i>.....	70

6.1 Ferramentas para EaD.....	70
6.1.1 Ferramentas de comunicação	71
6.1.2 Ferramentas para acesso ao material didático	72
6.1.3 Ferramentas para avaliação	73
6.2 Ambientes de EaD.....	74
6.2.1 Sistemas de Gerenciamento para EaD	74
6.2.1.1 Web Course in a Box (WCB)	75
6.2.1.2 Web Course Tools (WebCT)	76
6.2.1.3 Lotus® LearningSpace.....	77
6.2.1.4 Persyst.....	79
6.2.1.5 TopClass	81
6.2.1.6 Virtual-U.....	83
6.2.1.7 FirstClass	84
6.2.1.8 LiveBOOKS	85
6.2.1.9 ClassNet.....	85
6.2.1.10 AulaNet.....	86
6.2.1.11 UniverSite	88
6.2.1.12 Tele-Educ	90
6.2.2 Projetos de EaD no Brasil	91
6.2.3 Cursos via Internet	92
6.2.4 Bibliotecas Virtuais	93
6.2.5 Universidades Virtuais	94
7 Proposta do sistema	95
7.1 Descrição do projeto	95
7.2 Público envolvido	99
7.3 Modelo conceitual	100
7.3.1 Especificação do módulo I	100
7.4 Especificação do módulo II	103
8 Descrição do protótipo	106
8.1 Módulo I [RIT 2000].....	106
8.1.1 Processo de inscrição	106
8.1.2 Acesso ao material didático (livro ponto virtual).....	108
8.1.3 Monitoramento	108
8.2 Módulo II.....	109
8.2.1 Ferramenta de <i>Chat</i>	109
8.2.2 Ferramenta de <i>whiteboard</i>	111
8.2.3 Transmissão de áudio e vídeo	112
9 Conclusão.....	116
10 Trabalhos futuros	116
Referências Bibliográficas	123

Lista de abreviaturas

ATM	Asynchronous Transfer Mode
Bps	Bits por Segundo
CIF	Common Intermediate Format
CSDN	Circuit Switched Digital Networks
DVD	Digital Versatile Disk
EaD	Ensino a Distância
Fps	Frames por Segundo
FTP	File Transfer Protocol
GCC	Generic Conference Control
Hz	Hertz
IETF	Internet Engineering Task Force
IGMP	Internet Group Management Protocol
IP	Internet Protocol
IRC	Internet Related <i>Chat</i>
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	International Telecommunication Union Sector
ISO	International Standards Organization
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LAN	Local Area Network
MBONE	Multicast Backbone
MCS	Multipoint Communications Service
MJPEG	Motion JPEG
NTSC	National Television Standards Committee
NV	Network Video
PAL	Phase Alternation Line
PBN	Packet Based Network
POTS	Plain Old Telephone System
PRAV	Laboratório de Pesquisa em Redes de Alta Velocidade
PSDN	Packet Switched Digital Networks
PSTN	Public Switched Telephone Networks
QCIF	Quarter CIF
QoS	Quality of Service
RAT	Robust Audio Tool
RTP	Real-time Transport Protocol
SDAP	Session Directory Announcement Protocol
SDP	Session Description Protocol
SDR	Session Directory
SMIL	Synchronized Multimedia Integration Language
SSL	Secure Sockets Layer
S-Video	Separate Video
TCP	Transmission Control Protocol
TTL	Time to Live
UDP	User Datagram Protocol
URL	Uniform Resource Locator
VIC	Video Conference
W3C	World Wide <i>Web</i> Consortium
WB	White Board
WWW	World Wide Web

Lista de figuras

FIGURA 3.1 - Equipamento para videoconferência de sala	27
FIGURA 3.2 - Uma sessão de videoconferência de sala	27
FIGURA 3.3 - Uma sessão de videoconferência de desktop remota	28
FIGURA 3.4 - Equipamento para videoconferência de desktop	28
FIGURA 4.1 - Empilhamento de dados durante a transmissão [MOU 2000]	35
FIGURA 4.2 - Relação entre latência e jitter [MOU 2000]	36
FIGURA 4.3 - Ilustração do Skew entre mídias de áudio e vídeo [MOU 2000]	36
FIGURA 4.4 - Ilustração da estrutura definida pela norma T.120 da ITU-T	47
FIGURA 4.5 – Três caminhos para distribuição em massa.....	47
FIGURA 5.1 - Janela principal do NetMeeting 3.01	53
FIGURA 5.2 - Integração dos padrões H.323 e T.120 na ferramenta NetMeeting	54
FIGURA 5.3 - Interface da aplicação cliente - Windows Media Player	58
FIGURA 5.4 - Tela de uma experiência realizada no CuSee-Me 3.0	60
FIGURA 5.5 - Interface da aplicação Cliente - Real Player.....	63
FIGURA 5.6 - Janela principal do SDR	66
FIGURA 5.7 - Janela principal do VIC e imagem aumentada	67
FIGURA 5.8 - Interface de entrada do VRVS	68
FIGURA 6.1 - Logotipo da ferramenta WCB.....	75
FIGURA 6.2 - Logotipo da ferramenta WebCT.....	76
FIGURA 6.3 - Logotipo da ferramenta Learning Space	77
FIGURA 6.4 - Logotipo da ferramenta Persyst.....	79
FIGURA 6.5 - Logotipo da ferramenta TopClass	81
FIGURA 6.6 - Logotipo da ferramenta Virtual-U	83
FIGURA 6.7 - Logotipo da ferramenta FirstClass®	84

FIGURA 6.8 - Logotipo da ferramenta ClassNet	85
FIGURA 6.9 - Logotipo da ferramenta AulaNet	86
FIGURA 6.10 - Tela de uma apresentação gravada no ambiente AulaNet	87
FIGURA 6.11 - Apresentação da solução Universite pelo MHW	89
FIGURA 6.12 - Exemplo de Tela de entrada da ferramenta TeleEduc	90
FIGURA 7.1 - Figura 7.1: Arquitetura básica do sistema proposto	96
FIGURA 7.2 - Esquema das interações ocorridas em uma aula virtual no EMUVICS ..	98
FIGURA 7.3 - Diagrama de Inscrição (Módulo I) [RIT 2000]	101
FIGURA 7.4 - Diagrama de <i>LogOn</i> (acesso virtual) e monitoramento (Módulo I) [RIT 2000]	102
FIGURA 7.5 - Esquema das transmissões utilizando <i>unicast</i> (1) e <i>multicast</i> (2)	103
FIGURA 7.6 - Diagrama de <i>Whiteboard</i> (Módulo II).....	104
FIGURA 7.7 - Diagrama de <i>Chat</i> (Módulo II)	105
FIGURA 8.1 - Código a ser inserido no <i>frame</i> responsável pela inscrição.....	106
FIGURA 8.2 - Interface do formulário de inscrição do aluno/usuário	107
FIGURA 8.3 - Tela de entrada do usuário no sistema.....	108
FIGURA 8.4 - Código a ser inserido nas páginas a serem monitoradas	108
FIGURA 8.5 - Funcionamento básico da ferramenta <i>chat</i>	109
FIGURA 8.6 - Interface da ferramenta <i>chat</i>	110
FIGURA 8.7 - Funcionamento básico da ferramenta <i>Paint</i>	111
FIGURA 8.8 - Interface da ferramenta <i>whiteboard</i> do professor (1) e aluno (2).....	112
FIGURA 8.9 - Ferramenta <i>Real Producer</i> , gerando o arquivo transmitido	113
FIGURA 8.10 - Interface do <i>Real Player</i> executando transmissão no EMUVICS.....	113
FIGURA 8.11 - Interface principal do EMUVICS.....	114

Lista de tabelas

TABELA 4.1 - Algoritmos de compressão de áudio.....	37
TABELA 4.2 - Principais padrões de compressão de áudio	38
TABELA 4.3 - Principais Algoritmos de compressão de vídeo.....	41
TABELA 4.4 - Padrões do ITU-T série H para a videoconferência e.....	44
TABELA 6.1 - Resumo dos principais serviços implementados no WCB	75
TABELA 6.2 - Resumo dos principais serviços implementados no WebCT.....	77
TABELA 6.3 - Resumo dos principais serviços implementados no LearningSpace	78
TABELA 6.4 - Resumo dos principais serviços implementados no LearningSpace	80
TABELA 6.5 - Resumo dos principais serviços implementados no TopClass	82
TABELA 6.6 - Resumo dos principais serviços implementados no Virtual-U.....	83
TABELA 6.7 - Resumo dos principais serviços implementados no TopClass	84
TABELA 6.8 - Resumo dos principais serviços implementados no LiveBOOKS	85
TABELA 6.9 - Resumo dos principais serviços implementados no ClassNet.....	86
TABELA 6.10 - Resumo dos principais serviços implementados no AulaNet-	88
TABELA 6.11 - Resumo dos principais serviços implementados no UniverSite	89
TABELA 6.12 - Resumo dos principais serviços implementados no TeleEduc	91

Resumo

Cada vez mais tem se pensado em formas de aprimorar o ensino nas mais diversas áreas. E para isso, a Internet tem sido um ambiente de apoio à atualização e renovação das formas de ensino convencionais, bem como viabilizado o ensino a distância, tendo como base a possibilidade de acesso rápido às informações e a troca de idéias entre as pessoas. Acrescentando a isto a utilização de novas técnicas pedagógicas na preparação do material de ensino, pode-se pensar na criação de ambientes virtuais.

Tem-se observado que cursos virtuais, em todas as áreas de interesse, têm sido oferecidos por universidades e escolas do Brasil e do mundo. Contudo, muitos destes cursos têm repetido fórmulas já desgastadas no ensino tradicional, e por esta razão, tornado-se experiências mal sucedidas de ensino a distância, com elevadas taxas de desistência e frustrações por parte dos alunos.

Diversas experiências demonstram que a simples inovação na criação de material didático não resolve toda a problemática associada a esta nova forma de ensino. Há também a necessidade de criar mecanismos que promovam a interatividade entre professor e aluno, para que os mesmos possam prover comunicação. É importante, portanto, que sejam estudadas ferramentas e recursos que possam ser utilizados de forma eficaz para a criação de ambientes que permitam essa interação, como a transferência de dados multimídia (em tempo real ou não) na Internet. O uso de multimídia nas aplicações permite construir ambientes de aprendizagem apoiados por computador muito estimulantes e eficientes.

A partir disso, detectou-se que uma das maiores desvantagens dos cursos a distância através da *Web*, nos quais não são previstos encontros síncronos, consta da falta de programação dos alunos. Isto significa que, como o horário é flexível, a tarefa de acompanhamento do curso acaba sendo substituída por outras tarefas do dia a dia. Desta forma, o presente trabalho apresenta o projeto de um ambiente para aulas virtuais multimídia na *Web*, apoiado na transmissão de dados multimídia em tempo real e interatividade entre os participantes da aula remota, cujo protótipo chama-se EMUVICS (*Environment for MULTImedia VIRTUAL ClasseS*). A transmissão ao vivo são as aulas programadas no conteúdo programático do curso, onde os alunos teriam o compromisso em um horário agendado para interagir com o professor e os outros alunos do curso. O ambiente baseia-se na integração de material didático disponibilizado com antecedência e transmissão de áudio e vídeo ao vivo, com controle de acesso e navegação, permitindo também acesso assíncrono, interatividade síncrona e assíncrona do referido material e aula ao vivo.

Palavras-chave: ensino a distância, ambientes de ensino na *Web*, multimídia, videoconferência, vídeo sob demanda

TITLE: “A *web* learning virtual multimedia environment’s, with live transmission and interativity”

Abstract

It has been a constant the researches to improve the teaching in several diverse areas. To proceed with this improving, the Internet have appeared as tool to support the update and renew of the conventional teaching techniques, besides allowing the remote teaching, based on fast access to the information allowing the exchange of ideas between people. Added to this scenario the new pedagogic techniques in the teaching support material preparation, it is possible

Nowadays it is possible to observe that virtual courses in several areas are available in universities and school in Brazil and all over the world. On the other hand, several virtual courses repeat formulas already used before in the traditional teaching, and due to this situation, this courses result in unsuccessful experiences in distance learning, with great degrees of students’ disappointment.

Several experiences show that only the innovation in teaching support material creation doesn’t solve the complex problematic associated with this new way of teaching. There is also the necessity to create mechanisms that promote the interaction between teachers and students in a way to allow communication each other. Thus, it is important to use tools and resources in a efficient fashion to create environments that allow this interaction, for example, through the exchange of multimedia information (in real time or not) in the Internet. The use of multimedia in the applications allow the creation of computer supported learning environments that are stimulation and efficient.

It have been also detected that one of the disadvantages of the distance asynchronous courses through the *Web* is the lack of students schedule. It means that, since schedule is flexible, to task to watch the course is replaced by other ordinary tasks.

From this point, it was detected that one of the most disadvantages of a distance-learning course through the Web is, with no doubts, the lack of students programming. This means that, since scheduler is flexible, the task of watching courses is substituted by other ordinary tasks. In this way, this work presents the project of a environment to support virtual classes using Web multimedia techniques, supported by the transmission of multimedia data in real time and interactivity among the participants of the remote classes. The prototype is called EMUVICS (Environment for Multimedia Virtual Classes). The transmission of alive video corresponds to the programmed classes described in the programmatic contests of the course, where students are expected to be in touch with the teachers and other students in predetermined periods. The environment are based on the integration of didactic material provided before the transmission of alive video and audio, with navigation access control, allowing the asynchronous access, synchronous and asynchronous interactivity with the cited material and alive class.

Keywords: distance learning, web learning environment’s, multimedia, videoconference, video on demand

1 Introdução

Existe atualmente uma grande demanda por tecnologias de aprendizagem interativas, pois as rápidas transformações nos meios e nos modos de produção já requerem um constante aprendizado por parte da força de trabalho.

O retorno às escolas ou instituições de ensino nem sempre é possível, pois o mundo contemporâneo não espera que o indivíduo deixe o mercado de trabalho para atualizar seus conhecimentos, quando isso se torna necessário. Mesmo alunos que estudam à noite e trabalham durante o dia, encontram dificuldades, dada a velocidade com que as informações se atualizam e, nem sempre encontram perto de si cursos de seu interesse, que lhe permitam conciliar estudo e trabalho. Dessa forma, o mergulho em ambientes de aprendizagem apoiados por redes e computadores, que viabilizem cenários de ensino-aprendizagem virtuais que possam estar disponíveis a partir de qualquer lugar, com interação mediada por computador, capazes de dar suporte à aprendizagem remota, poderão assegurar a possibilidade de educação continuada [PRO 96].

Assim, este novo processo de ensino-aprendizagem é apoiado por um ambiente de sala de aula virtual, tendo como base a Internet. Os principais recursos disponibilizados pela Internet e que têm sido cada vez mais explorados, tratam-se do acesso à informação e a troca destas informações entre as pessoas. Pesquisadores que investigam o uso da Internet na educação, alegam que a mesma possui uma ação positiva para o desenvolvimento da capacidade cognitiva, provocando um rompimento da relação vertical entre alunos e professor da sala de aula tradicional. Além disso, a Internet muda o preceito de que é necessário saber as coisas de cor, colocando as informações extremamente próximas das pessoas e fazendo do aprendizado uma experiência mais cooperativa. As radicais transformações e evoluções da informática nos anos 90 reforçaram ainda mais a adoção dessa tecnologia nos meios educacionais [FRA 2000]. Assim sendo, a utilização de novas tecnologias de comunicação no âmbito educacional tem sido encarada como poderoso instrumento que possibilita democratizar o acesso à educação [CAS 99].

No entanto, o Ensino a Distância (EaD) não é nenhuma novidade. Quem cresceu lendo revistas de histórias em quadrinhos, certamente lembra-se das páginas que ofereciam os mais variados cursos por correspondência. Quando se fala do EaD na Internet, não se está falando de um novo ensino, mas de um novo ambiente de interatividade e de novas ferramentas. Ao transferir suas “carteiras” para a Internet, a sala de aula ganha um quadro-negro azul: este passa a ter as características da Terra vista do espaço, só que com todo o conhecimento humano ao alcance da mão. Ou do mouse. É a universidade fazendo *jus* ao nome que recebeu no passado e passando a abranger um conhecimento de amplitude universal [WID 99].

A participação em uma aula virtual pode se dar de forma assíncrona ou síncrona. A participação assíncrona acontece quando as interações entre alunos e destes com os professores ocorrem no momento e local mais conveniente para cada um. Já no caso de aulas síncronas, as interações são realizadas *on-line*, como no caso da videoconferência. Sabe-se que a adoção de videoconferência apresenta alguns problemas, principalmente por tratar-se de uma tecnologia atual, que nem sempre encontra subsídios suficientes para funcionar corretamente, exigindo, por exemplo, máquinas relativamente potentes e

velocidade nas conexões de rede. Além disso, exige que os envolvidos estejam conectados no momento em que esta ocorre, acarretando em uma programação prévia. No entanto, se a mesma for utilizada com os recursos adequados, pode apresentar-se como uma alternativa de comunicação bastante eficiente. É importante frisar que não se pode substituir um encontro presencial, mas a videoconferência consta de uma tentativa de superação dos problemas de comunicação enfrentados quando este encontro não é possível, permitindo contato áudio-visual entre as pessoas envolvidas.

A principal motivação para a realização deste trabalho consta do fato de que o desenvolvimento de espaços flexíveis de ensino-aprendizagem, nos quais possam ser utilizados os recursos e mídias disponíveis sem necessidade de grandes investimentos é o grande desafio para as instituições de ensino e empresas, que vêm trabalhando para um melhor aproveitamento das possibilidades oferecidas pelo EaD. Ninguém ainda é especialista na aplicação das tecnologias da informação à educação e ao treinamento. No entanto, esta é uma das áreas de aplicação que mais cresce na Internet e a partir disso, pesquisadores da indústria e do mundo acadêmico buscam desenvolver modelos e produtos para o treinamento e a educação baseados na *Web*.

Mas, para que estas aplicações possam ser utilizadas para atingir objetivos pedagógicos, é necessário uma estratégia de ensino-aprendizagem claramente definida, assim como a existência de alguns elementos estruturais básicos com a qual professores e alunos possam contar. A estratégia de ensino-aprendizagem vai depender de cada professor, curso ou instituição, cujo escopo não é objetivo deste trabalho.

Este trabalho propõe um ambiente na *Web* para aulas virtuais multimídia, baseado na transmissão áudio e vídeo, com interatividade e a integração de mecanismos que possibilitem a realização de aulas remotas, cujo protótipo é denominado o EMUVICS (*Environment for MULTImedia VIRTUAL ClasseS*). Neste ambiente, a aula é síncrona, e o material didático não é sincronizado com a transmissão, para permitir que o aluno tenha liberdade de navegação, e esta possa ser monitorada para posterior avaliação ou acompanhamento do aluno.

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: no capítulo 2 é analisada a evolução da Internet, sua inserção como uma nova forma de comunicação e conseqüentemente, sua utilização na educação e, mais especificamente, no EaD. No capítulo 3 realiza-se uma abordagem da videoconferência e vídeos sob demanda, suas principais características, vantagens, problemas e sua aplicação no EaD, destacando-se a evolução das novas tecnologias de rede, que já estão sendo implantadas no Brasil e que possibilitam a sua aplicabilidade. O capítulo 4 apresenta as tecnologias e padrões existentes na transmissão de dados multimídia pela Internet, sendo que, no capítulo 5, são detalhadas algumas das aplicações no mercado baseadas nestes padrões, destacando-se ferramentas de videoconferência, como *Microsoft NetMeeting*, *CuSeeMe* e ferramentas do *MBone*. São analisadas ainda as ferramentas *Windows Media Technologies* e *Real Networks*, que possibilitam a geração e transmissão de vídeos sob demanda. No capítulo 6, é realizada uma análise de ferramentas e ambientes de ensino baseados na *Web*, principalmente quanto aos aspectos de comunicação e interatividade. A partir disso, no capítulo 7, é proposto o sistema de um ambiente virtual de ensino, com transmissão ao vivo e interatividade, cujo protótipo, denominado EMUVICS, é explicitado no capítulo 8. E por fim, são apresentadas algumas considerações sobre o trabalho desenvolvido e indicações de trabalhos futuros.

2 A Internet aplicada no ensino a distância

A década de 90 caracterizou-se pelo avanço da comunicação através das redes de computadores, o que culminou no fortalecimento da Internet, chamada “Rede das Redes”, [GIO 97] e o início de uma nova era: a Era da Informação. O fortalecimento desta nova forma de comunicação, não é privilégio apenas de países onde os meios de telecomunicações são mais modernos. Dados recentes indicam que a mesma cresceu de forma exponencial e irreversível nos últimos anos no Brasil, sendo que o país vive uma verdadeira explosão do número de domínios comerciais e residenciais.

A Era da Informação caracteriza-se por, a cada momento, surgirem inúmeras especializações e infinitas informações. Como a capacidade humana está distante de poder abarcar todo o saber elaborado, o homem, formado com a expectativa de encontrar cada vez mais certezas e estabilidades, se vê envolvido pelo caos e pela insegurança de uma vida fragmentada [FRA 2000].

Hoje a sociedade solicita um indivíduo que seja capaz, não só de dominar uma área específica, mas que também não se iniba com a incerteza e velocidade das transformações da técnica. O mundo contemporâneo tornou-se totalmente globalizado e altamente tecnificado, surgindo uma competição quase selvagem entre as nações, que demanda cada vez mais por pessoas qualificadas, tanto culturalmente como em escolaridade formal [NUN 99]. As habilidades exigidas são cada vez mais sofisticadas, pois a evolução do modo de produção despreza o trabalho desqualificado e repetitivo, substituído eficientemente pela automatização e robotização.

Objetivos de aprendizagem são colocados mais freqüentemente no domínio de conhecimento de procedimentos (saber como) e de conhecimento contextual (saber por quê, quando e onde) do que no até agora enfatizado domínio de conhecimento declarativo (saber que). Isso significa que a ênfase mudou de conhecimento de fatos para a aquisição de habilidades e estratégias cognitivas [TEN 92].

Devido a estas dificuldades, a educação é mais do que nunca um dos pilares para a construção de qualquer sociedade que pretenda ser desenvolvida. E o aprendizado não mais está confinado entre as quatro paredes de uma sala de aula. O instrutor, munido com um livro texto, também já não é a única fonte de ensinamentos. Hoje a informação está em toda parte e, muitas vezes, separada dos estudantes no tempo e/ou espaço, pois o ensinar e aprender exigem hoje muito mais flexibilidade espaço/temporal, pessoal e de grupo, menos conteúdos fixos e processos mais abertos de pesquisa e de comunicação [SAN 98].

A utilização da Internet para fins educacionais tem mobilizado esforços de diversos segmentos da sociedade, sendo que já surge como uma área concreta de investigação nos meios científicos brasileiros. Neste sentido, têm sido estabelecidas parcerias importantes entre as universidades, empresas e escolas de ensinos médio e fundamental, sendo definidas pelo Ministério da Educação normas e procedimentos para sua implantação como uma forma efetiva de ensino nas mais diversas instituições, como o decreto n.º 2.494 de 10/02/98, que regulamenta o ensino a distância através da Internet.

Certamente, a facilidade de acesso à informação é a mais importante contribuição da Internet ao processo de ensino-aprendizagem, pois os alunos possuem condições de verificar e procurar por material e informações sobre qualquer assunto na rede de maneira rápida e barata.

Informação pode ser conseguida por vários meios em infinita quantidade, a toda hora e de qualquer lugar. Isto é possível devido à (re)produção e publicação compartilhada de conhecimento, através de novas ferramentas, como o hipertexto. Hipertextos são sistemas gerenciadores de informações, nos quais estas são armazenadas em uma rede de nós, conectados através de ligações [FIC 91]. A contribuição da produção de textos para a assimilação crítica do conhecimento é inestimável e, sendo ajuntada à própria necessidade de leitura destes documentos, resgata-se através desta nova tecnologia um processo milenar de geração e transformação do conhecimento pelo homem: a leitura e a escrita [GIO 97].

Novas variáveis, como estruturação, ligação com outras fontes de informação, incorporação de recursos audio-visuais, personalização da leitura e escrita, permitem a criação de um novo conceito, o de hipermídia, que consiste na integração de hipertexto com multimídia, promovendo o enriquecimento do ambiente de trabalho da sala de aula, que ganha uma característica de virtualidade.

A incorporação do hipertexto e da hipermídia pela Internet, principalmente a partir da implementação dos primeiros navegadores, e a criação de mecanismos de busca destes documentos, está diretamente relacionada à explosão de interesse do público em geral pelos serviços da Rede. Assim, pode-se dizer que um dos principais fatores que contribuíram na popularização da Internet foi o surgimento da *Web*, que possibilitou a criação de ambientes mais acessíveis. E, mais recentemente, a incorporação da multimídia permitiu que esses ambientes se tornassem ainda mais ricos, dinâmicos e interativos, sendo que a mesma tem interessado à educação sob variadas óticas [OTS 97].

Dessa forma, a área educacional vem experimentando um processo gradativo de migração para o meio computacional, em particular para a *Web*. O maior propulsor do treinamento baseado na *Web* é a necessidade de se encontrar maneiras de trazer o treinamento diretamente para o *desktop* de uma forma *just-in-time* contínua — treinamento de uma pessoa que requer uma nova habilidade ou conhecimento, no momento em que essa habilidade ou conhecimento se torna necessário e nunca antes disso [LAU 98], tornando as informações disponíveis *anytime – anywhere*².

O futuro do treinamento baseado na *Web* (WBT - *Web-Based Training*), está no projeto de sistemas híbridos, que deverão ser [GRE 99]:

- Colaborativo/Interativo: prover mecanismos que proporcionem a interação e colaboração entre os alunos, e destes com o professor, através de multimeios;
- Baseados em objetivos: o treinamento deverá ser integrado com a avaliação, e proporcionar que os alunos façam suas avaliações via *Web*;

² A qualquer hora, em qualquer lugar.

- *On-line*: a tendência de aprender com os outros, continuará a crescer e elementos *on-line* tornam estes recursos caros. Para isso é necessária troca de informações constantes, utilização de recursos com grande abrangência e baixos investimentos.

O intercâmbio de idéias, permitido pela utilização da Internet como meio de comunicação, trata-se de uma possibilidade fundamental de troca de informações e compartilhamento de experiências entre pessoas que estejam trabalhando na mesma área de interesse em qualquer parte do mundo. De simples receptores do conhecimento, permite que os alunos obtenham respostas alternativas à leitura de um livro-texto ou à explanação de um professor em sala de aula, pois o tipo de intercâmbio disponibilizado pela Internet permite a promoção de discussões, com a utilização de listas de discussão, ambientes de IRC (*Internet Relay Chat*), correio eletrônico, transmissão/recepção de áudio e vídeo e muitos outros. O aluno, dessa maneira, é obrigado a tornar-se um agente ativo na busca de informações, e um novo papel passa a ser desempenhado pelos atores do processo ensino-aprendizagem: o de investigadores, críticos e analisadores das informações, promovendo uma maior riqueza questionadora neste processo.

Estes recursos por si só justificam a utilização da rede Internet como forma de complementação ao ensino convencional e em apoio à autoaprendizagem. Sua utilização, entretanto, é estendida ao EaD. Tendo como base a possibilidade de acesso à informação e a troca de idéias entre as pessoas, e acrescentando-se a isto a utilização de novas técnicas pedagógicas na preparação do material de ensino, já é possível o oferecimento cursos a distância a pessoas que não têm condições de se locomoverem fisicamente a centros de ensino, na falta de oferta de determinados níveis ou cursos na região onde residem [MOU 2000]. A impossibilidade do deslocamento pode se dar por diversos fatores: problemas físicos, geográficos ou sociais, condições familiares, profissionais ou econômico-financeiras que, de alguma maneira, impedem o acesso ou a continuidade no processo educativo, além da indisponibilidade de tempo para horários fixos de aulas.

Assim, novas oportunidades são oferecidas em situações onde as aulas tradicionais seriam inviáveis, permitindo o acesso não só à formação, mas ao treinamento e a reciclagem profissional a pessoas das mais diferentes localizações geográficas e/ou temporais.

2.1 O EaD e suas principais características

O EaD tem como principal característica permitir que a distância em si deixe de ser um fator limitante no ensino, pois viabiliza o mesmo sem necessidade de contigüidade espaço-temporal [CHA 2000]. Assim, no sentido fundamental da expressão, EaD é o ensino que ocorre quando o ensinante e o aprendente (aquele a quem se ensina) estão separados (no tempo e/ou no espaço), sendo então necessária a utilização de tecnologias que permitam a transmissão de dados, voz (sons) e imagens (dinâmicas e/ou estáticas), para que essa separação seja contornada e possa haver aprendizagem por parte do aprendente (aluno), possibilitando ainda a interação do mesmo com o ensinante (professor).

As características fundamentais do EaD incorporam dois fatores estreitamente associados que, em grande parte, caracterizam também o nosso século: a vocação democrática e a tecnológica.

A vocação democrática tem se traduzido pela adoção do princípio da abertura do ensino a massas de população até então impossibilitadas de acesso a uma educação de qualidade. Já a vocação tecnológica envolve, basicamente, a incorporação de modernas técnicas da Ciência da Informação e Comunicação principalmente para a produção de material instrucional, elemento fundamental na mediação necessária ao processo de auto-aprendizagem ou da aprendizagem independente [LUC 98].

Para ilustrar as mudanças que vêm ocorrendo por conta da utilização da Internet no EaD, na Inglaterra, os estudantes que a utilizam com o objetivo de aprofundar os conhecimentos escolares apresentam um rendimento 80% maior quando comparados aos companheiros que estudam sozinhos e da maneira tradicional. Dentre os muitos argumentos que justificam essa comprovação, pode-se enfatizar novamente que a Internet propicia a formação de grupos de debate, o acesso a um extenso acervo informacional e o contato com pessoas especializadas nas mais diversas áreas de competência [MON 98].

Assim, parecem ser óbvias as vantagens de se adotar o EaD: primeiro, porque ele possibilita que estudantes espalhados geograficamente tenham acesso aos recursos de uma instituição, permite a participação de alunos que não possam acessar o sistema todos ao mesmo tempo, por terem outros compromissos, possibilita o auto-aprendizado, facilita a vida de quem tem algum problema de locomoção [MOU 2000], além de prover a economia de recursos financeiros com viagens, hospedagens, não sendo também necessária a alocação de ambientes físicos para a realização da aula.

Mas o que fascina nas novas tecnologias à nossa disposição, em especial na Internet, e dentro da Internet a *Web*, não é o fato de que podemos ensinar a distância com o auxílio delas, mas sim que estas permitem criar ambientes ricos em possibilidades de aprendizagem em que as pessoas interessadas e motivadas possam aprender sem precisar tornarem-se “vítimas” de um processo de ensino formal e deliberado [CHA 2000]. Para isso, é necessário que sejam repensados os papéis do professor e do aluno.

2.2 Os novos papéis do professor e do aluno

Mesmo na utilização da Internet apenas na complementação do ensino, a farta quantidade de informações disponível deve ser criticamente analisada de forma a evitar a dispersão e contaminação no processo de busca das mesmas. É fácil perder tempo com informações pouco significativas, ficando na periferia dos assuntos, sem aprofundá-los e integrá-los num paradigma consistente.

Dessa forma, a utilização da Internet como repositório de conhecimento, também incentiva o aluno a aprender e apreciar o exercício da investigação e pesquisa, mas necessitando de alguma forma de orientação e/ou bom senso para analisar criticamente a relevância e veracidade das informações encontradas, para que possa ser orientado no sentido de filtrar, selecionar, comparar, avaliar, sintetizar, contextualizar o que é mais relevante e significativo [SAN 98].

Percebe-se assim, que nesse novo ambiente, o papel do professor não é de forma alguma abolido, mas sim transformado, pois o mesmo passa a não ser mais a figura central, o “detentor do saber”, mas o orientador no processo de ensino-aprendizagem, guiando o processo de aprendizagem na direção de um objetivo. O aprendizado por investigação é uma nova técnica para muitos professores. Não sendo o professor mais o “sábio” no estágio de fornecedor de um corpo fixo de informações, este torna-se um facilitador, mediador da aprendizagem por descoberta de seus alunos, através de conferências progressivas. A compreensão dessa mudança de paradigma é muito importante para permitir a incorporação eficaz das novas tecnologias no ensino.

Mudanças desta magnitude requerem um completo repensar da educação, tanto em termos de currículo como no desenvolvimento de novas pedagogias que possam assegurar que cada aluno alcance o nível elevado de habilidades necessárias para lidar com um mundo dinâmico no Século XXI [THO 97].

No caso da educação tradicional, professores interagem diretamente com seus alunos, preparam o próprio material de apoio, notas de aula e provas, além de serem autônomos em sua sala de aula. Professores de EaD, por outro lado, não estão em contato direto com seus alunos e, nesse processo de comunicação, interpõem-se figuras diversas, que vão dos editores a técnicos, dos produtores a orientadores locais.

O professor de EaD deve ser mais organizado que o professor de classe, deve dominar, além do assunto ensinado, estratégias efetivas para o EaD e deve se sentir confortável com o ambiente de EaD. É, pois, o responsável por conhecer o assunto objeto da aula, preparar planos das lições, selecionar material de apoio, passar as instruções efetivamente em tempo real, determinar o grau de interação dos alunos e selecionar a forma de avaliação. Impressões preliminares mostram que [FER 99]:

- a preparação de vídeos sob demanda e outros materiais didáticos é uma tarefa demorada, na proporção de levar 10 horas de trabalho para gerar 2 horas de aula, sem contar revisões e ensaios necessários para ser posto em prática o novo material;
- mesmo que já se tenha o material didático preparado, a quantidade de trabalho do professor é igual ou maior que a tradicional, pois tem que se manter atento, atendendo as interferências dos alunos *on-line*, e a parte de correção dos trabalhos é a mesma;
- professor, muitas vezes, fica preocupado em que todos participem, interferindo em sua função maior de conduzir o conteúdo da aula;
- há dificuldade de julgamento e avaliação do aprendizado por parte do professor, pois os trabalhos dos alunos podem chegar em horas e dias diferentes, permitindo plágios e cópias.

Muitos docentes, que possuem amplo domínio do conteúdo que ministram não sentem disposição de mudar o método que estão utilizando de longa data para introduzir inovações. Entretanto, a introdução da tecnologia da informação como ferramenta de trabalho é essencial à formação de todas as profissões, pois possibilita o desenvolvimento de habilidades que estão sendo exigidas pelo mercado de trabalho.

Além disso, permite uma forma de aprendizado mais ampla, em que os alunos trabalham em grupo, comunicam-se através da Internet e desenvolvem habilidades de localizar, sintetizar e divulgar informações, ao mesmo tempo em que vão dominando o conteúdo programático do curso [MIC 99].

Para que o corpo docente incorpore de forma eficaz as novas tecnologias, é necessário, além da conscientização da importância e necessidade da sua adoção, treinamentos específicos que possibilitem que os professores dominem a utilização das mesmas. As práticas que demonstraram melhores resultados, constam da organização de treinamentos na época de recesso das aulas [MIC 99].

Experiências demonstram ser interessante começar com as áreas mais proficientes em tecnologia, montando projetos piloto, não desprezando a importância do treinamento, pois os professores precisam reprogramar sua forma de ensinar usando as facilidades da Intranet/Internet, da comunicação e trabalho em grupo. E para que eles possam incorporá-las às suas aulas, estes necessitam ficar bastante confortáveis com uso dessas tecnologias. Os projetos piloto devem ter a liberdade de experimentar e de fracassar, funcionando como uma experiência de aprendizado para os docentes.

É necessário também, que sejam definidas algumas das ferramentas que os docentes precisam dominar. Em linhas gerais, estes precisam ser capazes de utilizar *softwares* de produtividade, dominando o uso de editores de texto, planilhas e apresentações do tipo *Microsoft® Power Point* para a montagem de aulas. Esse é um bom começo que não exige muita sofisticação, e caso ainda seja utilizada uma ferramenta gratuita para isso, como o *Sun® StarOffice*, o custo é inexistente. Através de um curso sobre utilização de ferramentas para editoração de páginas, é possível transformar estes documentos em páginas *Web*, que podem ser facilmente disponibilizadas.

A partir de treinamentos mais específicos, é possível ensinar a criação de cursos virtuais que podem ser usados, no início, para complementar o ensino tradicional, através da Intranet da instituição. Estes irão familiarizar-se com as práticas de videoconferência, colaboração em grupo, *chats*, organização de grupos de trabalho com reuniões periódicas e até a transformar apresentações de *Microsoft® Power Point* em vídeos com som, que podem reproduzir aulas e podem ser disponibilizados na *Web* [MIC 99].

No caso dos estudantes de EaD, além das habilidades básicas no que se refere à língua escrita e falada e aquelas envolvendo o raciocínio matemático, cada aluno deve também dominar os “3 C’s”: Comunicação, Colaboração e Criatividade na Resolução de Problemas. Além dessas, são igualmente importantes aquelas capazes de saber como usar números e dados em tarefas do mundo real, a habilidade de localizar e processar informações relevantes para o trabalho que se tem em mãos, fluência tecnológica e, acima de tudo, habilidades e atitudes necessárias para que se seja um eterno aprendiz [THO 97].

2.3 Aspectos relevantes na adoção do EaD

Pelo exposto até o momento, percebe-se que a alternativa de se utilizar o EaD deve ser discutida com certo rigor quando se trata de um país em desenvolvimento. É importante considerar o alto custo dos equipamentos, sua manutenção e a contratação de profissionais indispensáveis para o seu bom aproveitamento. Um maior aprofundamento na teoria da Educação, portanto, se faz necessário se quisermos aproveitar o máximo dessa tecnologia de grande potencial. Como se pode imaginar, o emprego dessas tecnologias não é nenhuma unanimidade entre os profissionais da área de Educação. E

na opinião da maioria, qualquer programa de EaD com base nessas novas ferramentas que não seja devidamente respaldado por uma investigação dos aspectos pedagógicos tende a gerar resultados distantes dos desejados.

Como exemplo, podemos citar a afirmação de Alfred Bork, da Universidade da Califórnia, que situa alguns materiais que empregam a tecnologia de hipertexto e hipermídia entre os que apresentam mais baixas qualidades de interação. Segundo esse autor, se o material não for bem elaborado, o aluno limita-se a apontar aleatoriamente *links* e a esperar passivamente pelo resultado. Em um dado momento, o aluno tem bons motivos para escolher um entre os vários caminhos possíveis [MOU 2000].

De acordo com Bork, o problema não tem a ver com o conceito de hipertexto ou hipermídia, que podem ser técnicas muito úteis – mas com a concepção de um dado material. Um ponto de partida interessante é a análise do EaD, principalmente nas questões que dizem respeito à seleção da tecnologia, aos métodos para melhorar a interatividade, aos aspectos operacionais dos equipamentos, à relação custo/benefício e à política de gerenciamento [MOU 2000].

No entanto, no momento em que se resolve constituir um programa de EaD, aparecem inúmeras questões em relação aos diversos métodos que podem ser empregados, ou seja, aqueles que podem servir mais adequadamente à relação ensino-aprendizagem. Além disso, é necessário superar todo o preconceito que há em relação ao EaD, tanto por parte de alunos como dos próprios professores [SHE 96].

Sempre que se desenvolvem programas com fins didáticos, é grande a tentação de se empregar uma solução já pronta, elaborada por especialistas em informática com pouca ou nenhuma experiência na área educacional, sem a interação necessária com os verdadeiros usuários e sem levar em consideração aspectos pedagógicos mínimos. Embora a tecnologia seja parte integrante do EaD, qualquer programa bem sucedido deve visar às necessidades do estudante e não à tecnologia em si.

É essencial considerar fatores como idade, histórico sócio-econômico e cultural, interesses e experiências, nível educacional e familiaridade com métodos de EaD dos estudantes [SHA 88], assim como a desenvoltura do professor diante dessa tecnologia. Um dos fatores mais importantes para um bom sistema de EaD é um professor atento, confiante, adaptado aos equipamentos, que usa a mídia criativamente e mantém um alto nível de interatividade com os estudantes [SHA 88].

Podemos assim definir como basicamente três as áreas envolvidas no desenvolvimento de um ambiente de EaD pela Internet: a pedagógica, de interface e tecnológica:

- 1) A primeira, de onde deve partir a iniciativa, é a do educador. Este pode ser um professor, uma escola, instituição de ensino ou empresa que queira ensinar seus alunos ou treinar seus funcionários. Estes devem ser os responsáveis pelo conteúdo e pela metodologia de ensino. É quem irá “dar a mão ao aprendente para guiá-lo nos caminhos do conhecimento”.
- 2) A segunda área é de competência dos que desenvolvem a interface do sistema, traduzindo o que o educador quer ensinar em uma linguagem e *design* compatíveis à mídia eletrônica. Quem faz isso são as pessoas envolvidas com tecnologia, porém

atentas às determinações do educador. É neste estágio que é desenvolvido o sistema que funcionará na *Web*.

- 3) A terceira área envolvida é a que proporciona os meios para integrar alunos e professores. É a estrutura de Internet que irá hospedar as páginas, bancos de dados e informações, e que cuidará da comunicação e atualização tecnológica do sistema, além de estudar a tecnologia de rede mais adequada, levando em consideração a relação custo/benefício.

Além de um quadro de pessoal experimentado, as ferramentas utilizadas também devem satisfazer requisitos e necessidades diagnosticadas pelos instrutores, alunos e especialistas do conteúdo ensinado. Portanto, cabe aos desenvolvedores de uma aplicação compatibilizar essas exigências de cunho pedagógico com as limitações de ordem técnica.

Algumas premissas podem ser consideradas como ponto de partida para um sistema de EaD eficiente, segundo [MOU 2000], comentadas a seguir.

A) Interatividade síncrona/assíncrona

A interatividade, em um ambiente de ensino-aprendizagem, pode apresentar-se de várias formas: entre alunos e professor, entre alunos e o ambiente de aprendizagem e entre os próprios alunos. [GAR 87 apud MOU 99] sustenta que a qualidade do processo educacional depende de uma comunicação contínua e bidirecional e que, sem conectividade, o EaD degenera para o velho modelo de estudo independente do curso por correspondência em que o estudante torna-se autônomo e isolado e, finalmente, abandona o curso. Através de estudos sobre a eficiência de uma mistura de áudio e vídeo para treinamento coletivo, foi detectado que, quando introduzida a interatividade em tempo real, a taxa de retenção de informação dos estudantes subiu de 20% (usando métodos de aula comuns) para 75% [MIL 94 apud MOU 99].

B) Aprendizado ativo

Trata-se da participação ativa do aluno, que deve se sentir responsável pelo conteúdo ensinado bem como a maneira como ele é ministrado, procurando identificar-se com o mesmo, partindo do princípio do “aprender fazendo”. O incentivo e a busca dessa participação é tarefa do professor e da equipe de criação do material didático. Portanto, salienta-se novamente a importância de que exista a preocupação de buscar-se o estímulo à participação ativa dos alunos, provendo orientação e *feedback*³ de acordo com as necessidades e carências dos mesmos.

C) Comunicação efetiva

Um mesmo conteúdo explicado pelo professor causará uma impressão e compreensão diversa em cada um dos alunos, pois cada aluno, assim como cada pessoa, possui maneiras diferentes de aprender e de assimilar as informações. Portanto, uma escolha correta do meio, da imagem e dos recursos é essencial para um aprendizado efetivo.

³ Retorno a algum questionamento, dúvida ou comentário.

D) Cooperação x colaboração

Muitos autores têm tratado atividades cooperativas e atividades colaborativas como sinônimos. A sugestão é que tais conceitos sejam diferenciados. Colaborar relaciona-se com contribuição sem necessariamente ter que haver trabalho conjunto envolvendo, na maioria das vezes, patamares diferenciados em termos de conhecimento. Cooperar (co-operar), por sua vez, além de exigir colaboração, envolve trabalho conjunto visando alcançar objetivo compartilhado [FER 99].

Na prática, o EaD pode ser realizado de diversas maneiras, combinando videoconferência, colaboração via *Web*, vídeos sob demanda e computadores. O modelo ideal vai depender do curso em questão e da infra-estrutura disponível na instituição. Antes de adotar o conceito de sala de aula virtual que atenda às necessidades da equipe, no entanto, convém não esquecer de considerar as limitações técnicas do ambiente. Para implantar uma solução baseada na *Web* com multimídia, por exemplo, é preciso ter velocidade suficiente para processar vídeo, som e texto em tempo real, pois do contrário, as figuras e sons exibidos durante um treinamento podem perfeitamente comprometer a performance da rede e da aplicação em questão.

No próximo capítulo é analisada a adoção da videoconferência e da transmissão de vídeo sob demanda no EaD, citando-se a evolução das novas tecnologias de rede, que já estão sendo implantadas no Brasil e que possibilitam a sua aplicabilidade de maneira eficaz e eficiente em ambientes de ensino-aprendizagem.

3 A utilização da videoconferência e de vídeos sob demanda no EaD

Mesmo em aulas presenciais, em praticamente todas as disciplinas existem assuntos que são simples de serem explicados, enquanto outros requerem uma maior mobilização do professor. Esta mobilização constitui-se em utilizar métodos alternativos à simples leitura de um texto, onde o professor precisa, muitas vezes, utilizar recursos multimídia (imagens, animações, vídeos e sons) para explicar o assunto em questão de forma eficaz e eficiente para promover o aprendizado do aluno.

Estes mesmos tipos de recursos devem obrigatoriamente estar presentes quando a aula for lecionada a distância, para que possa haver envolvimento ativo do aluno. Assim, transformar aulas convencionais, que se utilizam na maioria das vezes de textos e imagens, em material multimídia, agregando áudio e vídeo torna-se interessante e atrativo para o aluno.

A incorporação de recursos áudio-visuais, tanto em tempo real quanto sob demanda, tem possibilitado a criação de ambientes virtuais multimídia na Internet, tais como ambientes de videoconferência e ambientes de transmissão de vídeo sob demanda. As conseqüências deste avanço tecnológico para fins educacionais são notórias, principalmente quando se permite a interatividade entre o professor e os alunos.

No caso da videoconferência, tem-se a possibilidade de uma comunicação síncrona e da resolução de dúvidas de maneira mais rápida. Muitas vezes, durante uma aula a distância, podem surgir dúvidas comuns entre os alunos. Estando todos esses alunos participando da aula ao mesmo tempo, a referida dúvida pode ser resolvida pelo professor e não é necessário que o mesmo repita o assunto várias vezes a cada um deles; o que pode acontecer num ambiente assíncrono de comunicação, como correio eletrônico.

Mas, mesmo não existindo interatividade em tempo real, como no caso do vídeo sob demanda, a simples adoção da transmissão de áudio e vídeo já torna a aula muito mais atraente, com a agregação e utilização de recursos multimídia, fator importante para um processo eficaz de ensino-aprendizagem a distância.

Segundo [MUS 95], a linguagem corporal é responsável por 80% das nossas impressões durante uma interação. Por este motivo, a inclusão de vídeo e som nas comunicações a distância pode ser mais significativa e pode tornar-se uma alternativa à reuniões e aulas presenciais. Além disso, já é comprovado que as pessoas aprendem mais da metade do que sabem a partir de informação visual. Numa sociedade onde interesses poderosos empregam dados visuais para persuadir, os educadores devem ser capazes de empregar nos ambientes de ensino-aprendizagem que constróem, imagens e multimídia [McC 98].

3.1 Vídeo sob demanda

A transmissão de multimídia sob demanda vem crescendo muito na Internet, como forma de transferência de conteúdo multimídia remoto para microcomputadores

locais, consolidando-se o conceito de Vídeo sob Demanda, que compõe toda forma de difusão de filmes e imagens sob a demanda do usuário [RIB 99].

Conceitualmente, pode-se dizer que um serviço de vídeo sob demanda (VoD- *Video On Demand*), deve capacitar o usuário a selecionar um vídeo e reproduzi-lo imediatamente, independentemente da existência de outras solicitações de reprodução de filmes por outros usuários. Dessa forma, o usuário que deseja assistir um filme disponível na Internet solicita sua reprodução no endereço remoto, sem precisar seguir um roteiro pré-definido e sem se preocupar com outros usuários que estejam fazendo o mesmo.

Os sistemas de VoD funcionam de acordo com a tecnologia de *streaming*, que possibilita a execução do arquivo localmente, sem necessidade de *download* total mesmo, sendo que à medida que o arquivo é recebido, este já vai sendo mostrado ao usuário. Isto ocorre porque, nos primeiros segundos, uma aplicação de vídeo sob demanda armazena em um *buffer* local (memória temporária) uma porção do arquivo *streaming* que está sendo acessado. Dessa forma ele também poderá balancear a reprodução em eventuais congestionamentos da rede que comprometam a velocidade de transmissão.

Uma aplicação de VoD pode reunir várias mídias, como imagens em movimento, áudio e eventualmente outros dados. Grandes empresas como *Microsoft* e *MCI* investem nesta tecnologia, mas a lentidão das conexões ainda é um obstáculo. A qualidade destes serviços ainda deixa a desejar, devido à sua complexidade, o início de uma distribuição de *links* de alta velocidade no país, e pelo alto custo da implementação de servidores de vídeo de alto desempenho para transmissão de VoD a um número grande de usuários [RIB 99].

Entretanto, existe a consciência de que, mesmo enfrentando os naturais problemas de uma inovação recente, estas aplicações vêm para conquistar o mercado. Experiências neste sentido tem sido realizadas e aos poucos, sistemas de VoD já estão cobrindo uma série de áreas, como bibliotecas de vídeo para fins comerciais, acadêmicos e lazer, onde já é possível acessar enciclopédias eletrônicas e vídeos interativos com qualidade satisfatória e de maneira rápida; transmissões de *shows* e notícias ao vivo, entrevistas, desfiles e tantos outros eventos.

3.2 Videoconferência

A utilização de ambientes interativos de comunicação na Internet, e em especial da videoconferência, consta, sem dúvida, da mais inovadora e fascinante forma de comunicação que surgiu nos últimos anos, tendo se tornado tendência no cenário mundial das redes de computadores.

Há de se admitir que algumas formas de EaD oferecem vantagens em relação ao ensino presencial, realizado em salas de aula convencionais, dada a pobreza de interação que ocorre na maioria destas [CHA 2000], sendo que uma delas é a realização de videoconferências.

A videoconferência caracteriza-se por permitir a comunicação em tempo real entre pessoas distantes geograficamente, através de um simples computador pessoal ou

de modernos estúdios, constituindo-se basicamente em uma forma alternativa e interativa de comunicação com transmissão de áudio e vídeo em tempo real. Portanto, uma videoconferência consiste em uma discussão em grupo ou pessoa-a-pessoa na qual os participantes estão em locais diferentes, mas podem ver e ouvir uns aos outros como se estivessem reunidos em um único local [WHA 98].

Em algumas aplicações de videoconferência, além da transmissão de dados multimídia, é possível o compartilhamento de programas do computador, diálogo através de canais de bate-papo (*chat*), apresentação de *slides*, vídeos, desenhos e anotações em um ambiente compartilhado, permitindo ampla interatividade entre os participantes.

Inúmeras são as vantagens na realização de videoconferências, destacando-se:

- Agilidade e aumento da produtividade, pois permite maior interação entre os participantes.
- Redução de gastos com viagens, pois não há necessidade de deslocamento, o que também acarreta na economia de tempo.
- Comodidade de estar em mais de um lugar ao mesmo tempo, pois permite a comunicação simultânea entre pessoas distantes umas das outras.
- Compartilhamento de informações.
- Resolução parcial de problemas de planejamento e agendamento de encontros, aulas ou reuniões, pois não é necessário deslocamento pelos participantes, resultando em praticidade.
- Mais um recurso de pesquisa, já que a aula, reunião ou palestra pode ser gravada e disponibilizada posteriormente;
- Permitem a inserção de um novo ouvinte/participante de forma didática.

Além disso, através de videoconferências é possível trazer aos alunos opiniões, palestras, fóruns e debates de importantes especialistas em assuntos atuais e/ou que estejam sendo estudados pelos alunos no momento [CRU 97]. Isto contribui favoravelmente para o enriquecimento da aula, possibilitando a percepção de novos paradigmas de abordagem e análise ainda não vislumbrados pelos alunos.

Algumas experiências comprovam ainda que a videoconferência é atraente aos alunos e motiva as interações com o professor [CAR 2000], estimulando ainda o trabalho cooperativo e colaborativo entre eles, o compartilhamento de soluções e idéias, tornando a mesma uma alternativa de comunicação bastante efetiva e fascinante no processo de ensino-aprendizagem. Esta pode ser utilizada tanto como complementação do ensino presencial como na realização de aulas e reuniões totalmente a distância, por propiciar uma interatividade muito maior da oferecida pelos meios convencionais, como correio eletrônico, *chat* ou telefone [TRE 97].

Porém, apesar do nome ser “videoconferência”, o áudio é uma das mídias mais importantes, tendo em vista que, se houverem cortes nos sinais de áudio, a interatividade da sessão poderá ficar seriamente comprometida, mesmo que o vídeo seja satisfatório. Os sinais de áudio são muito mais sensíveis a perdas e atrasos na transmissão, uma vez que alguns pacotes perdidos podem significar preciosos segundos de uma conversação, comprometendo a inteligibilidade das mensagens. Em contrapartida, a perda de pacotes de vídeo não comprometem significativamente a sua

qualidade, já que alguns *pixels* ou *frames* a menos não são fundamentais para a sua visualização [MOU 2000].

Um sistema de videoconferência precisa ser prático e intuitivo como um telefone. Como tal, ele precisa ser útil e simples. Caso contrário, não seria aceito pelo mercado de usuários comuns. Além disso, deve oferecer outras facilidades adicionais à simples transmissão síncrona de áudio e vídeo. Tais facilidades incluem uma etapa anterior à conferência (denominada pré-conferência) para agendamento e configuração do ambiente, facilidades para manipulação de documentos e trabalho cooperativo, facilidades para troca de mensagens entre os usuários, possibilidade de gravação da conferência para posterior assistência e, em todas as suas funções, mecanismos de segurança [OLI 96]. Uma vez definida sua estrutura e configuração, bem como os objetivos a serem alcançados, chega-se à etapa de seleção das soluções disponíveis no mercado.

Atualmente, muitas pesquisas e experiências resultaram em aplicações que permitem melhores esquemas de compressão dos dados e aumento da velocidade dos processadores, além da queda dos preços dos equipamentos, fazendo com que a realização de videoconferências seja possível por computadores pessoais [TRE 97] [OTS 97], que exigem requisitos mínimos e custos para implantação muito inferiores do que a utilização de salas especiais, bastando apenas a inclusão de *software* e *hardware* em computadores padrão.

Assim, é possível encontrar dois tipos de soluções para sistemas de videoconferência: uma composta por salas ou auditórios equipados com TVs, câmeras de vídeo e consoles de controle (fig. 3.1). Este tipo de sistema é conhecido como videoconferência de salas (fig. 3.2) [MOU 2000] [MUS 95].



FIGURA 3.1 - Equipamento para videoconferência de sala



FIGURA 3.2 - Uma sessão de videoconferência de sala

A outra solução são os sistemas de videoconferência para computadores pessoais, ou *desktop videoconferencing* (fig. 3.3), que integram placas de som e imagem, câmera, microfones, caixas acústicas e *software* apropriado (fig. 3.4) [MOU 2000] [MUS 95]. Estes sistemas permitem, além da visualização de imagens com som, o compartilhamento de arquivos. Estas facilidades permitem a realização de reuniões virtuais sem a necessidade de se afastar de casa ou do trabalho.



FIGURA 3.3 - Uma sessão de videoconferência de *desktop* remota



FIGURA 3.4 - Equipamento para videoconferência de *desktop*

Entretanto, ainda existem alguns problemas envolvidos na realização de videoconferências e transmissões de vídeo sob demanda, os quais estão descritos e analisados a seguir.

3.3 Análise dos problemas envolvidos na transmissão de dados multimídia na Internet

Uma aplicação multimídia na Internet, por suas próprias características, exige um alto desempenho da rede e das suas estações de trabalho. A videoconferência 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 [CHO 97] [TAN 96].

Como já destacado anteriormente, aplicações como videoconferências são um produto natural da incorporação de ambientes virtuais e multimídia interativos pela Internet, especialmente úteis para fins educacionais, uma vez que possibilitam a interatividade entre pessoas distantes em tempo real. No entanto, surge o problema da largura de banda disponível, pois, pelo fato da videoconferência lidar com a transmissão de dados, voz e vídeo através de um canal de comunicação, é necessário transmitir uma grande quantidade de informações continuamente e em tempo real, muitas vezes esgotando a capacidade de transmissão da rede.

Além disso, os dados relativos a áudio e vídeo são sensíveis ao tempo, o que faz da sincronização um fator imprescindível. O descompromisso com a exigência de temporização do tráfego isócrona por parte de alguns sistemas dá origem a latências e *jitters*, fatores estes que não favorecem a videoconferência [MOU 2000].

Banda passante é a quantidade de informações que podem trafegar através de um canal de comunicação [HUD 95]. Definindo “gargalo” como um fator limitante para um determinado sistema [TRE 97], pode-se dizer que a banda passante constitui um sério gargalo da videoconferência e transmissão de vídeo sob demanda sobre redes de computadores, que pode limitar o trânsito deste tipo de serviço às redes locais, configuradas sobre linhas velozes de comunicação.

Buscando viabilizar a transferência de áudio e vídeo sobre canais de comunicação de largura de banda limitada, têm-se procurado desenvolver algoritmos de compressão de dados cada vez mais eficazes. Os algoritmos de compressão são métodos implementados em *software* e/ou *hardware* que agem sobre os dados segundo diferentes técnicas, diminuindo a sua quantidade sem comprometer significativamente o seu conteúdo. Eles podem ser padronizados ou proprietários e trabalham segundo diferentes taxas de compressão⁴ [TRE 97].

Em contrapartida, na medida em que se aumenta a taxa de compressão, é exigido mais poder de processamento da CPU do computador. Entretanto, a utilização dos métodos de compressão pode simplesmente mover o problema de lugar, diminuindo a quantidade de largura de banda exigida em detrimento à percentagem de utilização da CPU, comprometendo a performance do computador. Por esta razão tem-se desenvolvido métodos de compressão implementados em *hardware*, que geralmente são mais rápidos e apresentam maiores taxas de compressão que os implementados em *software*. Como todo o processo de compressão e descompressão é realizado por uma CPU própria, a CPU do computador fica livre para executar as outras tarefas. Porém, o

⁴ As técnicas e os algoritmos mais utilizados para compressão de dados multimídia encontram-se explicitados no Capítulo 5.

custo de um equipamento de compressão específico é alto e é inviável para a maioria dos usuários [ZAN 99].

Tendo em vista este cenário, os usuários dos sistemas de videoconferência em computador têm buscado encontrar formas alternativas para a redução da quantidade de banda requerida para uma sessão de videoconferência. As alternativas encontradas por estes usuários restringem-se principalmente à limitação da qualidade com que se dá a captura e envio das mídias e o método de compressão que lhes é aplicado.

Para manipular o áudio, o usuário diminui o fator de qualidade oferecido pelo *software* de videoconferência. Geralmente os *softwares* oferecem três opções: áudio na qualidade de CD, rádio e telefone. Além disso, o usuário pode escolher métodos de compressão que atingem diferentes taxas de redução dos dados, visando escolher o método que mais se adapta às suas necessidades [TRE 97]. No entanto, o usuário deve levar em conta o poder de processamento do computador, e portanto, o tempo que vai ser gasto para que este método possa ser aplicado com sucesso. Deste modo o objetivo do usuário é achar um ponto de equilíbrio entre estes fatores.

Em relação ao vídeo, primeiramente o usuário pode reduzir a taxa de quadros por segundo para valores entre 10 e 15, que são taxas consideradas satisfatórias. Este procedimento diminui sensivelmente a largura de banda consumida, mas pode ainda não ser suficiente considerando o grande volume dos dados envolvidos. Outras alternativas de configuração são aquelas relacionadas a composição das imagens, onde fatores como o tamanho dos quadros, número de cores e a resolução refletem diretamente na quantidade dos dados que são necessários para a sua formação. Sendo assim, diminuir o tamanho dos quadros capturados, limitar o número de cores ou até mesmo capturar a imagem em tons de cinza e diminuir a resolução, pode ser a saída para quem deseja economizar boa quantidade de largura de banda. Além disso o usuário poderá ainda aplicar sob o vídeo resultante diferentes métodos de compressão [ZAN 99].

A maioria dos sistemas de videoconferência possibilita que o usuário estabeleça limites na transmissão, indicando as taxas máximas que podem ser atingidas para o envio e o recebimento dos dados. Mesmo que for gerado um fluxo acima do estabelecido, somente a taxa permitida será transmitida. Este dispositivo porém, fornece um falso controle dos dados envolvidos na videoconferência, já que esta limitação não leva em conta a integridade dos dados, podendo causar perdas irreparáveis na transmissão das mensagens comprometendo desta forma a efetividade da videoconferência. Por exemplo, se for estabelecido que a banda máxima de transmissão deve ser de 60 Kbps, mesmo que em determinados momentos seja possível transmitir acima deste limite sem a ocorrência de problemas, o *software* estará agindo diretamente como um fator de limitação da qualidade da transmissão.

Outro fator importante é que os usuários procedem estas configurações com base nos dados que lhes são apresentados localmente. Assim, as configurações procedidas podem não ser efetivas para os usuários em máquinas remotas, pois não consideram como estes estão recebendo as informações e as condições de tráfego do segmento de rede onde estão inseridos.

Algumas soluções têm sido propostas para se evitar o congestionamento da Internet e dar maior vazão ao volume de dados gerados por aplicações com estas características, como a criação de túneis virtuais, que acondicionam estes dados em

rotas definidas entre endereços Internet, o chamado *Backbone Multicast* (MBone⁵). Mesmo estas tentativas de racionalização do uso da Internet tendem a se esgotar, conforme o número e a exigência dos usuários por recursos de imagem e som aumentem. Observa-se novamente que as condições de conectividade podem limitar a implementação e desenvolvimento de um serviço de rede altamente desejável para as instituições educacionais.

Do exposto, percebe-se que a plena incorporação do EaD interativo pelas instituições educacionais depende basicamente de condições adequadas de conectividade. Tendo em vista que o sistema de telefonia brasileiro não consegue absorver a demanda pelo acesso à Internet, tanto por questões de limitação de velocidade, como estabilidade e qualidade das conexões, passando até pela quantidade de linhas disponíveis no mercado, a utilização de novas tecnologias de rede tem procurado resolver este problema. Além disso, os dados relativos a áudio e vídeo são sensíveis ao tempo, o que faz da sincronização um fator imprescindível. O descompromisso com a exigência de temporização do tráfego isócrono por parte de alguns sistemas dá origem a latências e *jitters*, fatores estes que não favorecem a videoconferência [MOU 2000].

Essas novas tecnologias estão espalhando-se rapidamente e evoluído, disponibilizando conexões baratas e de alta velocidade em qualquer ponto do globo, já fortemente implantadas nos EUA. Entre estas novas tecnologias, citam-se a utilização de ISDN (*Integrated Services Digital Network*) ou RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados), ISDN de Banda Larga ou ATM (*Asynchronous Transfer Mode* ou Modo de Transmissão Assíncrono), xDSL (*Digital Subscriber Loop*) podendo ser ADSL, HDSL, EDSL, VDSL, *Wireless* (Internet sem fio, por ondas de rádio e antenas) e *Cable modem* (Internet via cabo).

3.4 Acesso assíncrono aos dados gerados

Um item importante e que deve ser destacado, é a possibilidade de gravação das interações ocorridas em uma videoconferência ou transmissão de áudio e vídeo, tornando-se assim mais um recurso de pesquisa. Esta característica soluciona uma das maiores desvantagens da realização de videoconferências ou transmissões ao vivo, pois trata-se de uma aplicação síncrona, havendo assim a necessidade de todas as pessoas envolvidas estarem conectadas ao mesmo tempo.

Assim, os dados gravados podem ser disponibilizados para que alunos que não puderam estar conectados no momento da realização da videoconferência ou transmissão ao vivo, possam acessá-los e analisar as interações ocorridas. A partir disso, estes alunos podem contatar o professor e/ou colegas através de outras formas de comunicação para resolução de dúvidas ou comentários a respeito.

A realização de videoconferências e a utilização de aplicações de vídeo sob demanda apresentam-se, assim, como uma tendência no cenário mundial de meios de comunicação e redes de computadores, sendo inegável o fato de que, dentro de um futuro bem breve, todas as vantagens e facilidades envolvidas na sua utilização farão

⁵ As aplicações do MBone (SDR, VIC, RAT, NTE e WB), que utilizam este tipo de solução, estão descritas e apresentadas no capítulo 5 deste trabalho.

com que tais serviços tenham um amplo uso [FIS 98], sendo desnecessário falar-se novamente sobre as vantagens e facilidades que advém do fato de utilizarmos tais sistemas como forma de comunicação.

No próximo capítulo são apresentadas as formas ou tecnologias empregadas atualmente nas transmissões de áudio, vídeo e dados em geral que possibilitem uma utilização eficaz das larguras de banda existentes. Para isso, são analisadas as técnicas utilizadas nos algoritmos que realizam a digitalização e compressão das mídias para transmissão, além dos padrões empregados que garantam a interoperabilidade das diversas soluções heterogêneas existentes.

4 Tecnologias e padrões de transmissão de dados multimídia na Internet

A transmissão de multimídia ocorre a partir de uma estrutura de *hardware* (equipamentos e meios de transmissão) e *software* (algoritmos de codificação e compressão, e aplicativos de captura e reprodução). Logo, exige uma grande quantidade de recursos, devido à enorme quantidade de informação sendo capturada, transmitida e reproduzida em pequenos intervalos de tempo. A necessidade de sincronismo para transmissões em tempo real também contribui para a necessidade de *softwares* compatíveis e *hardwares* de alto desempenho.

Quando se pensa em sessões de videoconferência e/ou transmissão de vídeo sob a demanda do usuário, é necessário levar em consideração toda uma base de recursos que dá sustentação ao que hoje parece ser simples e imediato. Foi necessária a criação e aperfeiçoamento de máquinas e dispositivos de *hardware* que viabilizassem a captura de áudio e vídeo. Complexos algoritmos de compactação de mídia foram escritos (tanto em *software* como em *hardware*), a fim de dar vazão a enormes quantidades de dados sobre links de comunicação ainda escassos e estreitos nos dias de hoje.

Assim, foram desenvolvidas ferramentas para efetivar, na prática, a transmissão de multimídia em diversos ambientes e plataformas computacionais, sendo que tudo isso precisa operar com harmonia e confiabilidade. Desta forma, muitos padrões de interoperabilidade foram escritos com o objetivo de integrar diversas soluções heterogêneas. Esses padrões estabelecem normas que vão desde a arquitetura física e lógica dos sistemas de transmissão de multimídia, até as características dos dispositivos envolvidos. Graças a normatização proposta por instituições internacionais como ITU, ISO ou IETF, foi possível intercomunicar diversos produtos e ferramentas desenvolvidos por fabricantes distintos.

4.1 Tecnologia *Streaming* [LEM 98]

Há pouco tempo, executar um arquivo de vídeo, ou seja, assistir um pequeno *clip* na Internet, significava um longo período de *download*. Então, levantou-se a possibilidade de reproduzir o vídeo desejado antes mesmo que todo o arquivo fosse gravado localmente. Assim, nasceu a Tecnologia de *Streaming*, que é um misto de técnicas de compressão e armazenamento em memória temporária (*buffering*). Ela permite a transmissão de vídeo em tempo real através da Internet.

O *streaming* faz com que os arquivos de som e imagem comecem a ser exibidos mesmo antes que a transferência seja finalizada, ou seja, antes que o arquivo seja copiado totalmente para o computador local. Isto reduz a espera inicial a poucos segundos, um tempo relativamente razoável para o contexto atual da Internet. Permite ainda enviar o vídeo ao microcomputador de uma forma que ele não pode ser copiado. O aluno pode rever a aula quantas vezes quiser, solicitando novamente o vídeo, porém não é possível armazenar uma cópia.

Para rodar um vídeo *clip* em *streaming* da Internet é necessário a presença de um *plug-in* (*software* especial que trabalha em conjunto com o navegador da *Web*), o qual

manipula o *download* e descompressão do arquivo. Na compressão do vídeo, aplicam-se complexas fórmulas matemáticas que particionam a seqüência de imagens em quadros denominados *frames*. Cada *frame* é quebrado em partes dinâmicas e/ou estáticas. Estas partes, também chamadas de objetos, contém conteúdo móvel ou parado. Um *software* de compressão age sobre estes objetos, atualizando aqueles com conteúdo móvel e reciclando aqueles com conteúdo estático. Assim, consegue-se reduzir o tamanho e o tempo de transmissão de um arquivo de vídeo.

O armazenamento em memória temporária (*buffering*) funciona com a finalidade de disponibilizar uma seqüência de *frames* antes do começo do vídeo, a fim de dar continuidade às imagens em caso de retardo durante a transmissão de novas *frames* da origem remota. Logo, existe um espaço alocado em memória que visa manter um ritmo constante na reprodução das imagens. Caso a conexão fique demasiadamente lenta, o *buffer* fica encarregado de suprir os atrasos e lacunas na transmissão, esvaziando seu reservatório de *frames*.

Para realizar a transmissão de um *stream* com boa de qualidade, deve-se garantir a captura das mídias com boa sonoridade e nitidez. Isto melhora o índice de compressão e minimiza a largura de banda. Além disso, é importante cuidar os seguintes aspectos:

- Evitar movimentos desnecessários (tanto da câmera, quanto do alvo) durante captura das imagens.
- Cores sólidas com brilho são melhor comprimidas.
- Cores escuras podem confundir o *software* de compressão.
- Deve-se valorizar cenários que tenham bom contraste com os objetos alvo.

Para que se consiga transmitir sons e imagens pela Internet em tempo real, os produtos ou ferramentas que viabilizam transmissões de *streams* utilizam uma técnica diferente daquela utilizada pelas páginas *Web*. Nas transmissões convencionais, a ordem de chegada dos pacotes que compõem um arquivo não importa, pois ele será exibido depois que todos os seus pedaços tenham chegado corretamente ao destino. O pré-requisito nas transmissões convencionais é a chegada intacta de absolutamente todos os pedaços do arquivo (ou pacotes de informação). Se ocorrer falha em algum destes pacotes haverá necessidade de uma retransmissão; caso contrário o arquivo ficará corrompido.

Já nas transmissões *streaming*, a ordem de chegada dos pacotes de informação (ou pedaços de um arquivo) é fundamental, pois a visualização ou execução do conteúdo do arquivo se inicia antes do término da transmissão. Outra diferença em relação a transmissão convencional está na flexibilidade de perda de dados; ela pode suportar o descarte de alguns pacotes que farão uma diferença praticamente imperceptível aos sentidos humanos.

4.2 Algoritmos de compressão dos dados

A finalidade dos algoritmos de compressão de dados é reduzir a quantidade de informações que trafegam em uma transmissão de dados multimídia pela Internet.

Como já comentado no capítulo anterior, através da aplicação de métodos de compressão, percebe-se uma sensível remoção do “gargalo” da videoconferência, porém, se a compactação dos dados suaviza o problema da largura de banda, por outro lado cria um outro problema. A execução de algoritmos de compressão pode levar muito tempo, além de às vezes requerer *hardwares* adicionais encarecendo a implantação do sistema de videoconferência. Quanto melhor a taxa de compressão, mais tempo se levará para executar o algoritmo, além de que para aplicar altas taxas de compressão, como vistas anteriormente neste trabalho, é necessário usar um aparelho chamado *CODEC*, que pode ser muito caro [TRE 97].

Felizmente, com a crescente evolução dos processadores que equipam os computadores pessoais e com a existência de poderosas estações de trabalho, o uso de um *CODEC* pode não ser obrigatório, ficando a cargo do computador realizar a tarefa de compressão dos dados. O importante é saber que os métodos de compressão são realmente indispensáveis para o atual cenário da videoconferência, ficando a critério do usuário optar por aquele que mais se adapta as condições da rede, do *software* à ser utilizado e dos requisitos de *hardware* envolvidos.

A busca de uma solução para as limitações impostas pela banda passante, está concentrada na tentativa de diminuir a quantidade dos dados gerados em uma transmissão multimídia, procurando economizar largura de banda de todas as formas possíveis.

4.3 Latência e Jitter

Um ponto importante a ser considerado é a Latência e o *Jitter*, resultantes de uma falta de sincronismo (áudio-áudio e áudio-vídeo), oriundas dos sistemas responsáveis pela transmissão de multimídia. Neste caso, o cuidado com a temporização na transmissão de sons depende dos protocolos de comunicação e do próprio meio físico (tipo, rotas, etc.) [MOU 2000].

A questão da latência nas transmissões de áudio não pode ser ignorada quando se pensa em qualidade e interatividade entre usuários remotos. Ela representa o atraso imposto pelo *link* de comunicação, fazendo com que seja uma questão importante num trabalho colaborativo, como por exemplo uma sessão de videoconferência.

A latência ocorre quando existe um espaçamento desigual e irregular dos pacotes de dados (fig. 4.1) [MOU 2000]. O índice de latência é dinâmico, pois este espaçamento pode variar no tempo, fazendo com que, isoladamente, não seja suficiente para se analisar a performance geral da rede quanto aos quesitos de sincronismo e retardo da transmissão. Assim sendo, é necessário a definição de um parâmetro secundário, que demonstre a variação da latência numa rede. Este parâmetro é denominado *Jitter*, ou variação de estatística do retardo, como ilustra a fig. 4.1.

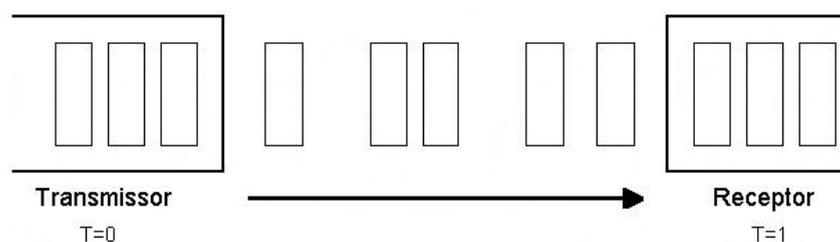


FIGURA 4.1 - Empilhamento de dados durante a transmissão [MOU 2000]

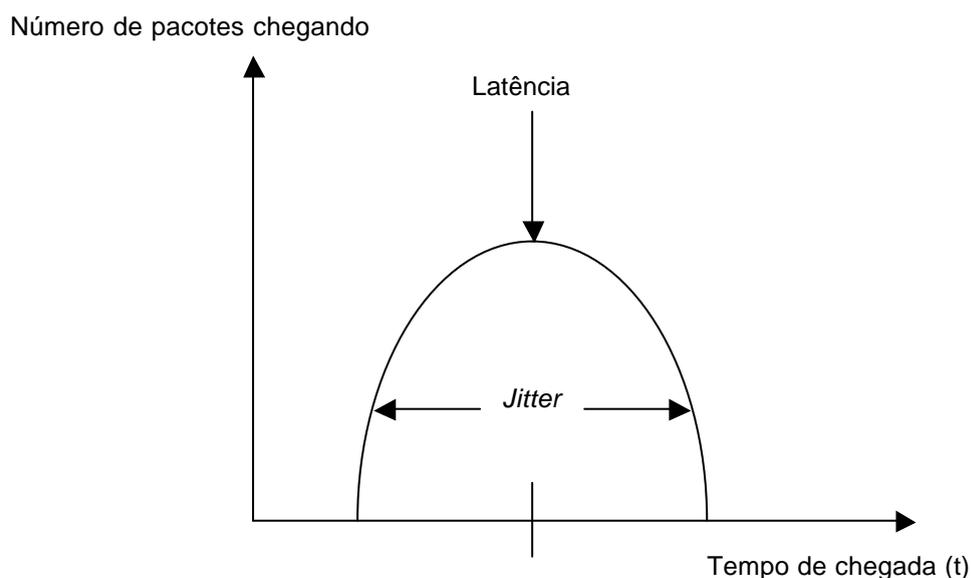


FIGURA 4.2 - Relação entre latência e jitter [MOU 2000]

Outro indicador importante para se mensurar o sincronismo nas transmissões de áudio é o *Skew* (fig. 4.3). Este indica a variação entre a transmissão do som e sua chegada, em conjunto com uma ação visual. Por exemplo, quando alguém está falando, deve haver sincronismo entre o movimento dos lábios e a chegada do som.

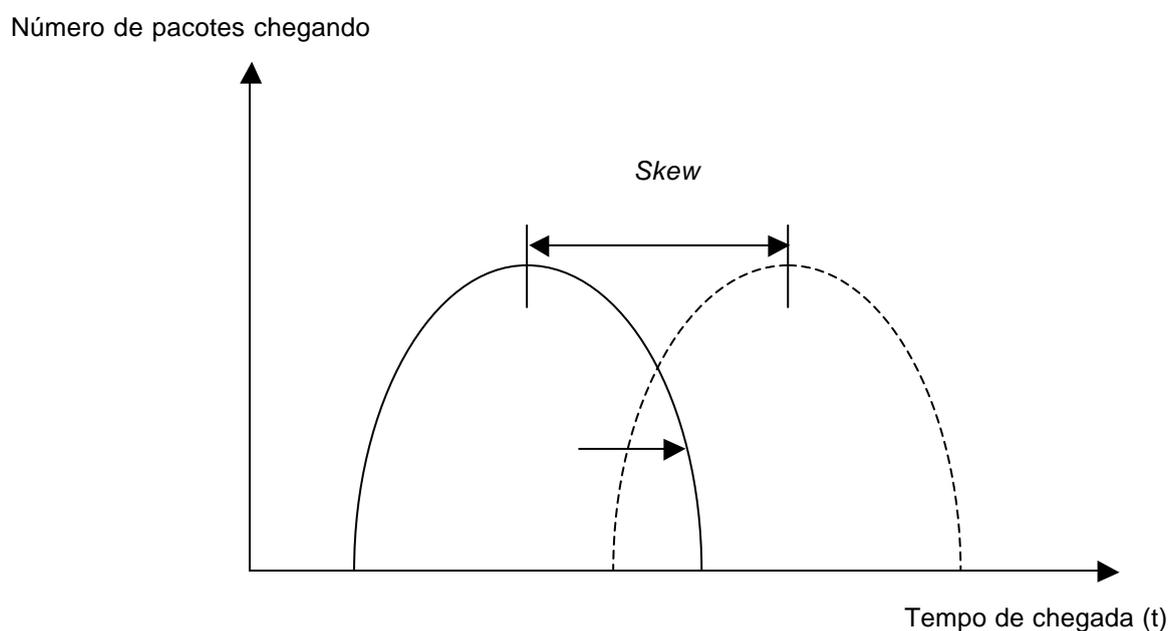


FIGURA 4.3 - Ilustração do Skew entre mídias de áudio e vídeo [MOU 2000]

4.4 Sinais de áudio

Em uma videoconferência, além dos dados de vídeo também trafegam dados de controle e de áudio. A maioria dos *softwares* existentes oferece opções para determinar o nível de qualidade e o método de compactação para a transmissão do áudio. Igualmente às imagens de vídeo, a qualidade do áudio pode ser degradada com o objetivo de diminuir a largura de banda consumida. Neste caso fica a cargo do usuário

saber como dimensionar as configurações do áudio, para que haja economia de banda passante sem comprometer a comunicação auditiva dos participantes ou ouvintes de uma transmissão [ZAN 99].

Fisicamente, o som se propaga por ondas medidas em *hertz*. Essa medida exprime o número de vibrações que acontecem em um segundo [MOU 2000]. Quanto menor a frequência, mais grave é o som. Quanto mais agudo, maior será a frequência das vibrações sonoras [MOU 2000].

A digitalização do áudio nas transmissões de multimídia está vinculada a capacidade de audição humana. O ouvido das pessoas consegue escutar frequências entre 20Hz e 20.000Hz, enquanto que a voz humana produz sons na faixa de 40Hz (mais grave) a 8kHz (mais agudo) [MOU 2000]. Os sistemas de áudio são projetados para trabalhar com frequências na faixa da fala humana, o que significa uma largura de banda inferior a faixa do ouvido humano [MOU 2000].

Os diversos programas de transmissão de multimídia do mercado empregam vários esquemas de compressão, alguns dos quais são proprietários e outros são recomendados por diferentes organizações internacionais de padronização, como por exemplo, ITU e ISO [MOU 2000]. A Tabela 4.1 apresenta as características básicas de alguns algoritmos [MOU 2000]:

TABELA 4.1 - Algoritmos de compressão de áudio

Algoritmos	Descrição
GSM	O <i>Global System Mobile</i> é usado na telefonia celular para comprimir com pouca perda de qualidade. Sua capacidade de compactação é de aproximadamente 80%, o que tornaria compatível com um link de 28.800 bps, comprimindo 8.000 bytes por segundo em 1.650 bytes por segundo. Comprime 160 amostras de 13 bits cada, ou seja, 2080 bits em somente 260 bits. Equivale a uma compactação de 8:1 [ROS 95].
ADPCM	O <i>Adaptative Differential Pulse Code</i> . Reduz uma taxa de dados de 8.000 bytes para 4.000 (50% de redução). Exige menos processamento em relação ao GSM, e é referenciado pela especificação ITU-T G.726 [MOU 2000].
PCM	Referenciado pela norma da ITU-T G.711. Combina 8.000 amostras por segundo a 8 bits por amostra, resultando numa largura de banda de 64Kbps. Realiza a compressão ou expansão do sinal de entrada, dependendo de sua amplitude, a fim de tornar a transmissão homogênea.
LPC	O <i>Linear Predictive Coding</i> é uma recomendação da US DoD e NATO. Métodos de codificação designados especificamente para voz. [SIL 99]. Reduz a taxa de dados a um fator acima de 12. Oferece um grande poder de compressão, exigindo, no entanto, maior processamento devido a enorme quantidade de cálculos em ponto flutuante. É sensível a ruídos de alta frequência ou entrada de sinal muito alto. Assim, torna-se uma alternativa quando outros esquemas não funcionam, ou quando a banda é realmente estreita [MOU 2000].
CELP	O <i>Code Exited Linear Predictor</i> realiza comparações entre o áudio de entrada com um modelo analítico do trato vocal, e analisa erros ou diferenças entre os dois, transmitindo a seguir, os parâmetros do modelo e os erros ou diferenças encontradas. O modelo analítico é conhecido tanto pelo codificador como pelo decodificador, otimizando a transferência [MOU 2000].

O PCM é um método de digitalização de um sinal, ou seja, transformação de um sinal analógico em sinal digital. A recomendação G.711 define o PCM como um processo no qual um sinal é amostrado e cujas amostras são quantizadas de modo independente das outras, e posteriormente convertidas para um sinal digital através de codificação [OLI 96]. É fácil então, perceber a importância dos algoritmos de compactação de áudio para a transmissão de som.

Em 1996, foram desenvolvidos dois algoritmos de áudio: o AC-3 da Dolby e o MPEGAudio Layer 3, usados nos produtos da *Microsoft*, Real Networks e ShockWave [MOU 2000]. Na compactação de áudio existe uma importante equação de proporcionalidade: quanto mais se comprime o áudio, menor ficam o arquivos e por consequência mais rápida a transmissão; porém, pior será a qualidade final do som. Uma compactação mais moderada, significa arquivos maiores e uma necessidade de banda maior. É fundamental encontrar um equilíbrio entre largura de banda e índice de compactação para que se obtenha uma taxa de transmissão elevada com boa qualidade de som.

A Tabela 4.2 apresenta uma comparação dos *CODECs* mencionados anteriormente com relação a utilização da CPU e da largura de banda, necessárias para recepção dos respectivos streams [MOU 2000].

TABELA 4.2 - Principais padrões de compressão de áudio

Padrão de compressão de áudio	Taxa de transmissão gerada
PCM	de 64 a 78 Kbps
CVSD	de 9 a 64 Kbps
IDVI	cerca de 46 Kbps
ADPCM	cerca de 36 Kbps
VADPCM	Variável
GSM	cerca de 19 Kbps
Delta-Modulation	cerca de 16 Kbps
LPC	cerca de 9 Kbps

FONTE: [TRE 97]

Os *codecs* que são encontrados nas ferramentas de empresas que desenvolvem soluções voltadas à transmissão de dados multimídia em ambientes computacionais, na sua maioria, estão baseados em padrões internacionais. Estes padrões garantem a interoperabilidade entre ferramentas de procedência distinta, dependendo da aplicação. Assim, o usuário de uma solução poderá interagir numa sessão de videoconferência (através do áudio pelo menos) com um usuário de outra solução.

A ITU-T especifica uma série de métodos de compressão de áudio [<http://www.itu.int/home/>]. Dentre os mais utilizados padrões estão [MOU 2000]:

- G.711: codificação básica para compressão de áudio para telefonia digital. A faixa de frequência disponível nas linhas telefônicas vai de 300Hz a 3.400Hz, devido ao corte de frequências altas, consequência do projeto de redes existente atualmente

para esses sistemas. Assim sendo, a largura de banda compreende, neste caso, a escala de 0 a 4.000Hz, com taxa de amostragem de 8.000Hz. A fala pode ser representada por 13 bits, porém, depois da compressão, tem-se 8 bits por amostra. A combinação de 8.000 amostras por segundo, a 8 bits por amostra, resulta numa largura de banda de 64Kbps, padrão de *stream* de áudio PCM.

- G.722: comprime o áudio de 7kHz em 64Kbps. A fala é amostrada a 16kHz, pois acima de 7kHz de frequência, ela apresenta baixa energia. Depois, é digitalizada a 14bits por amostra, gerando uma largura de banda de 224 kbps. A seguir, o stream digital é filtrado em duas bandas, uma para faixa de 50Hz – 4kHz, e outra para faixa de 4kHz – 7kHz. Logo após, cada banda é sub-amostrada de sua largura de banda de 16kHz para 8kHz. Em seguida, as duas bandas são codificadas usando o ADPCM e, posteriormente, multiplexadas para ocupar uma banda de 64kbps.
- G.728: comprime o áudio para uma largura de banda de 16Kbps, usando para isso, uma técnica denominada predição linear excitada de baixo atraso para codificar a fala.

4.5 Imagens e sinais de vídeo

Através do vídeo, ocorre a plena interação visual entre os interlocutores de uma videoconferência, ou de um usuário assistindo um material sob demanda. O vídeo traduz a realidade de forma visual e colorida, tornando a comunicação mais completa e presencial.

O advento do vídeo como mídia de gravação, edição e transmissão, revolucionou toda a indústria eletrônica, que a partir deste momento, começava a dominar uma nova tecnologia visual de armazenamento de informação. O vídeo era a reprodução da realidade. Através de sua edição e manipulação, o homem buscava moldar a própria realidade ao seu jeito e estilo.

Vídeo é uma seqüência de imagens estáticas. Quando apresentadas a uma taxa suficientemente alta, a seqüência de imagens (*frames*) dá uma ilusão de movimento. Os filmes do cinema são apresentados no Brasil a uma taxa de 24 fps (*frames* por segundo), e na televisão são apresentados a uma taxa de 30 fps [SIL 99].

Imagens estáticas e vídeo necessitam de muitos bytes para serem armazenados ou enviados pelas vias tradicionais. Por isso, torna-se necessário o uso de alguma técnica de compressão. Duas importantes métricas de compressão são a taxa de compressão e o número de *bits* de cada *pixel* de um *frame* [SIL 99]. Tal qual a mídia de áudio, a mídia de vídeo se caracteriza por gerar um tráfego contínuo com taxa constante. O retardo de transferência máximo tem grande importância, e a variação estatística do retardo deve ser compensada [SIL 99].

Existem dois tipos de esquemas de compressão: esquemas de compressão sem perda e com perda. Esquemas de compressão sem perda, como aqueles usados em arquivos compactados, sendo mais recomendados para a compactação de dados e reproduzem no arquivo descompactado o mesmo conteúdo do arquivo antes da compactação. Já nos esquemas com perda, como os usados em arquivos de imagens do tipo *JPEG*, permitem ao usuário especificar quanto de perda será empregada na

compressão [TRE 97]. Os esquemas de compressão sem perda geralmente oferecem uma taxa de compressão de 1:2 à 1:4, em contrapartida, os esquemas de compressão com perda oferecem uma taxa que pode chegar a mais de 1:200. Esta característica faz com que os métodos de compressão com perda sejam os mais usados para a compressão de vídeo [COF 98].

A compactação com perda é recomendada para imagens, já que a perda de alguns bits de informação não chega a prejudicar significativamente a imagem a ponto de impedir a sua identificação pelo usuário.

O papel principal da compressão é remover redundâncias. Em fluxos de vídeo, existem redundâncias dentro dos *frames* de vídeo, e também entre os *frames* existentes. Portanto, a base da maioria dos sistemas de compressão de sinal de vídeo é a possibilidade em se eliminar a porção repetitiva (redundante) da imagem, devido a limitações de percepção do olho humano [MOU 2000].

Comprimir o sinal de vídeo é tornar possível muitas aplicações antes inviáveis por motivos técnicos ou econômicos. Sistemas de edição que processam vídeo sem compressão têm alto custo e sua aplicação é restrita ao cinema ou ambientes de alta performance.

Um método muito utilizado por muitos sistemas de compressão é a combinação da estimativa de movimento com a compensação de movimento, que reduz a porção redundante entre um *frame* e outro. De forma simplificada: o primeiro quadro (*frame*) é inteiramente armazenado, e chamado de *frame* "predito" (*P-frame*). Em seguida, apenas a diferença entre o próximo quadro e seu precedente (*P-frame*) será armazenada e funcionará como *frame* predito do quadro seguinte [MOU 2000]. Nessa ordem, e assim por diante, todo o sinal de vídeo será comprimido.

Basicamente, os mais importantes projetos são baseados nos algoritmos de compressão que podem ser o JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), MPEG 1 e 2 (*Moving Pictures Experts Group*), DCT (*Discrete Cosine Transform*), utilizado nos *videotapes* Betacam Digital e Digital S da JVC e o método DV, do sistema DVCAM, da *Sony*, híbrido de fita e disco. Na maioria deles, o princípio é a remoção dos aspectos redundantes, onde variam as taxas de compressão mantendo apenas a informação necessária para recompor a imagem quando for descomprimida [BUO 99].

Diferentes sistemas de compressão (Tabela 4.3), desenvolvidos por várias organizações, são incompatíveis entre si, porém, utilizam essencialmente as mesmas técnicas combinadas de maneiras diferentes, de modo a favorecer e melhorar seus próprios sistemas e aplicações [MOU 2000].

TABELA 4.3 - Principais Algoritmos de compressão de vídeo

Sistema	Descrição
DCT	Discrete Cosine Transform. Amplamente utilizado na compressão de imagens. Padrões como MJPEG, ITU-T H.261 e H.263 usam o DCT. Nesses padrões é aplicado o DCT bi-direcional em blocos de 8x8 pixels. Usado nos formatos Digital S (JVC) e Digital Betacam (Sony) [MOU 2000].
Codificação de Comprimento de Seqüência	Run Length Enconding. Utilizado pelo <i>codec</i> da <i>Microsoft</i> MRLE. Pouco eficiente sozinho, atuando em conjunto com o DCT para codificar os blocos. Essa técnica codifica uma seqüência de pixels consecutivos da mesma cor na forma de um único código. Por exemplo: uma seqüência de pixels 77 77 77 77 77 77 poderia ser codificada como 6 77 (para seis pares de sete) [MOU 2000].
Quantização de Vetores	Vector Quantization. Divide a imagem em blocos de 4x4, por exemplo. Como normalmente alguns blocos são similares aos seus adjacentes, o codificador identifica os blocos semelhantes e substitui por um bloco genérico. A este bloco genérico é atribuído um código binário curto, e assim ocorre a compactação. É uma técnica inerentemente com perdas, pois um bloco genérico é apenas uma aproximação do bloco original. A compressão é lenta e exige muito processamento para o cálculo estatístico de frequência e similaridade dos blocos. Já o processo de descompressão é mais rápido, pois resume-se a uma consulta de tabelas [MOU 2000].
DV	Desenvolvido por um consórcio de quase 60 empresas, entre elas: Sony, Philips, Thomson, Matsushita, Hitachi, Toshiba, Sharp, Mitsubishi, Sanyo, JVC, etc. O sistema de compressão é o Intra-frame, que hoje é o coração dos formatos DVCPRO e DVCPRO 50. É utilizado pela Sony no formato DVCAM. É possível trocar arquivos de áudio e vídeo entre equipamentos de vários fabricantes [MOU 2000].
Diferenciação de Quadros	Frame Differencing. Geralmente existe pouca diferença entre quadros sucessivos em um vídeo. Na fala de um indivíduo, por exemplo, apenas a boca varia entre quadros sucessivos. Nesta técnica, o método de compressão é aplicado apenas à diferença entre quadros sucessivos. Frequentemente utiliza-se quadros chave (key frames). Estes quadros são comprimidos sem referência aos anteriores, de modo a evitar erros, principalmente em esquemas de compressão com perdas, como no caso do Quantização de Vetores [MOU 2000].
Compensação de Movimento	Motion Compensation. Usados pela maioria dos <i>codecs</i> , tais como ClearVideo (RealVideo), Fractal da Iterated Systems, VDOWave, VxTreme, MPEG 1,2 e 4 e os padrões ITU-T H.261 e H.263. Permite uma compressão superior, porém custa maior processamento. Divide uma imagem em blocos e elabora um vetor de movimento, considerando que não ocorrerão muitas mudanças de um quadro para outro. Este vetor enumera os quadros a fim de que se possa realizar a compressão do quadro previsto em relação ao quadro de referência.

Os primeiros esquemas de compressão foram idealizados para serem utilizados em reprodução a partir de unidades de CDROM e discos rígidos. Embora seja possível transferir um determinado arquivo de multimídia de uma máquina remota para uma estação local, formatos pioneiros como o *Indeo*, *CinePack* e MPEG não possuem mecanismos de resincronização das mídias de áudio e vídeo em caso de perda de pacotes durante uma transmissão em tempo real [MOU 2000]. Assim sendo, os *codecs* foram sendo aperfeiçoados a fim de atender a demanda de um mercado que passava a exigir tráfego de multimídia em tempo real, com qualidade e baixa utilização de banda passante.

Métodos de compressão também podem ser classificados como simétricos ou assimétricos. Os métodos simétricos realizam a mesma operação para comprimir e descomprimir os dados, já os métodos assimétricos não. Geralmente o esforço realizado para comprimir os dados em um método assimétrico é muito maior do que o esforço realizado para descomprimi-los. O método *Motion JPEG* é um exemplo de um método simétrico, enquanto que MPEG-1 e MPEG-2 são assimétricos. Métodos de compressão de vídeo são geralmente assimétricos [MOU 2000].

Enquanto os métodos *Motion JPEG*, *MPEG-1* e *MPEG-2* são usados exclusivamente para compressão de vídeo, a recomendação H.261 do ITU-T descreve um padrão de compressão para a transmissão de áudio e vídeo. O H.261 apresenta uma boa performance, mas infelizmente requer o uso de um *hardware* adicional. É devido a isto que algumas empresas estão empregando algoritmos de compressão proprietários, que por vezes não oferecem interoperabilidade, sendo esta um grande objetivo ainda à ser alcançado.

Abaixo segue um breve resumo dos principais *codecs* do mercado atual, em função de suas características principais:

- JPEG: Joint Photographic Experts Group. Desenvolvido para a transmissão de quadros parados, como fotos [CAM 2000]. Utiliza o DCT como técnica de compressão [SIL 99].
- MJPEG: Uma variação do JPEG para movimento, usado em alguns sistemas de edição não-linear [CAL 98]. Utiliza o algoritmo de compressão DCT. Não há diferenciação de quadros ou compensação de movimento, sendo adequado para edição de quadros sem perda de qualidade das imagens, mas não para distribuição de vídeo [MOU 2000].
- MPEG-1: Inicialmente desenvolvido para permitir o armazenamento de vídeo clips em CD-ROMs ou em aplicações similares com baixa quantidade de informações. Entretanto, em versões atualizadas, foi utilizado para quantidades maiores de sinal de vídeo [CAL 98].
- MPEG-2: Permite transmissão em alta qualidade de áudio e vídeo sobre links de velocidade limitada. Largamente utilizado em diversos formatos de transmissão de vídeo digital, incluindo televisão, transmissão de sinal via satélite, sistemas de cabo digital, conteúdo de multimídia para ambientes computacionais, DVD (*Digital Versatile Disk*), entre outros tipos de mídias interativas. O MPEG-2 é um formato que conserva a largura de banda, eliminando informações redundantes do conteúdo multimídia, como fundos repetidos. Isso faz com que haja economia do espaço necessário para armazenamento das informações codificadas neste formato.
- H.261: É um padrão de compressão de vídeo designado para larguras de banda entre 64 kbps e 2Mbps, medidos em intervalos de 64 kbps [ITU 93] [SIL 99]. Ele utiliza o algoritmo de compressão DCT, codificando e decodificando o vídeo a taxas de $p \times 64$ Kbps, onde p está na faixa de 1 a 30. Ele descreve a codificação da geração, multiplexação e transmissão do vídeo. Define dois formatos de quadro: o CIF e o QCIF. O primeiro, Common Intermediate Format, possui 288 linhas de 352 pixels/linha de informação de luminância (componente usado para representar informações de brilho no sistema RGB), e 144 x 180 de crominância (componente

usado para representar cor no sistema RGB). O segundo, Quarter Common Intermediate Information, possui 144 linhas de 180 pixels/linha de luminância e 72 x 90 de crominância. A escolha de um ou outro formato depende da capacidade do canal de transmissão. O QCIF normalmente é usado com $p < 3$ [MOU 2000] [SIL 99].

- *Cinepak*: Este *codec* é utilizado pelo padrão *Video for Windows* da *Microsoft* e possibilita uma reprodução mais rápida do vídeo neste ambiente. Usa técnicas de quantização de vetores e de diferenciação de quadros. Existem três versões para este *codec*: *Cinepak* da Super Mac (versão original 16 bits), *Cinepak* da Radius (nova versão de 16 bits) e o *Cinepak*[32] da *Radius* (versão 32 bits incluída no *Windows 95*).
- H.263: Outra norma internacional da ITU-T que é baseada no DCT e em compensação de movimento, sendo este o principal aperfeiçoamento em relação ao antecessor H.261. Foi concebido para larguras de banda estreitas [MOU 2000]. Este *codec* está implementado em produtos da *Microsoft* e da *Vivo Software Inc.*

Os sistemas de compressão MPEG foram desenvolvidos pelo *Moving Picture Experts Group*, um grupo de trabalho da *International Standards Organization (ISO)*. Hoje, o nome MPEG refere-se ao conjunto de padrões internacionalmente aceitos para a codificação de informação audiovisual para compressão em formato digital [CAM 2000]. Para garantir o sucesso das aplicações digitais, o padrão de compressão MPEG foi desenvolvido especialmente para o tráfego de imagens em movimento, atingindo níveis de compressão de até 200:1 [BUO 99].

A família do padrão MPEG abrange três sistemas principais, o MPEG-1, o MPEG-2 e o MPEG-4, além de um quarto em elaboração, que é o MPEG-7. Muito se falou do MPEG-3, originalmente projetado para aplicações de HDTV, mas que deixou de existir em função dos avanços do MPEG-2 [BUO 99].

4.6 Padrões de Interoperabilidade

Um dos grandes desafios para o mercado de videoconferência e transmissão de vídeo foi elaborar padrões de interoperabilidade, a fim de que produtos de fabricantes diferentes pudessem se comunicar e trocar informações sem incompatibilidades. Esses padrões visam normatizar as formas de transmissão, codificação, compressão e interpretação dos pacotes que trafegam na rede transportando as múltiplas mídias que são utilizadas em sessões de videoconferência e transmissão de vídeo.

O ITU (*International Telecommunication Union*) é uma agência das Nações Unidas que coordena a criação e operação de redes e serviços de telecomunicações. O ITU-T (antigo CCITT) é um setor dessa agência que é coordenada por governos e empresas de vários países, responsável por padrões de vídeo, áudio e conferências virtuais. Existem outras organizações de padronização, como o IETF (*Internet Engineering Task Force*), o IMTC (*International Multimedia Teleconferencing Consortium*) e o PCWG (*Personal Conferencing Working Group*) que interagem entre si e com o próprio ITU-T [MOU 2000].

Desde o seu aparecimento, o mercado da videoconferência tem sido definido por um único padrão especificado pelo ITU-T conhecido como H.320. Porém, recentemente houve a adição de alguns novos padrões – H.323, H.321, H.324, e H.310 [FIR 98a]. Esses padrões possibilitam a interação de soluções de diferentes fabricantes de forma transparente, sendo que cada um é especificado para um tipo de ambiente de rede sobre a qual operam sistemas de videoconferência. Dentre as especificações mais importantes estão as listadas abaixo [FIR 98], sendo que após é explicitada a especificação H.323, que especifica padrões para transmissões de áudio e vídeo na Internet:

TABELA 4.4 - Padrões do ITU-T série H para a videoconferência e seus respectivos níveis de qualidade

Padrão	Tecnologia	Qualidade oferecida
H.320	Videoconferência sobre ISDN	<i>Business Communications</i>
H.321	Videoconferência sobre ATM	Alta qualidade
H.323	Videoconferência sobre IP/Ethernet	qualidade “ <i>best effort</i> ”
H.324	Videoconferência sobre POTS	baixa qualidade
H.310	Videoconferência MPEG-2 sobre ATM	qualidade para <i>broadcast</i>

4.6.1 O H.323

Recentemente, o padrão que está sendo amplamente suportado em ferramentas de videoconferência, como o *Microsoft Netmeeting* e o *CuSeeMe* da *CUSeeMe Networks*, e aplicações proprietárias, como *Picture-Tel*, *V-Tel*, é o H.323 da ITU-T.

A recomendação H.323 da ITU-T especifica os requisitos para sistemas de transmissão de multimídia em redes baseadas em pacotes (PBN - *Packet Based Network*) sem a garantia de Qualidade de Serviço (QoS), ou seja redes TCP/IP locais, metropolitanas e de longa distância [ITU 98]. Ela descreve os componentes ou entidades de um sistema baseado na sua especificação, o que inclui:

- *Terminais*: São entidades da H.323 nas extremidades de uma rede de transmissão de multimídia, que se comunicam em duplo sentido e em tempo real com outros terminais H.323 através da transmissão e recepção de sinais de controle, áudio, vídeo e dados (isoladamente ou em conjunto) [DAT 2000].
- *Gateways*: São componentes que se comunicam em duplo sentido e em tempo real com terminais H.323 ou outros terminais definidos pela ITU em redes baseadas em pacotes [DAT 2000].
- *Gatekeepers*: São entidades que realizam a translação de endereçamento e o controle de acesso nas redes com terminais H.323, *Gateways* e demais componentes dos sistemas de transmissão de multimídia definidos nesta norma. Os *Gatekeepers* podem prover gerenciamento de largura de banda e localização de *Gateways* [DAT 2000].
- *Unidades de Controle Multiponto (MCU - Multipoint Control Unit)*: O MCU é um componente da rede que viabiliza a conferência entre três ou mais terminais e *Gateways*. Ele pode conectar dois terminais em um conferência ponto-a-ponto para depois estabelecer uma conferência multiponto com mais terminais e *Gateways*. Ele é dividido em duas partes: Um Controlador Multiponto (MC) obrigatório, e um

Processador Multiponto (MP) opcional. No caso mais simples, um MCU pode consistir somente de um MC sem nenhum MP. Um MCU também pode ser introduzido numa conferência por um Gatekeeper, sem a necessidade explícita de ser chamando por um terminal [DAT 2000].

- *Controlador Multiponto (MC)*: É uma entidade H.323 que fornece controle para três ou mais terminais participando de uma conferência multiponto. Ele também pode conectar dois terminais em uma conferência ponto-a-ponto que pode evoluir mais tarde para uma conferência multiponto. O MC viabiliza a negociação com todos os terminais para atingir níveis comuns de comunicação. Ele também pode controlar recursos de transferência em pró do terminal que está transmitindo vídeo multicast. No entanto, ele não realiza o *mixing* e *switching* de áudio, vídeo e dados [DAT 2000].
- *Processador Multiponto (MP)*: Outra entidade H.323 a qual possibilita processamento de áudio, vídeo e *streams* de dados centralizados numa conferência multiponto. O MP fornece *mixing*, *switching*, e outros processamentos para *streams* de mídia sob o controle do MC. Ele pode processar um *stream* de mídia simples ou múltiplo, dependendo do tipo de conferência suportada [DAT 2000].

Os terminais especificados nesta recomendação fornecem comunicação de áudio e, opcionalmente, dados e vídeo em conexões ponto-a-ponto ou multiponto. A comunicação com outros terminais da série de normas H da ITU são viabilizadas através de *Gateways*. Os *Gatekeepers* controlam a admissão dos terminais e oferecem serviços de translação de endereços. Em conferências multiponto, o controle é feito através dos Controladores Multiponto e Processadores Multiponto. Salienta-se que esta recomendação não especifica as interfaces de rede em nível físico, tampouco os protocolos de transporte implementados na rede [DAT 2000].

Os componentes descritos na norma H.323 (Terminais, *Gateways*, *Gatekeepers*, e MCUs) comunicam-se através de transmissão de *streams* de informação, isto é, fluxos de dados transmitidos em seqüência. Estes *streams* de informação são classificados dentre vídeo, áudio, dados (fotos estáticas, fax, documentos, arquivos de computador), controles de comunicação (sinais de controle) e chamadas de controle (sinais usados no estabelecimento de uma chamada) [ITU 98].

A grande dificuldade encontrada nas implementações de videoconferência sobre redes de pacotes sem QoS é o aumento do *Jitter* no tráfego de múltiplas mídias, fazendo que, em determinados casos, ocorra a queda de qualidade do serviço [FIR 98]. Outra preocupação reside no fato de que, em redes *Ethernet*, onde ocorrem colisões e congestionamento de pacotes, existe a possibilidade de queda na performance do tráfego de dados, em função de uma transmissão de vídeo sob demanda ou de uma videoconferência, por exemplo [FIR 98]. Daí a importância de se realizar um cuidadoso estudo sobre o impacto causado pela utilização de aplicações que envolvam transmissão de multimídia nas redes *Ethernet*. Este impacto, quando grande, pode afetar significativamente o desempenho de outros aplicativos, bem como das próprias aplicações de videoconferência ou transmissão de vídeo em cima de uma arquitetura cliente-servidor.

4.6.2 O T.120 [DAT 2000a] [DCL 2000]

A ITU-T define, para o tráfego de dados, a norma T.120, que tal como a especificação H.323, é um “guarda chuva” que engloba outras especificações a fim de normatizar a transmissão de dados em tempo real nas seguintes aplicações de colaboração [DCL 2000]:

- Sessões de videoconferência;
- Aplicações multi-usuário;
- Jogos para múltiplos participantes.

Mais de cem fabricantes internacionais desenvolvem produtos e serviços a partir da norma T.120 definida pela ITU-T. Dentre eles: Apple, AT&T, British Telecom, Cisco Systems, Intel, MCI, *Microsoft* e *PictureTel*.

O especificação T.120 oferece ao usuário final uma série de recursos e benefícios para transmissão de dados. Dentre eles, é possível ressaltar:

- Distribuição Multiponto de Dados: Dados podem ser transmitidos em tempo real para pontos múltiplos na rede;
- Interoperabilidade: Viabiliza que produtos e serviços de fabricantes distintos interajam de forma transparente ao usuário;
- Transmissão Segura: Recurso de correção de erros durante o tráfego de dados;
- Transmissão *Multicast*: Viabilizar tráfego seguro e com QoS. Utilizando transmissão *multicast*, o T.120 melhora performance da rede. É possível manter o tráfego *unicast*, para casos de redes mistas;
- Independência de Rede: As aplicações rodam transparentemente às características e estrutura de rede. Além disso, suporta diversos protocolos de transporte, como o *Public Switched Telephone Networks* (PSTN ou POTS), *Integrated Switched Digital Networks* (ISDN), *Packet Switched Digital Networks* (PSDN), *Circuit Switched Digital Networks* (CSDN), e o popular TCP/IP e IPX, em rede locais;
- Independência de Plataforma: Não possui arquitetura vinculada a nenhuma solução específica de um fabricante;
- Independência de Topologia: Sistemas baseados em T.120 podem operar em diversas topologias de rede, sendo a topologia estrela (com um único MCU) a situação mais comum;
- Independência de Aplicação: Embora as aplicações baseadas no T.120 estejam basicamente voltadas para a videoconferência no mercado de hoje, é possível implementar a especificação para outras diversas aplicações, tais como jogos interativos, realidade virtual e simulações, servidor de notícias em tempo real e aplicações de controle;
- Escalável: Possibilidade de migração da plataforma PC para sistemas multiprocessados de alta performance;
- Interoperabilidade com outras normas da ITU-T: Aplicações baseadas em T.120 podem trabalhar em conjunto com outras aplicações baseadas em normas como H.323 ou H.321, ou ainda normas da família V.series para modems.

- Capacidade de Extensão: Aplicações normatizadas a partir da especificação T.120 podem receber extensões para rodar utilizando pilhas de transporte para ATM ou *Frame Relay*, ou com novos protocolos do nível de aplicação.

As diversas normas que o T.120 abrange, podem ser divididas em duas categorias:

- Infra-estrutura de conferência de baixo nível, que envolve a norma ITU-T T.123 que referencia protocolo específico de transporte e as normas T.122 e T.125, as quais referem-se aos serviços de comunicação multiponto.
- Protocolos de aplicação que se utilizam dos serviços de infra-estrutura de baixo nível. Estes protocolos podem ser normatizados pela ITU, como por exemplo, a especificação de transferência de arquivos T.127, ou serem proprietários de determinados fabricantes, como os utilizados nos serviços de *Chat* e *Whiteboard* (quadro branco) de algumas ferramentas do mercado (fig. 4.4).

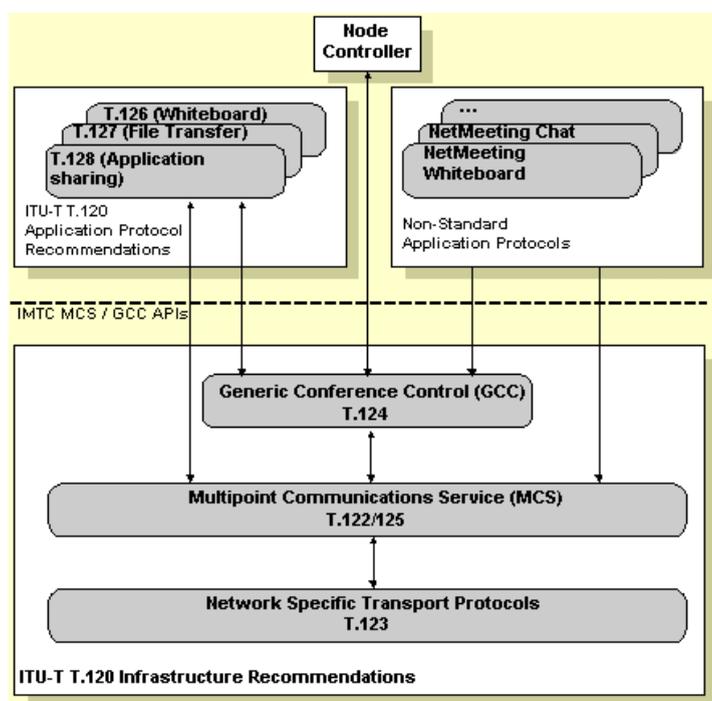


FIGURA 4.4 - Ilustração da estrutura definida pela norma T.120 da ITU-T

A especificação T.121, define como as aplicações devem usar o *Multipoint Communications Service* (MCS) e o *Generic Conference Control* (GCC), ou seja, como ocorrerá a funções de serviço de comunicação multiponto e serviço de controle de conferência, este último que é responsável por criar, integrar e abandonar sessões de conferência.

A especificação T.126 define a funcionalidade de *whiteboard* (quadro branco) numa conferência. Este recurso viabiliza que os participantes compartilhem uma área de desenho gráfico livre para troca de idéias e objetos da área de transferência. Já a norma T.127, normatiza a transferência de arquivos numa sessão de videoconferência, que pode ser utilizada pelos participantes que se sintam interessados em enviar ou receber arquivos de dados de outros usuários numa sessão de conferência genérica. Finalmente, a norma T.128 estabelece padrões para o compartilhamento de aplicativos. Este recurso

possibilita que os participantes compartilhem um determinado aplicativo ou ferramenta instalada e aberta na estação remota de um deles. Um exemplo típico desta funcionalidade está na capacidade de usuários remotos interagirem na confecção de uma planilha de cálculos *Microsoft Excel* remota (instalada na máquina de um usuário). Eles podem alterar os dados desta planilhas remotamente, concretizando a idéia de *workgroup*.

A comunidade de videoconferência foi a primeira a aderir ao padrão T.120 para interoperar suas ferramentas de transmissão multimídia. Entretanto, tem-se visto uma nova geração de aplicações que incorporaram os recursos de colaboração de informações em tempo real, como processadores de texto e processadores de imagens. Aplicações de engenharia, como o *Computer Aided Design* (CAD) estão migrando para a norma T.120, além de outros exemplos, como desenvolvedores de fax ou de controle remoto.

4.7 Formas de Transmissão

A transmissão de multimídia, tanto para sessões de videoconferência quanto para tráfego de vídeo sob demanda, pode ser feita segundo três formas de transmissão numa rede de computadores: *Unicast*, *Broadcast* e *Multicast* [MOU 2000].

Até recentemente, grande parte do tráfego na Internet era por *Unicast*, ou seja, um transmissor enviava os pacotes de informação tantas vezes quanto fossem o número de clientes destino. Durante anos, a transmissão *Unicast* de pacotes pela Internet pareceu ser suficiente. Porém, com o aumento do tráfego de multimídia em tempo real para mais de um participante, a transmissão *unicast* se mostrou ineficiente, principalmente para redes de longa distância [GOY 98] [MOU 2000].

Numa transmissão ponto-a-ponto, onde o transmissor envia informações para somente um receptor, no princípio, não existia o problema de excesso de tráfego.

Porém, quando havia a necessidade de se enviar pacotes para vários receptores ao mesmo tempo (transmissão ponto-multiponto), o transmissor deveria realizar várias transmissões dos mesmos pacotes para cada receptor destino, acarretando um excesso de tráfego e, por conseguinte, a queda na performance da rede como um todo [SOA 97].

A transmissão *broadcast* normalmente ocorre nas transmissões de sinais de controle ou pacotes destinados a toda uma sub-rede de estações. Os pacotes enviados a um endereço *broadcast* são capturados por todas as estações conectadas na rede [GOY 98]. No caso da real necessidade de que todas as estações conectadas na rede recebam uma transmissão de áudio e vídeo, pode-se utilizar o *broadcast* como solução.

Assim, os pacotes seriam enviados somente uma vez para um endereço *broadcast*, e todas as estações receberiam. Contudo, sabe-se que, na prática, o *broadcast* não funciona bem para roteamento de pacotes para outras sub-redes [GOY 98]. Logo, viu-se necessário desenvolver outro método de transmissão, que permitisse o roteamento para diversas redes e que somente as estações interessadas capturassem os pacotes transmitidos, liberando o resto da rede de tráfegos desnecessários e de pacotes descartados [GOY 98]. O *multicast* vem cobrir esta necessidade, apresentando sua melhor relação de performance em transmissões de multimídia.

A transmissão de pacotes por *multicast* compõe uma solução alternativa ao excesso de tráfego redundante de pacotes. *Multicasting* é um método ou técnica de transmissão de um pacote de dados para múltiplos destinos ao mesmo tempo [SOA 97]. Durante uma transmissão *multicast*, o transmissor envia os pacotes de dados somente uma vez, ficando a cargo dos receptores captarem esta transmissão e reproduzi-la. Esta técnica diminui consideravelmente o tráfego em diversas situações, como por exemplo, quando vários clientes estão assistindo a reprodução de um filme propagado por um servidor de vídeo remoto.

Abaixo (fig. 4.5), pode-se visualizar as três formas de comunicação anteriormente citadas. Os receptores em azul representam as estações que desejam receber o fluxo de dados a ser transmitido. No caso de *unicast*, (à esquerda), o fluxo de dados não é transmitido para a rede em que não há destinatários, mas a mesma informação é enviada tantas vezes quantos forem os receptores em uma determinada rede. Na figura, o roteador A receberá duas vezes a mesma informação, que é enviada individualmente para Cliente1 e Cliente2, o mesmo acontecendo com o roteador B.

No caso do *broadcast*, apenas um fluxo de dados é transmitido, mas, neste caso, a informação é transmitida para todas as redes, mesmo para aquelas em que não há receptores. Como pode ser verificado na figura (centro), o fluxo de dados é enviado para todos os roteadores, inclusive para o roteador C, embora nenhuma das estações associadas a ele desejem recebê-lo.

Na figura (direita), o fluxo é enviado para os roteadores A e B apenas uma vez, mesmo havendo mais de uma estação destinatária associadas a eles. Fica claro, assim, que a transmissão *multicast* é eficiente em aplicações onde existam múltiplos receptores (videoconferência, teleconferências, *chat*), pois permite diminuir o tráfego de rede gerado.

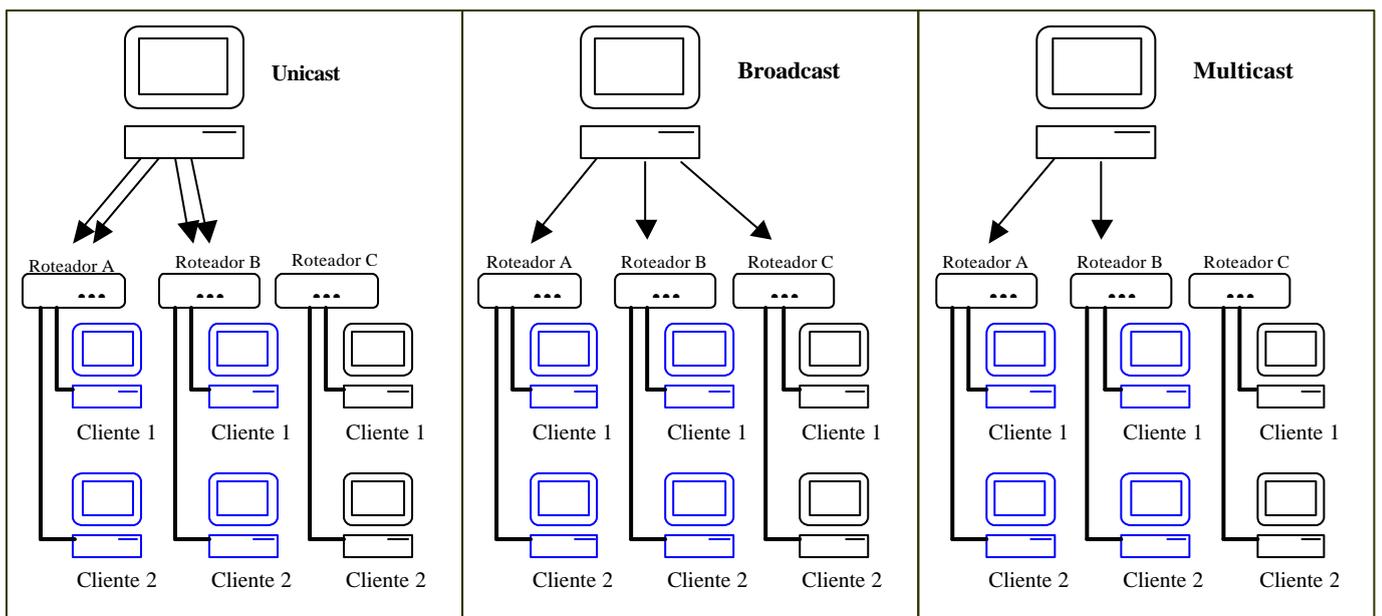


FIGURA 4.5 - Três caminhos para distribuição em massa

4.7.1 Transmissão *Multicast* e MBONE

O *Internet Protocol* (IP) aceita *multicast*, usando endereços classe D que identificam um grupo de *hosts*. Estão disponíveis 28 bits para identificar tais grupos. Portanto, pode haver mais de 250 milhões de grupos ao mesmo tempo [GOY 98]. Quando um processo envia um pacote para um endereço na faixa de 224.0.0.0 a 239.255.255.255, ocorre a tentativa de entregá-lo a todos os membros do grupo. Porém, não existe plena garantia de que isto ocorrerá. É possível que alguns membros não obtenham o pacote [GOY 98].

Quando um pacote com endereço IP classe D (de 224.0.0.0 a 239.255.255.255) é transmitido numa rede TCP/IP, todas as máquinas que tiveram seus *Kernels* previamente configurados para realizar a captura nesta faixa de endereçamento, recebem o pacote enviado [GOY 98] [SOA 97], enquanto que outras máquinas (também conectadas na rede) não receberão esta transmissão [GOY 98]. Isto significa economia de processamento para todas as estações não receptoras da transmissão *multicast*.

Num *backbone multicast* são aceitos dois tipos de endereços de grupos: endereços permanentes e endereços temporários [GOY 98]. Um grupo permanente está sempre presente e não precisa ser estabelecido. Cada grupo permanente tem um endereço de grupo permanente.

A partir dos grandes benefícios que o *multicast* trouxe para a performance das redes, houve o crescimento de um enorme *backbone* virtual sobre a estrutura física da Internet mundial. Este *backbone multicast* é conhecido como MBONE, por onde trafegam pacotes com endereçamento específico através de túneis que interligam estações de roteamento *multicast*, também chamadas de *mrouters* [FER 97].

O MBONE é uma rede virtual que utiliza o *multicasting* [MOU 2000] [FER 97]. Ele nasceu em experimentos da *Internet Engineering Task Force* (IETF), e hoje busca ampliar as atuais potencialidades da rede mundial, tornando-a um meio efetivo de comunicação de massa, ou seja, viabilizar a transmissão de informação para diversos pontos ao mesmo tempo [FER 97].

Hoje em dia, muitos roteadores em atividade na Internet (equipamentos que conectam redes de computadores) não são capazes de receber e retransmitir pacotes *multicast*. Sua configuração elementar está prevista para interpretar somente os tradicionais pacotes IP *unicast*, os quais possuem endereço destino único. Entretanto, a família de roteadores que trabalham com informações *multicast* está crescendo.

Os *softwares* que rodam no MBONE ocultam a característica *multicast* de seus pacotes. Esta técnica é conhecida como “tunelamento” [MOU 2000]. Disfarçados de pacotes *unicast*, os pacotes *multicast* propagam-se na rede através dos roteadores *unicast*. Para isso, é feito o encapsulamento do pacote original com a criação de um novo cabeçalho (*header*), configurando como endereço destino (neste novo cabeçalho) o endereço *unicast* do próximo roteador. Este encapsulamento é feito na entrada do túnel e retirado na saída [MOU 2000].

Os pacotes *multicast* no MBONE possuem um tempo de vida, ou *Time to Live* (TTL). Este tempo impede que os pacotes fiquem vagando na rede indefinidamente. A rede virtual MBONE inclui procedimentos que limitam a distância que um pacote deva percorrer, a fim de não saturar a Internet. Cada pacote enviado possui uma TTL, ou seja, um valor de tempo que é decrementado a cada passagem em um roteador *multicast*.

No próximo capítulo é efetuada uma análise de alguns dos ambientes e ferramentas de transmissão de dados multimídia (videoconferência ou sob demanda) mais utilizados atualmente, considerando suas características, funcionalidades e utilidade.

5 Ambientes e ferramentas de transmissão multimídia

Existe disponíveis hoje uma variedade de ferramentas que viabilizam sessões de videoconferência e/ou transmissão de vídeo sob demanda para diversas plataformas. Recentemente houve um grande desenvolvimento de aplicações destinadas à captura, transmissão e reprodução de multimídia em tempo real. Organizações como a *Microsoft*[®], *WhitePine* (atualmente *CUSeeMe*[®] *Networks*), *Real*[®] *Networks*, entre muitas outras, desenvolveram várias aplicações para esta área, e hoje é possível encontrar soluções variadas, e muitas delas gratuitas.

Dentre as diversas aplicações que propõem-se a apoiar o desenvolvimento de videoconferências, disponibilizando recursos de áudio e vídeo, e algumas também o compartilhamento de aplicativos e transferência de documentos, destacam-se as ferramentas *Microsoft*[®] (*Netmeeting 3.01* e *Windows Media Technologies 7.0*), ferramentas *Real*[®] *Networks* (*Real Server*, *Real Producer* e *Real Player* atualmente na versão 8), *CUseeMe*[®] *NetWorks* (*CuSeeMe 3.11*) e ferramentas do *MBone* (*SDR*, *RAT*, *VIC*, *WB* e *NTE*).

A seguir, são apresentadas algumas características dessas ferramentas, que foram instaladas, configuradas, testadas e utilizadas em várias experiências no decorrer deste trabalho, em máquinas com alto poder de processamento (Pentium III 550MHz, com 64 MB RAM), especificamente voltadas para testes com ferramentas de videoconferência e transmissão multimídia.

5.1 Ferramentas da *Microsoft*[®]

A *Microsoft*[®] disponibiliza no mercado uma solução completa para transmissão de vídeo e sessões de videoconferência. Os *softwares* clientes são gratuitos e podem ser copiados no *site* da empresa [MIC 99a]. Foram desenvolvidas basicamente as seguintes soluções para viabilizar o tráfego de multimídia em arquiteturas cliente-servidor:

- *Microsoft Netmeeting*;
- *Windows Media Technologies 7.0*;

5.1.1 *NetMeeting*

O *NetMeeting* é uma ferramenta para comunicação real ponto-a-ponto e multiponto, que permite a comunicação e colaboração entre duas ou mais pessoas através da Internet ou Intranet. Viabiliza o tráfego de áudio e vídeo, além de permitir o compartilhamento de aplicações, troca de informações entre aplicações compartilhadas através da área de transferência, transferência de arquivos, colaboração em quadro de comunicação compartilhado (*whiteboard*) e comunicação através de um sistema de *chat*.

Funciona independentemente da plataforma de *hardware*, e é compatível com o padrão *Video for Windows* (câmera e/ou placa de captura de vídeo). A seguir (fig. 5.1) tem-se a interface principal da ferramenta.



FIGURA 5.1 - Janela principal do NetMeeting 3.01

Nas sessões de videoconferência, o *Netmeeting* apresenta os seguintes recursos:

- Capacidade de alterar o tamanho da janela de vídeo;
- Capacidade de enviar ou não uma determinada mídia, como por exemplo, áudio ou vídeo;
- Integração com diversos *hardwares* de captura de vídeo compatíveis com o padrão *Video for Windows*;
- Capacidade de receber imagens sem o *hardware* de vídeo instalado localmente;
- Áudio e vídeo alternáveis entre diversos usuários participantes de uma conferência;
- Capacidade de copiar imagens de vídeo para a área de transferência;
- Capacidade de ajustar a qualidade do vídeo;
- Interoperacionalidade com outros produtos e serviços devido a compatibilidade com o padrão ITU-T H.323, utilizando código de vídeo H.263, código de áudio G.711 e G723 e código de dados T.120 (fig. 5.2);
- Suporte à tecnologia MMX da Intel, o que permite melhor aproveitamento do poder de processamento da CPU;
- Recursos de Área de Transferência Compartilhada utilizando comandos Cortar, Copiar e Colar;
- Transferência de Arquivos em segundo plano nas conexões ponto-a-ponto ou multi-ponto;
- Tela em Branco Compartilhada multi-página e multi-usuário, que permite dividir com outros participantes desenhos e estruturas gráficas [MIC 99a];
- Bate-papo, onde pode-se enviar e receber mensagens de texto livremente durante uma sessão de conferência em aberto [MIC 99a].

De acordo com o esquema (fig. 5.2), pode-se observar que o tráfego de áudio e vídeo é gerenciado pelo protocolo H.323, enquanto que o T.120 gerencia a transmissão de dados.

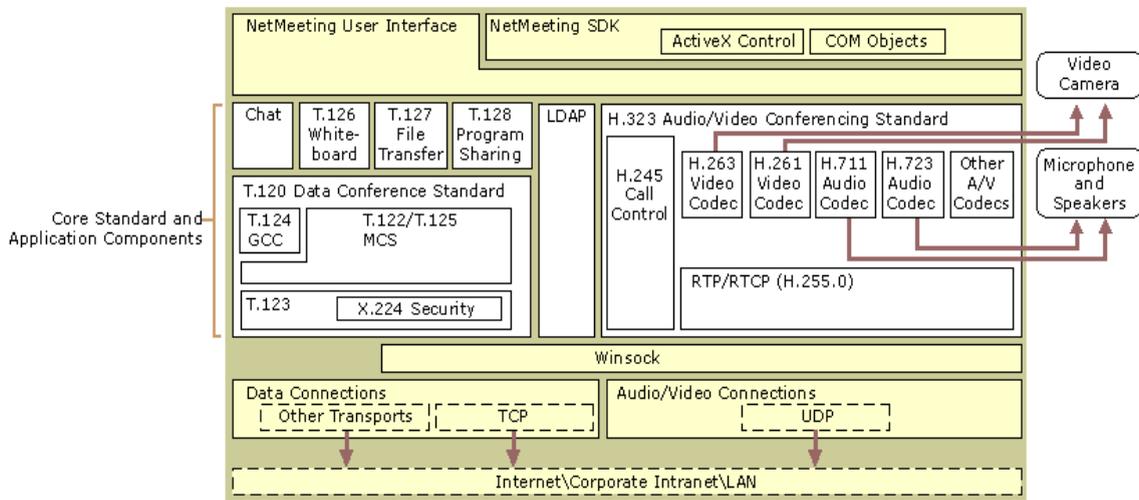


FIGURA 5.2 - Integração dos padrões H.323 e T.120 na ferramenta NetMeeting

O *Netmeeting* pode realizar acesso a um serviço de diretório gerenciado por um aplicativo chamado *Internet Locator Server* (ILS), chamado de servidor de diretório. A partir dele, é possível visualizar uma lista de participantes *on-line* naquele servidor, realizar *logon* ou *logoff* de um grupo em conferência ou mesmo criar a gerenciar um grupo de usuário disponíveis [MIC 99a].

Durante as experiências deste trabalho, realizou-se conferências ponto-a-ponto e também multiponto. Para conferências entre grupos de usuários, foi utilizado o servidor ILS da Pós-Graduação em Educação da UFRGS (PGIE), através do endereço `zodiaco.pgie.ufrgs.br`. Foram feitas diversas transmissões, sendo uma delas com a utilização do *Meeting Point* (MCU), integrante do novo sistema de videoconferência recém adquirido pela UFRGS, que permite o monitoramento das transmissões no padrão ITU-T H.323 (apresentado no item 4.6.3 deste trabalho) e suportado pelo *NetMeeting*.

5.1.2 Windows Media Technologies [MIC 99a]

A solução *Windows Media Technologies* trata-se de um pacote de aplicativos que possibilita a transmissão multimídia, através da criação, armazenamento, manipulação e execução de aplicações de vídeo sob demanda.

A transmissão de multimídia utilizando o *Windows Media Technologies* exige a qualificação dos seguintes componentes:

- O poder de processamento da máquinas participantes;
- A configuração de periféricos tanto no Servidor como no Cliente (placas de captura, memória, disco, etc);
- Conteúdo de origem (qualidade do material de áudio e/ou vídeo).

A máquina que realiza a codificação do conteúdo multimídia é responsável pela captura, compressão e formatação do áudio e do vídeo sob o formato *Advanced Streaming Format* (ASF), destinado tanto à transmissão em tempo real, como à

transmissão sob demanda. Uma vez codificado, o conteúdo de áudio e/ou vídeo pode ser transmitido imediatamente ou armazenado em disco para ser enviado posteriormente. Os arquivos .ASF são armazenados e transmitidos por um servidor, que alimenta máquinas cliente remotamente localizadas na rede. Essas, por sua vez, recebem os arquivos para descompressão e reprodução.

Quando o serviço de codificação não está rodando na mesma máquina que o servidor de vídeo, o conteúdo é transmitido aos clientes após ser convertido em um arquivo .ASF. A máquina que realiza a conversão do conteúdo capturado deve ser suficientemente rápida (nos casos de transmissão em tempo real) para manter o sincronismo com o servidor, caso contrário, pode ocorrer perdas de pacotes.

Se a transmissão não for em tempo real, ocorrerá o armazenamento do conteúdo em um arquivo no formato ASF. Assim, será possível realizar a transmissão sob demanda posteriormente. Logo, o processo de codificação pode ocorrer no modo *offline*, a partir de um dispositivo de captura ou de um arquivo padrão WAV ou AVI, por exemplo.

O menor impacto ocorre no servidor, salvo em casos onde exista um número grande de solicitações sob demanda. O impacto que se dá na plataforma responsável pela codificação pode ser ainda mais expressivo quando o processo ocorre em tempo real. Haverá, com toda a certeza, maior necessidade de processamento. Entretanto, se o *Encoder* estiver realizando sua tarefa em cima de um conteúdo não crítico (previamente capturado), como por exemplo a partir de arquivos AVI, então a carga não será tão elevada.

A máquina servidora de multimídia na rede tem recursos e poder de processamento diferente, dependendo da política de transmissão, ou seja, em tempo real ou sob demanda do usuário.

Se a máquina servidora for responsável pela difusão de uma base de conteúdo multimídia sob demanda, terá que contar com um rápido acesso a disco (*winchester* SCSI). Enquanto que, se for uma servidora de multimídia em tempo real, a performance do seu disco rígido já não precisa ser tão alta. Um servidor pode transmitir pacotes numa velocidade de 50 a 70 Mbps, utilizando placas de rede de 100 Mbps. Para casos onde se deseja superar esses limites, se faz necessário a utilização de uma solução com vários servidores (*clustering*), trabalhando em paralelo.

Para o servidor de multimídia não existe larga diferença entre transmissões de multimídia de alta ou baixa velocidade. Entretanto, sob o enfoque de performance geral, é mais interessante exigir do servidor poucas transmissões de alta qualidade, do que muitas transmissões de qualidade inferior.

O *Microsoft Windows Media Services*, que roda numa máquina com *Windows NT* e implementa o servidor de multimídia, possui diversos controles de performance que monitoram a atividade da máquina. Estes controles podem ser consultados pelo *Microsoft Performance Monitor*, oferecendo ao usuário uma visão estatística de como está o desempenho das transmissões de multimídia. A visualização deste controle de performance torna-se ainda mais importante durante transmissões sob demanda, visto que o acesso a disco se torna mais freqüente tal como o esforço no processamento para a transmissão de diversos arquivos ASF.

A máquina cliente deve apresentar uma configuração mínima para a reprodução de multimídia transmitida (em tempo real ou sob demanda) pelo servidor remoto. Esta configuração deve, a princípio, contar com um processador rápido aliado a uma placa de vídeo de boa performance.

Neste trabalho, o *Windows Media On-Demand Producer* foi instalado em uma máquina com Sistema Operacional Windows 98. O *Windows Media Services* foi configurado em um Servidor Windows NT, sendo que as transmissões podem ser acessadas por qualquer máquina, através de um *browser* com o *plug-in Windows Media Player* instalado.

A produção de um conteúdo de multimídia com qualidade depende basicamente dos recursos de captura e codificação, principalmente quando se deseja efetuar a transmissão (seja em tempo real ou sob demanda) de áudio e vídeo com alta taxa de *frames* por segundo em links de grande velocidade [MIC 99a].

O *Windows Media Technologies* apresenta uma série de recursos não somente relacionados a transmissão de vídeo, mas um conjunto de aplicativos destinados a captura, edição, gerenciamento, controle, transmissão de conteúdo multimídia em tempo real e sob demanda.

Através do *Windows Media On-Demand Producer*, é possível criar e converter arquivos WAV, AVI e ASF em uma interface amigável, a qual viabiliza a manipulação de arquivos para transmissão em diferentes larguras de banda.

O *Intelligent Streaming* do *Windows Media Technologies*, possibilita um controle dinâmico das condições de tráfego de pacotes na rede, na tentativa de manter a máxima qualidade possível de uma transmissão de áudio e vídeo mesmo com as variações da largura da banda disponível em função de eventuais congestionamentos.

O *Intelligent Streaming* está presente tanto nos serviços de transmissão e gerenciamento de multimídia, rodando tanto no servidor quanto no cliente, e realiza a reprodução das imagens com som [MIC 99a]. Através dele, é possível configurar que um determinado arquivo de filme, por exemplo, contenha diferentes taxas de transmissão para diferentes larguras de banda. Assim, o usuário pode selecionar qual seria a velocidade de *download* mais interessante com relação a sua conexão com a rede.

Finalmente, viabiliza um controle inteligente do processo de *streaming* de um vídeo. A medida que as condições da rede pioram, ele pode diminuir o envio de *frames* para manter a qualidade de áudio. Se a situação piorar ainda mais, ele pode suspender o envio de *frames*, mantendo a reprodução do áudio, para somente então, em condições ainda mais desfavoráveis, reconstruir os pacotes para tentar manter alguma qualidade [MIC 99a].

Os *codecs* do *Windows Media Technologies 4.0*, oferecem algoritmos de compressão e descompressão de áudio (música e voz humana) e vídeo. Os três *codecs* que integram a solução *Microsoft* são:

- *Windows Media Audio*, para música;
- MPEG-4 v3, para vídeo;
- ACELP, para voz humana.

Os dois primeiros foram desenvolvidos pela *Microsoft*, e o último pela *Sipro Lab Telecom*. Estes *codecs* têm a pretensão de compor arquivos de mídia com alta qualidade de áudio e/ou vídeo para serem transmitidos em estreitas larguras de banda.

O *Windows Media Audio* pode comprimir o áudio com qualidade de Rádio FM para ser transmitido em bandas de 28.800 *bits* por segundo, e qualidade de CD em bandas de 64.000 *bits* por segundo. Oferece uma escala de frequência maior em relação a outros *codecs* da categoria, produzindo arquivos de música comprimidos para intervalos de banda entre 5.000 a 128.000 *bits* por segundo, com frequências entre 8 *kilohertz* a 48 *kilohertz* em mono e estéreo. Apresenta melhor desempenho em máquinas multiprocessadas, equipadas com Pentium II (MMX) ou Pentium III (SSE/SIMD).

O *Video Codec MPEG-4 v3*, baseado no padrão ISO MPEG-4 (*Motion Picture Experts Group v4*), possibilita a compressão de vídeo para transmissões em larguras de banda estreitas desde 10.000 *bits* por segundo (usuários de *modem*) a 10.000.000 *bits* por segundo (usuários conectados em rede local). Quanto maior a largura de banda, melhor será a qualidade do vídeo transmitido. Realiza compressão do vídeo para ser transmitido tanto em tempo real quanto sob demanda do usuário final, alcançando melhores índices de performance em máquinas equipadas com Pentium II (MMX), Pentium III (SSE/SIMD) e Alpha MVI [MIC 99a]. Em máquina multiprocessadas, como por exemplo um Pentium III Dual 550 MHz, sem um *hardware* específico para compressão, é possível realizar a codificação em tempo real de 25 *frames* por segundo num tamanho de 640x480 *pixels*.

O *codec* de voz, chamado de ACELP, desenvolvido pela *Sipro Lab Telecom*, foi concebido especialmente para compressão de voz humana em taxas de 5.000 *bits* por segundo a 16.000 *bits* por segundo [MIC 99a].

Um importante recurso do *Windows Media Technologies* é sua integração com o aplicativo *Microsoft® Power Point 2000*, viabilizando a transmissão (ao vivo ou sob demanda) de apresentações com recursos de slides, áudio e vídeo do palestrante para uma platéia remota [MIC 99a]. Assim, usuários remotos podem participar de palestras ao vivo transmitidas em determinados horários, ou assisti-las sob demanda, a partir do acesso a um *site* com links para uma base ou biblioteca de apresentações armazenadas.

Um palestrante pode difundir sua apresentação ao vivo, sincronizada com os slides, ao mesmo tempo em que grava em arquivo, para que usuários possam mais tarde, rever o tema pela reprodução sob demanda. Essa transmissão, quando for para um grupo pequeno de usuários (menos de 10 participantes), pode ser feita no próprio PC do palestrante. Para platéias maiores, é preciso transmiti-la a partir do *Windows Media Server*, que tem maior capacidade de transmissão [MIC 99a]. É importante levar em consideração a largura de banda disponível, lembrando que se trata de fator decisivo para uma transmissão de qualidade.

A combinação do *Windows Media Technologies* com outras ferramentas destinadas ao comércio eletrônico (*Microsoft Site Server Commerce Edition*), é possível oferecer ao usuário final, canais *pay-per-view*. Com a larga abrangência da Internet, associado aos benefícios que tornaram sua utilização simples e confortável (*links* mais rápidos, navegadores amigáveis, *sites* intuitivos e seguros para comércio eletrônico, tráfego de multimídia para sessões de videoconferência e reprodução de vídeos sob demanda, entre outras facilidades), ficou fácil e financeiramente interessante a criação

de *sites* para transmissão de conteúdo de áudio e/ou vídeo sob demanda ou em tempo real com tarifação.

A transmissão do conteúdo de multimídia para canais com *pay-per-view* não é diferente de um tráfego comum de *streaming* de áudio e vídeo. O *Windows Media Encoder* é responsável pela conversão do conteúdo multimídia capturado na fonte transmissora em arquivos ASF. Os arquivos gerados são então enviados a um servidor rodando o *Windows Media Services*, o qual, em conjunto com outros sistemas que compõem uma solução geradora de eventos *pay-per-view* (*Microsoft SQL Server 7.0* e um *Web Server* exclusivo), realizam a transmissão de conteúdos multimídia para usuários remotos.

Ao entrar num *site* com *links* para visualização de conteúdo multimídia tarifados, o usuário recebe uma solicitação de entrada do nome do usuário e senha. A transmissão é iniciada assim que ocorra sucesso na autenticação do usuário. Caso contrário, o usuário é convidado a preencher um formulário para a devida tarifação. A aprovação dos dados de um novo usuário registrado se dá automaticamente junto à operadoras de cartão de crédito, por exemplo. Assim aprovado o usuário recebe um nome de acesso e senha. A partir daí, são necessários para a reprodução de conteúdo de multimídia remoto, somente um *browser* e o *Windows Media Player* (fig. 5.3).



FIGURA 5.3 - Interface da aplicação cliente - Windows Media Player

Com a crescente popularização de *sites* que transmitem multimídia, vêm acontecendo enormes oportunidades de negócio para estações de rádio, TVs, cinema, jornais, entre outros produtores de conteúdo. Assim sendo, fez-se necessário desenvolver sistemas de controle e gerenciamento das transmissões de multimídia, principalmente para canais *pay-per-view*. O *Windows Media Rights Manager* é um *software* composto por dois módulos:

- *Windows Media Packager*;
- *Windows Media License Manager*.

O primeiro separa o arquivo multimídia em pacotes encriptados por uma chave, a qual é vinculada a uma licença exclusiva. Ao receber o pacote encriptado, o cliente *Media Player* combina a chave com o pacote para abri-lo e reproduzi-lo. O *Windows Media Rights Manager Server* realizada a criação, controle e gerenciamento de licenças, bem como organiza os dados dos clientes registrados. Ele roda numa máquina separada em conjunto com um banco de dados do *Microsoft SQL Server 7.0*.

5.2 Ferramentas da *CUseeME Networks*

A *CUseeMe*[®] *Networks* desenvolve e comercializa *softwares* multiplataforma para comunicação remota em redes de curta e longa distância que utilizam o *Internet Protocol* (IP). Esta comunicação se efetiva através do tráfego de multimídia (áudio, vídeo e texto), viabilizando sessões de videoconferência multiponto, ou seja, diversos participantes interagindo mutuamente.

A principal solução da empresa atualmente implementa uma estrutura cliente-servidor, onde os usuários estabelecem sessões de videoconferência, sendo que a ferramenta de videoconferência *CuSeeMe* é um dos mais populares aplicativos da empresa.

Desenvolvida inicialmente pela Universidade de Cornell nos Estados Unidos, a ferramenta *CuSeeMe* oferece uma forma simples de videoconferência onde cada usuário conecta-se a outros usuários em uma sessão pré-combinada. Proporciona a habilidade de transmitir e receber áudio e vídeo em computadores pessoais, conectados via um protocolo TCP/IP (em geral, na Internet). Uma vez conectado, é possível pode receber e enviar vídeo e áudio, utilizar o *chat* para conversar e ainda compartilhar documentos e gráficos em uma quadro de comunicações (*whiteboard*) eletrônico e interativo. É compatível com outros *softwares* de videoconferência, com por exemplo o *Microsoft NetMeeting*, pois foi desenvolvido segundo as especificações da norma H.323 da ITU-T, podendo operar sobre links de 28,8 kbps a links de alta velocidade instalados em redes locais ou metropolitanas.

Nas experiências realizadas com este *software*, verificou-se que o mesmo, ao contrário do *NetMeeting*, permite visualizar simultaneamente vários usuários conectados. A sua tela principal possui todas as ferramentas disponíveis integradas, como a lista dos usuários conectados naquela sala no momento, a transmissão de vídeo e áudio de cada um deles e um ambiente de *chat*. No entanto, não possui as opções de compartilhamento de aplicativos, quadro branco compartilhado e FTP.

Tal como outros aplicativos da sua categoria, o *CuSee-Me* depende da captura de múltiplas mídias, oriundas de placas de som e/ou captura de vídeo, a fim de estabelecer o tráfego de multimídia. A qualidade do conteúdo de multimídia transmitido em tempo real na rede através do *CuSee-Me*, pode variar em função dos periféricos empregados para a captura de áudio e de vídeo. Assim sendo, quanto melhor for a geração de multimídia, melhor será a transmissão, e conseqüentemente, melhor será a sessão de videoconferência.

O *software* cliente *CuSee-Me* é capaz de conectar-se a outro cliente *CuSee-Me*, estabelecendo uma sessão videoconferência ponto-a-ponto sem a interferência de outra aplicação. Entretanto, para sessões de videoconferência ponto-multiponto, é necessária a

presença de um servidor, denominado refletor, que controlará o tráfego de pacotes, abertura de canais de comunicação, estabelecimento de novas chamadas, endereçamento dos clientes, entre outras funções.

A interface do *CuSee-Me* é simples e bastante intuitiva (fig. 5.4). As imagens dos participantes ficam posicionadas a direita da lista de todos os integrantes de uma sala de conferência. Logo abaixo das imagens dos participantes ativos, fica um quadro de *chat*, onde é possível realizar a comunicação textual. Similarmente a outras ferramentas de videoconferência, é possível utilizar o *CuSee-Me* sem captura de vídeo, realizando apenas audioconferência.



FIGURA 5.4 - Tela de uma experiência realizada no CuSee-Me 3.0

As configurações do cliente de videoconferência são bastante fáceis de se executar. Na opção Teste de Vídeo é possível visualizar uma amostra da imagem gerada local e remotamente, selecionar o tipo de *codec* e alterar as configurações do *hardware* de captura.

Na versão 3.11 do CuSee-Me, existem três possibilidades de *codecs* a escolha do usuário. Os *codecs* abaixo são responsáveis pela compressão e descompressão do vídeo a ser transmitido na rede. Cada um deles possui vantagens e desvantagens, devendo o usuário selecionar aquele que melhor se enquadra no seu contexto.

- *White Pine M-JPEG* - Oferece alta qualidade para redes de grande velocidade (LANs ou ISDN). Apresenta queda de qualidade para redes mais lentas (usando *modem*). Transmite imagens coloridas e em escalas de cinza.
- *White Pine H.263* - *Codec* padrão para redes em geral. É compatível com outros *softwares* de videoconferência que implementam o padrão H.323, como por exemplo, o *Microsoft NetMeeting*. Exige mais processamento da CPU, o que pode tornar a transmissão por *modem* mais lenta. Transmite imagens coloridas e em escalas de cinza.
- *Cornell CU-SeeMe Gray* - Para transmissão em escalas de cinza. Utilizado para câmeras que não suportam imagens coloridas. Boa performance para usuários de *modems* ou *links* lentos.

As características do *hardware* adotado para captura de imagens podem ser configuradas no que se referem ao formato da imagem, suas dimensões, modelo da

câmera de vídeo empregada, padrão e tipo do sinal de vídeo, eventuais legendas e finalmente indicadores de brilho e contraste.

A guia *Teste de Áudio* oferece ao usuário as seguintes possibilidades de configuração:

- Microfone:
- Performance e qualidade do áudio gerado;
- Índice de eliminação de ruídos de fundo;
- Volume;
- Dispositivo de *Recording* (geralmente só existe um);
- *Speaker*:
- Volume da saída de som;
- Teste do volume;
- Dispositivo de *Playback*;
- *Áudio full duplex*: ativado ou desativado

A conexão com outros usuários do *CuSee-Me* pode ser feita a partir de uma lista de *sites* disponíveis ou manualmente, através da entrada do número de IP ou nome do *host* que se deseja chamar. Em seguida, pode-se optar pelo envio ou não de imagens ao interlocutor.

5.3 Ferramentas *Real*[®] *Networks* [REA 2000]

A organização *Real*[®] *Networks* é uma das empresas líderes no mercado de *streaming* de multimídia em redes de computadores. Desenvolve desde 1995 soluções que permitem usuários domésticos e corporativos enviar e receber multimídia em tempo real e/ou sob demanda, utilizando a atual infraestrutura das redes de curta e longa distância.

Para isso, foi criada uma solução que envolve uma série de aplicativos, sendo alguns rodando no Servidor e outros no Cliente. Basicamente, são três aplicativos responsáveis pela composição, distribuição e reprodução de conteúdo multimídia. São eles: *RealProducer*, *RealServer* e *RealPlayer*.

É possível entender a solução da *Real*[®] *Networks* similarmente ao pacotes *Windows Media Technologies* da *Microsoft*, ou seja, existe um aplicativo para produção de conteúdo de multimídia, um aplicativo servidor deste conteúdo, e finalmente, um aplicativo de reprodução instalado no cliente.

O *Real Producer* é responsável pela produção do conteúdo multimídia, ou seja, ele controla a captura e digitalização do áudio e do vídeo destinados a distribuição, rodando em ambientes *Windows*, *Macintosh* ou *UNIX* (para plataformas Intel). Para cada tipo de aplicação, o *Real Producer* tem a necessidade de uma plataforma com diferente poder de processamento. Sendo assim, para a função de distribuição de vídeo sob demanda, ele necessita de menor performance, quando comparado a função de compressão e distribuição em tempo real. No primeiro caso, a recomendação estabelece plataformas Pentium com 16 a 32 Mb de memória RAM. Já para a compressão e distribuição em tempo real, é sugerido máquinas Pentium II com 32 a 48 Mb de memória RAM.

O *Real Producer Plus G2* elabora e transmite multimídia pela porta 4040 (padrão) sob velocidades de recepção distintas. O áudio e vídeo elaborados são oriundos de dispositivos de captura apropriados (placas de som e/ou placas de captura de vídeo). O *Producer* finaliza a elaboração do conteúdo pela criação de um arquivo .SMI, que será referência para o cliente *Real Player*. Logo, seria possível armazenar localmente toda a transmissão efetuada. Porém, é muito importante considerar, neste momento, aspectos de performance e capacidade de armazenamento local (espaço em disco).

É possível, por exemplo, selecionar a forma de transmissão de *Live Broadcast* para difusão de áudio e vídeo ao vivo; ou, se necessário, utilizar um arquivo localizado no *winchester* ou dispositivo de captura como fonte de multimídia. Em seguida, pode-se definir larguras de banda que o servidor de áudio e vídeo poderia trabalhar. Estas larguras dão liberdade de conexão com clientes a velocidades distintas, sem perder a qualidade de transmissão em demasia. É possível ainda configurar outras opções secundárias, como títulos, autor, *copyright* e características da mídia a transmitir.

O interessante deste sistema de distribuição de multimídia é que o *Real Producer Plus G2* não precisa estar rodando na mesma máquina que o servidor de multimídia (*Servidor Basic Server Plus G2*). Logo, é fácil perceber que o *Real Producer* não trabalha sozinho no sistema de tráfego de multimídia proposto pela *Real Networks*. O responsável pela distribuição aos cliente remotos daquilo que foi produzido no *Producer* (seja para transmissão em tempo real ou sob demanda) é o *Real Server*.

O *Real Server*, em uma de suas versões, denominado *Basic Server Plus G2*, tem a função de receber o conteúdo de multimídia produzido na máquina onde está rodando o *Producer* e distribuí-lo na rede. É possível realizar todo um gerenciamento das configurações atribuídas ao *Real Server* através de utilitários em *Java* e *HTML (HyperText Markup Language)*, sendo que essas ferramentas desenvolvidas podem ser acessados via browser numa porta local (default = 1026), onde roda um pequeno servidor *Web* da própria *RealNetworks* destinado a esta função.

Através deste gerenciamento, é possível configurar as portas de cada protocolo (PNA, HTTP, RTSP), o processo de *logging*, os diretórios HTTP existentes, o endereçamento IP a ser utilizado pelo *Real Server*, a porta, diretório e autenticação de acesso dos clientes, normas de segurança e muitas outras funções. É possível igualmente, acessar relatórios e menus de ajuda sobre o *Real Server*.

Os clientes localizados remotamente acessam o *Real Server* através de um número IP (ou nome do *host*), para executar este conteúdo remotamente. O número IP ou nome de *host* são referentes ao servidor de multimídia, seguido da porta de *streaming* RTSP previamente definida como 554 (default), e finalmente o diretório localizado no *Producer* (estrutura de pastas virtuais mantidas por ele) seguido do nome do arquivo desejado.



FIGURA 5.5 - Interface da aplicação Cliente - Real Player

Através de um *link* em um *site* na *Web* é possível executar um conteúdo de multimídia remoto. Para isso, o cliente *Real Player G2* (previamente instalado na máquina local) (fig. 5.5), acessa um endereço determinado e começa a baixar a informação. Nos primeiros segundos, o *Real Player* armazena em um *buffer* local (memória temporária) uma porção do arquivo *streaming* que está sendo acessado no servidor de multimídia da *Real Networks*. Desta forma, ele poderá balancear a reprodução em eventuais congestionamentos da rede que comprometam a velocidade de transmissão. A transmissão de *streaming* de multimídia pode eventualmente sofrer variações de velocidade. Retardos de poucos segundos, no entanto, não são percebidos pela ação do *buffer*.

Os aplicativos da *Real Networks*, a exemplo do *Windows Media Technologies* também foram instalados, configurados e testados durante este trabalho. O *Real Producer* foi instalado em uma máquina com Sistema Operacional Windows 98. O *Real Server* foi configurado em um Servidor Windows NT, sendo que as transmissões podem ser acessadas por qualquer máquina, através de um *browser* com o *plug-in Real Player* instalado.

Basicamente, portanto, a tecnologia Real permite a gravação de áudio e imagem, utilizando a arquitetura cliente/servidor. O servidor Real é responsável pelo fornecimento de *streams* de áudio e vídeo comprimidos por um algoritmo proprietário. O lado cliente consome os *streams* através de um *software* específico - *Real Player* - ou como *plugin* em um *browser*, permitindo assim que a imagem e o áudio sejam apresentados dentro de uma página WWW.

A tecnologia Real transmite *streams* de vídeo que vão sendo consumidos pelo lado cliente, não sendo assim necessário que se espere a transferência completa dos arquivos. A vantagem dessa tecnologia, sendo uma tecnologia de *streaming*, é que ela utiliza uma *bufferização* dos pacotes de áudio do lado do cliente com o objetivo de garantir uma continuidade do som, que é crítica para o entendimento da informação sendo transmitida. Assim, a *bufferização* da transmissão faz com que haja menos perda de informação e maior continuidade, e assim, mesmo havendo algumas interrupções (no áudio), a informação é recebida.

Além da transmissão e gravação de uma aula ao vivo, a tecnologia Real permite também a transmissão de um arquivo contendo *streams* de áudio e vídeo em um formato específico de grande taxa de compressão através da Internet. Aulas previamente gravadas podem ser transmitidas sob demanda através da rede bem como qualquer vídeo editado através de outras tecnologias convertidas para o formato Real. A tecnologia Real atualmente ainda não oferece a possibilidade de interação entre os participantes de uma videoconferência.

Existem três formas de transmissão de multimídia através de servidores e clientes Real. A primeira é caracterizada da seguinte forma: o *Real Server* envia sinais ou pacotes de informação para cada cliente que solicita recepção. Isto significa a ocorrência de redundância nesta transmissão, pois o servidor irá transmitir o mesmo pacote “n” vezes para os “n” clientes conectados. Pode-se concluir que se trata de uma transmissão *unicast* de multimídia.

A segunda forma pode ser classificada como uma transmissão *multicast* simples numa rede IP, pois o *Server Plus G2* manda, através de um *roteador*, *switch* ou *hub*, pacotes de informação sem redundância, ou seja, são enviados somente uma cópia de cada pacote de informação. Estes, por sua vez, são replicados na rede de forma *multicast*.

A terceira forma pode ser classificada como uma transmissão *multicast* segura numa rede IP. Ela funciona da mesma forma que o caso anterior, salvo a possibilidade dos clientes poderem solicitar retransmissões de pacotes perdidos durante uma transmissão *multicast* por congestionamentos da rede. Neste caso, a quantidade de clientes conectados não pode ser grande, pois estes pedidos de retransmissão geram um tráfego maior.

Para efetuar a transmissão de multimídia numa destas formas ou estruturas de conexão numa rede IP, as ferramentas da Real utilizam os seguintes protocolos de comunicação:

- PNA: protocolo utilizado em versões anteriores e já em extinção;
- RTSP: *Real Time Streaming Protocol* (RFC 2326) é uma especificação da IETF para controle de transmissão de multimídia na Internet. Foi submetido a IETF em outubro de 1996 pela *RealNetworks* e pela *Netscape Communications Corporation*;
- IGMP: protocolo de agrupamentos (gerenciamento de grupos de clientes) para transmissões em *multicast*;
- DVMRP: protocolo de roteamento em transmissões *multicast*;
- UDP/TCP: protocolos para transporte de dados;
- HTTP: protocolo utilizado na transmissão através de *firewalls*;

Os produtos da *Real*[®] *Networks* são compatíveis com padrões de arquivos de vídeo e áudio do mercado, como MPEG, AVI, WAV, VIVO, entre outros, os quais podem ser reproduzidos em seu formato original ou convertidos para o formato RMI, a fim de alcançarem melhores taxas de transmissão.

Além dos formatos nativos *RealAudio*, *RealVideo* e *RealFlash*, o *RealSystem G2* agora suporta dois novos tipos de mídias: o *RealPix* e *RealText*. O primeiro possibilita a digitalização de imagens de qualidade para a *Web*, como o JPEG e o GIF. Ideal para apresentação de slides, catálogos ou álbuns. Já o segundo, é referente a um formato de

texto para transmissão ao vivo, similar ao HTML no que diz respeito a formatações e animações.

Quando utilizamos o *RealSystem G2* para transmitir multimídia em redes IP, temos o recurso de realizar esta transmissão em várias velocidades. Quem consegue isso é a tecnologia *SureStream*, que possibilita alternar velocidades de transmissão e operar em larguras de bandas estreitas.

A *Real Networks* busca manter uma alta qualidade de áudio e vídeo em suas transmissões de multimídia para usuários conectados em qualquer velocidade utilizando a compressão *Dolby Labs AC3*, que disponibiliza áudio estéreo em bandas de 28,8Kbps e áudio com qualidade de CD sobre ISDN ou redes locais.

A *Real*[®] também oferece a opção de se desenvolver uma transmissão com bilhetagem, podendo-se criar um *site* de *e-commerce* com recursos de transmissão de multimídia. Para isso, a empresa oferece uma solução onde cada cliente *Real Player* possui um número identificador único (ID) que pode ser associado a um usuário ou máquina.

Quando o cliente *Real Player* acessa um conteúdo no *Real Server*, ele é autenticado transparentemente ao usuário. Em determinadas situações, pode ser solicitado ao usuário que digite um *username* e *password* a fim de acessar determinado conteúdo restrito. Toda vez que o usuário sai do espaço restrito, ele passa a ser obrigado a entrar novamente com a *username* e *password* quando voltar. Estes dados podem ser passados via SSL de maneira segura ao *RealServer* na forma de um URL (*Uniform Resource Locator*), como por exemplo “`rtsp://username:password@host`”.

A solução da *Real Networks* é compatível com o *Synchronized Multimedia Integration Language* (SMIL), o qual compõe uma especificação do *World Wide Web Consortium* (W3C), que permite controle sobre apresentações multimídia. O SMIL descreve a sincronização das informações de mídia que aparecem na tela, a fim de que seja possível uma reprodução fiel e de qualidade. Trata-se de um controle de *layout* dentro do conteúdo de *streaming*.

5.4 Ferramentas e aplicação do MBone [FIS 98]

Atualmente, existem muitas classes de aplicações no MBone, que se concentram especialmente em áudio, vídeo e documento compartilhado. Entretanto, antes que se possa realizar uma conferência em qualquer um destes cenários, é necessária a criação, reserva e anúncio de uma sessão, para que se possa transmitir o evento desejado. Para isto, são utilizadas ferramentas de gerenciamento de sessões de tráfego *multicast*, como o SDR (*Session Directory*).

Neste trabalho, várias experiências foram realizadas com as ferramentas do MBone. Foi estabelecido um túnel de uma das máquinas da rede com uma máquina já configurada no MBone e assim, puderam ser realizadas diversas transmissões/recepções *multicast* utilizando estas ferramentas.

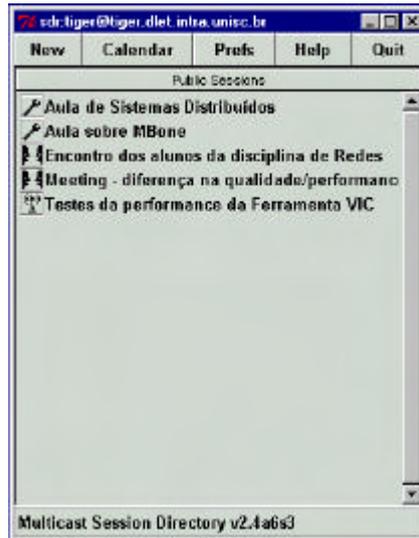


FIGURA 5.6 - Janela principal do SDR

O SDR (fig. 5.6) utiliza um protocolo denominado *Session Directory Announcement Protocol* (SDAP) para anunciar sessões de conferência. Em síntese, isto significa transmitir em *multicast* periodicamente um pacote que anuncia uma determinada sessão de conferência em aberto. Para receber um pacote SDAP, a estação receptora deve escutar uma porta em um determinado endereço *multicast*. A sessão anunciada pelo SDAP será descrita pelo protocolo *Session Description Protocol* (SDP). Quando a estação receptora recebe o anúncio de uma sessão de conferência pelo SDAP, deve decodificar a mensagem do SDP e publicar as informações sobre a sessão em questão para o usuário [JAN 98].

Novas sessões podem ser criadas com o botão *New* na janela do SDR. Cada sessão nova deve conter um nome, uma descrição, um escopo, informações de contato, uma hora de início e uma hora de encerramento. Além disso, pode oferecer outros links com informações adicionais sobre o conteúdo da sessão.

A definição das mídias envolvidas numa conferência é um dos pontos importantes na publicação de uma sessão numa rede *multicast*. O SDR possibilita a criação de sessões com um ou mais tipos de mídias, como áudio, vídeo, WB e NTE.

O SDR é utilizado para criar ou participar de sessões de videoconferência a partir da utilização de outras ferramentas de captura e transmissão de multimídia sobre redes com IP *multicast*. Dentre as mais conhecidas é possível abordar:

- *VIC (Video Conference)* (fig. 5.7): É uma ferramenta responsável pela transmissão de vídeo numa conferência. O VIC foi desenvolvido com uma arquitetura flexível para suportar ambientes e configurações heterogêneas. Pode ser utilizado em um contexto com grandes larguras de banda, *streams full-motion JPEG* capturados e codificados por *hardware*, ou pode ser utilizado em pequenas larguras de banda com baixas taxas de transmissão (*low bit-rate*). Implementado sobre o protocolo RTP (*Real-time Transport Protocol*), o VIC viabiliza comunicação em tempo real. Foi concebido originalmente para transmitir vídeo em sessões de conferência *multicast*, com suporte ao IP *multicast*, como ocorre no MBONE. Apesar disso, é utilizado igualmente em sessões *unicast* de videoconferência (transmissão ponto-a-ponto).

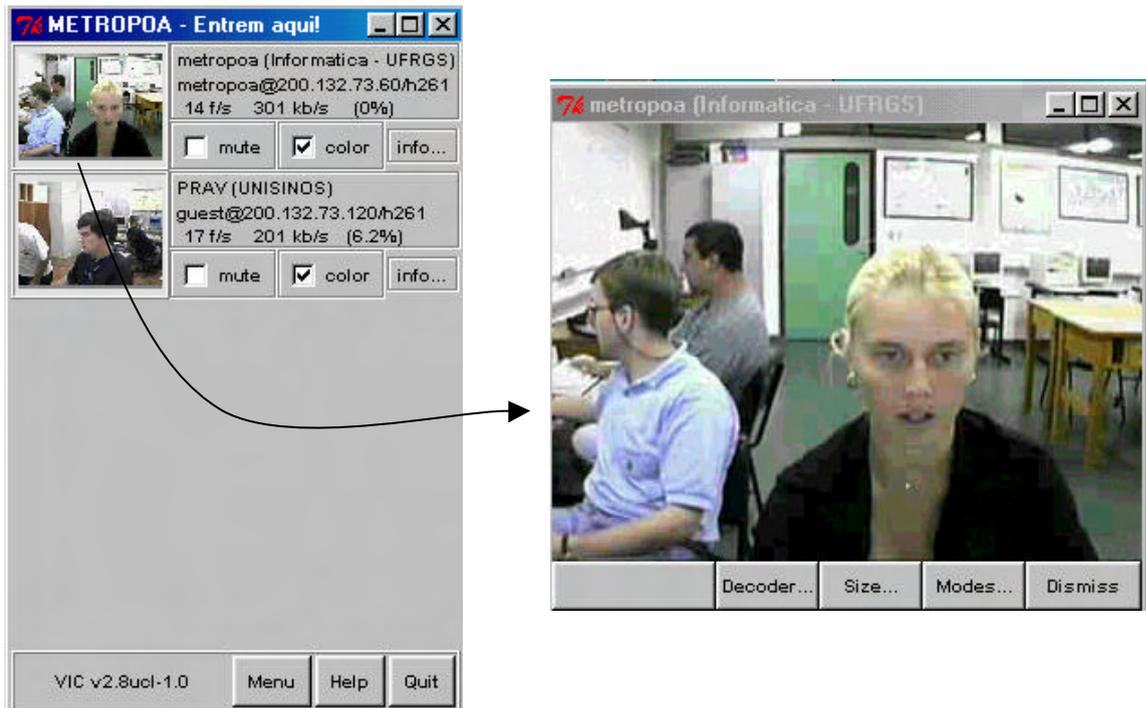


FIGURA 5.7 - Janela principal do VIC e imagem aumentada

- RAT (*Robust Audio Tool*): Utilizado pela transmissão de áudio. A ferramenta RAT oferece recursos extras para qualificar a transmissão de áudio, como:
 - transmissão redundante de pacotes (evitando possíveis perdas de informação);
 - proteção para sincronização, isto é, uma capacidade do RAT adaptar a reprodução do áudio a fim de manter a sincronização com outras mídias em estações que não suportam serviços em tempo real;
 - relatório de estatísticas melhorado, onde é possível mensurar perdas na taxa de transmissão de pacotes e variações na sincronização da reprodução;
 - opção *hands-free*, para transmissão de áudio automático, e capacidade de detecção de silêncio, a fim de minimizar a transmissão de pacotes que não agregam valor a reprodução do som;
 - recurso de sincronização do áudio com movimento labial, indispensável para aplicações de educação a distância (disponível também na ferramenta VIC), entre outras funcionalidades.
- WB (*White Board*): Espaço de desenho para ser compartilhado. Ali, é possível compartilhar uma área de trabalho em branco, a fim de trocar informações na forma textual ou gráfica, dependendo do suporte oferecido pelos serviços *multicast* da rede.
- NTE (*Network Text Editor*): Ferramenta de edição de texto desenvolvida para rodar em ambiente *multicast* a fim de complementar as conferências de áudio e vídeo entre participantes remotos [JAN 98]. Permite abrir textos previamente gravados ou editar novos textos de forma colaborativa.

As ferramentas VIC, RAT, WB e NTE são gerenciadas pelo SDR que irá estabelecer as conexões com os participante da videoconferência. O SDR oferece uma

interface direta com o protocolo de gerenciamento de grupo IGMP, que permite os usuários aderir ou abandonar um grupo de conferência multicast [JAN 98].

O SDR e as aplicações de transmissão de multimídia atreladas a ele são uma das principais alternativas para sessões de videoconferência utilizadas atualmente nos ambientes acadêmicos. Diversas universidades, integrantes de projetos na área de redes de alta velocidade no Brasil, utilizam o SDR para testes de transmissão de áudio e vídeo interativo entre usuários remotos. A principal estrutura utilizada é a transmissão *multicast*, a partir da criação de túneis que interligam sub-redes de estações multimídia a fim de criar salas de conferência entre diversos participantes. Os testes e estudos persistem nesta área, pois busca-se constantemente a viabilização de sessões de videoconferência de alta qualidade e confiabilidade, a fim de que se possa estender esses novos recursos da tecnologia computacional para áreas como telemedicina e EaD.

5.5 Transmissão multimídia na Web

Um dos principais focos deste trabalho consta do estudo da aplicabilidade de uma transmissão multimídia na *Web*, permitindo ainda interatividade entre os envolvidos. Dentro do ambiente *Web*, aos poucos começam a surgir propostas neste sentido, sendo que exigem que se instale uma das ferramentas comentadas anteriormente para a recepção/transmissão dos dados multimídia, além de não implementarem características específicas de um ambiente de EaD na *Web*.

Um ambiente analisado com estas características consta do VRVS (*Virtual Room Videoconferencing System*), do Instituto de Tecnologia da Califórnia (fig. 5.8).



FIGURA 5.8 - Interface de entrada do VRVS

Basicamente, trata-se de um ambiente na *Web* que permite agendamento, gerenciamento e realização de videoconferências, utilizando as ferramentas VIC, RAT e WB do Mbone, baseado no padrão H.323.

Para utilizar o sistema, é necessário que o usuário cadastre-se no mesmo. É criado, assim, um *profile* para cada usuário, e toda vez que o *site* do ambiente é acessado, este procura pelo *cookie* que identifica o usuário daquela máquina. Caso não encontre, solicita que o usuário acesse o ambiente através de seu *Login* (usuário e senha) já previamente cadastrado. Caso o usuário ainda não seja cadastrado, o sistema permite que isso seja efetuado, sendo que no momento da criação da conta no sistema, este reconhece qual o Servidor VRVS mais próximo do usuário, para que este servidor seja utilizado como refletor das transmissões. No caso da UFRGS, existe instalado um servidor VRVS na máquina `penta2.ufrgs.br`, no CPD (Centro de Processamento de Dados), sendo que automaticamente este foi detectado e utilizado durante nossas experiências.

Como já mencionado, o sistema utiliza as ferramentas do Mbone para realização das videoconferências, que são chamadas pelo ambiente *Web*, mas executadas fora do mesmo, em janelas separadas. Estas ferramentas são disponibilizadas para *download* no próprio *site*, como também todas as informações para configuração do *browser* para possibilitar a execução destes aplicativos. O ambiente funciona sem problemas utilizando-se o *browser* da *Netscape*[®], sendo necessário apenas configurar-se o suporte a *Java* e *JavaScript*, uma vez que existe uma *applet Java* que gerencia as transmissões efetuadas, assim como *scripts* que monitoram a utilização do sistema.

Após efetuado o *LogOn* no sistema e com todas as ferramentas instaladas e configuradas, pode-se acessar alguma conferência que esteja ocorrendo no momento, verificar a agenda de conferências a serem realizadas nas salas disponíveis, agendar a realização de uma conferência, fazer uma chamada diretamente a um usuário cadastrado no ambiente, configurar o seu *profile* e ainda acessar a Administração de um Refletor, caso o usuário seja também o Administrador de algum dos refletores existentes.

Ao agendar a realização de uma videoconferência, deve-se tomar cuidado com o fuso horário, uma vez que esta agenda se guia pelo horário de Genebra, na Suíça. Outros itens que podem ser configurados no momento de se agendar uma conferência, são: a escolha de uma sala para a realização da mesma e a utilização opcional de *Login* (nome e senha) para acessá-la. Ao verificar na agenda alguma conferência, clicando-se sobre ela, é possível acessar todas as suas informações, como nome, descrição, quem criou, se possui ou não senha, etc.

As experiências realizadas na sua utilização revelam que este ambiente é bastante robusto para a comunicação através da *Web*, permitindo a interatividade através de áudio, vídeo e quadro branco. No entanto, não apresenta qualquer opção para disponibilização de material didático, assim como não é possível o monitoramento das atividades realizadas e armazenamento das interações para acesso assíncrono de alunos/usuários que não puderam participar da transmissão ao vivo.

A seguir, outras soluções analisadas são apresentadas, sendo que mais especificamente, ambientes e ferramentas de ensino na *Web*, que implementam transmissão multimídia ou não.

6 FERRAMENTAS E AMBIENTES DE ENSINO A DISTÂNCIA BASEADOS NA WEB

Ninguém ainda é especialista na aplicação das tecnologias da informação à educação e ao treinamento. No entanto, esta é uma das áreas de aplicação que mais cresce na Internet. Pesquisadores da indústria e do mundo acadêmico estão desenvolvendo modelos e produtos para o treinamento e a educação baseados na *Web*, buscando utilizar um grande número de recursos de comunicação e controle de acesso [AUL 2000].

A seguir, são descritas as características de algumas das principais ferramentas disponíveis para elaboração de ambientes de EaD através da Internet. A partir disso, é realizada uma análise de alguns ambientes de EaD considerados importantes e difundidos no país, que utilizam a *Web* como ambiente virtual de ensino, classificados de acordo com a sua funcionalidade. Destacam-se principalmente os aspectos de comunicação que estes ambientes oferecem, e mais especificamente, como implementam a transmissão de dados multimídia.

6.1 Ferramentas para EaD

Existem várias ferramentas que auxiliam a implementação de ambientes de EaD na Internet. Um *site* na *Web* pode ser composto por vários recursos que, unidos, transformam-no em um consistente material/ambiente de ensino. Algumas ferramentas são específicas para possibilitar a comunicação entre os participantes do curso/aula remota, outras buscam apenas viabilizar a disponibilização de material didático, sendo que ainda existem ferramentas específicas para monitoramento e avaliação dos participantes.

Além das ferramentas apresentadas a seguir, podem ser utilizadas outras que facilitem a comunicação professor-aluno/aluno-aluno, e que permitam ao aluno maiores possibilidades e maior acesso a materiais sobre o conteúdo que está sendo tratado no *site*, como agenda, possibilidade de realizar anotações, acesso a mural de recados, integração de agentes computacionais inteligentes através da utilização de IA e muitas outras opções.

Para a construção de um *Web site*, utilizam-se editores HTML, existindo centenas deles disponíveis para *download*, sendo que os dois principais *browsers* atualmente utilizados (*Netscape*[®] e *Internet Explorer*) já trazerem consigo editores de fácil utilização. Os *sites* podem ser incrementados com recursos visuais que despertem o interesse do aluno, tais como *flashes* luminosos e figuras em movimento, assim como também acesso a Banco de Dados. Tais recursos podem ser construídos com o auxílio de algumas linguagens ou ferramentas disponíveis na rede, como por exemplo *Macromedia Flash*, DHTML (*Dynamic HTML*), *JavaScript*, *VBScript*, PHP, ASP, entre outros.

6.1.1 Ferramentas de comunicação

A) Salas de *Chat*/Fóruns de Discussão

Uma sala de discussão objetiva permitir a comunicação em tempo real entre pessoas através da linguagem textual. Podem ser utilizadas para esclarecimento de dúvidas, debates e discussões. Assim, um *chat* consiste em um sistema que permite “conversar” *on-line* e eletronicamente com muitas pessoas ao mesmo tempo, gerenciado por um servidor. A principal ferramenta atualmente utilizada para discussões síncronas fora do ambiente *Web* é o ICQ, da AOL[®] (*America on Line*).

O ICQ possibilita a criação de um servidor de *chat*. O professor, por exemplo, pode criar vários grupos de discussão para cada turma específica, chamar todos seus alunos para um debate na sala virtual e ter completo controle do que acontece - desde quem está autorizado a participar, quem apareceu, a que horas chegou, se postou mensagens para os demais, se enviou mensagem em *broadcast* ou ficou só ouvindo, se ficou conversando em paralelo, se passou só para bater o ponto e saiu mais cedo, estatísticas de uso, delegar poderes para co-administradores, banir usuários ICQ ou endereços de IP que por ventura venham a tumultuar a “aula”, entre inúmeras opções. Existem muitas telas para controle, segurança e administração.

Existem diversas soluções implementadas na *Web* para realização de *chat*, sendo que as utilizadas atualmente dentro dos ambientes de ensino a distância são integradas dentro dos mesmos, consistindo de soluções proprietárias. Essas ferramentas tratam-se da alternativa mais utilizada para comunicação síncrona, entre professores e alunos, uma vez que listas de discussão e fóruns de discussão na *Web* são ferramentas de comunicação de natureza assíncrona, como também o próprio correio eletrônico.

Nos Fóruns de Discussão, as mensagens ficam armazenadas em um lugar comum, para acesso de todos os alunos, organizadas de forma cronológica, e com a organização hierárquica das discussões sobre uma determinada mensagem. Uma dessas ferramentas, disponível gratuitamente, interessante e de fácil utilização é o *Forum Now* (<http://www.forumnow.com.br>).

B) Listas de Discussão (*ListServers*)

Uma lista de discussão consta de uma lista de endereços eletrônicos armazenados em um Servidor de Listas (*ListServer*), cujas mensagens enviadas àquele endereço de lista, são repassadas a todos os endereços eletrônicos contidos na mesma, pelo *software* de *listserv*, gerando um grupo de discussão. São organizadas de acordo com tópicos específicos a serem discutidos e existem hoje milhares de listas ativas na Internet.

Em uma lista de discussão, alunos e professores abordam questões para discussão, mandando *e-mails* para a lista e assim, indiretamente, trocam *e-mails* entre si sobre essas questões. Trata-se de um canal de comunicação assíncrono. Para fazer parte de uma lista, basta possuir um endereço eletrônico cadastrado na mesma, sendo que as mensagens serão repassadas a este endereço pelo Servidor de Lista, e estas podem ser acessadas através de qualquer ferramenta de *e-mail*, como o *Microsoft Outlook*, *Eudora Ligth* ou *Netscape Mail*.

Para criar uma lista de discussão, pode-se utilizar um programa *listserv* em um servidor, através da instalação e configuração do mesmo, como o *listserv* Majordomo. Outra opção são os servidores de listas disponíveis na *Web*, como o Sistema *E-groups* (<http://www.egroups.com>) em inglês e o Grupos (<http://www.grupos.com.br>) em português, que armazenam as mensagens para serem acessadas via *Web*, sem a necessidade de se utilizar uma ferramenta de *e-mail* para tal.

6.1.2 Ferramentas para acesso ao material didático

A) Livro Eletrônico

Um livro eletrônico, em um ambiente de EaD, pode ser considerado como os conteúdos tratados nas aulas virtuais disponibilizadas nos *sites*. Podem ser slides das disciplinas, arquivos com os conteúdos, o próprio conteúdo disponível na página ou ainda gerado através de autômatos, como pode ser verificado no *site* do Projeto TEIA, da UFRGS (<http://teia.inf.ufrgs.br>).

Existe atualmente uma grande discussão a respeito de livros eletrônicos na *Web*, visto que o material desta é cada vez mais usado como bibliografia e material de consulta extraclasse. Bibliotecas de todo o mundo estão em uma corrida desenfreada, buscando se adequar a esta nova realidade, além das questões de direitos autorais estarem sendo amplamente estudadas e debatidas. Uma das alternativas mais utilizadas para evitar que um determinado material seja copiado ilegalmente, além de permitir que o mesmo seja disponibilizado eletronicamente sem precisar ser convertido em HTML, trata-se da utilização de ferramentas que transformem o material em um formato no qual o mesmo não possa ser alterado, como *.PS (PostScript)* ou *.PDF (Portable Document Format)*. Este formato ainda garante que um documento terá a mesma aparência, independentemente do navegador ou da plataforma de computador que se estiver utilizando.

Uma das ferramentas mais utilizadas para visualização deste material trata-se do *Adobe Acrobat Reader*, disponível gratuitamente no endereço <http://www.adobe.com/prodindex/acrobat/readstep.html>, que consta de um *plug-in* instalado no *browser* e que permite acessar e visualizar qualquer material disponível neste formato.

B) Search Engines

Search Engines, Máquinas de busca, Apontadores, Procuradores ou outro nome qualquer é a denominação que se dá a *Web sites* que possuem em seu banco de dados palavras-chave e *links* onde estas palavras foram encontradas, ajudando “teoricamente” a encontrar alguma informação que o usuário esteja procurando. Teoricamente, porque eles apenas trazem como resultado todos os endereços que possuem aquela palavra ou conjunto de palavras, mas é o usuário quem tem de analisar quais informações lhe serão úteis ou não.

A Internet pode ser um excelente complemento de pesquisa à biblioteca da escola para pesquisa dos alunos, mas sua falta de organização é, normalmente, uma fonte de frustração. Pesquisar eficientemente na Internet significa conhecer a extensão das diferentes ferramentas de pesquisa disponíveis e dominar técnicas para desenvolver para desenvolver e aprimorar suas pesquisas.

A partir de endereços *Web*, estas máquinas de busca são utilizadas para localizar na rede endereços que tratam sobre algum determinado conteúdo. Estes *sites* de busca e procura na *Web* são normalmente considerados “portais de entrada”, visto que indexam uma quantidade muito grande de links sobre material na *Web*, sendo extremamente utilizados para pesquisa sobre qualquer assunto. Existem ainda *sites* de busca que realizam a procura nos principais *sites* de busca sobre o conteúdo que se deseja encontrar, chamados de ferramentas de *metapesquisa*. O *site* brasileiro mais popular desse tipo é encontrado no endereço <http://www.metaminer.com.br>, que consta do resultado de uma tese de Doutorado realizada em 1998 na UFMG.

Um serviço de busca bastante interessante é disponibilizado pelo serviço WHY (We Help You – <http://www.why.com.br>), *Web Site* de uma empresa gaúcha, a *High Company Informática*. Trata-se de um sistema de “busca humana”, onde quem faz a procura é um pesquisador contratado pelo *site*, ou seja, é um *site* onde pessoas cooperam entre si perguntando e respondendo questões. Neste *site* de busca, existem pessoas que realizam a procura de material sobre qualquer assunto, gratuitamente, para qualquer usuário que o solicitar. Essas pessoas são usuários registrados no sistema, chamadas de “agentes inteligentes”, que vão encontrar a informação solicitada e assim acumulam pontos, de acordo com a presteza dos seus serviços, sendo remunerados com a renda de publicidade do *site*.

Ambientes de EaD geralmente disponibilizam *links* para os principais *sites* que realizam busca de material na *Web*.

6.1.3 Ferramentas para avaliação

A) Exercícios *Online*

Exercícios online constam de exercícios gerados pelo professor que podem complementar o ensino, servir como autorização de acesso ao próximo conteúdo ou ainda avaliar o aluno.

Suas formas mais comuns são questões de múltipla escolha, jogo da velha e questões de verdadeiro ou falso. Existem algumas ferramentas que geram estes exercícios e os exportam para HTML, sendo necessário apenas distribuir o conteúdo nas questões e incluir o código gerado na *homepage*. Pode-se encontrar algumas estas ferramentas, como *HotPotates* (<http://www.hotpotatoes.com>), *Questionmark* (<http://www.questionmark.com>), sendo que o no *site Quia – Where Learning Takes You* (<http://www.quia.com>) também pode ser encontrado um banco com questões de vários assuntos.

Outra forma de criação destes exercícios, consta da utilização de formulários, submetidos a um programa CGI ou então a um script PHP ou ASP, acessando um banco de dados previamente criado com questões e/ou conferindo/armazenando respostas.

B) Controle de navegação/uso do material

É possível monitorar a navegação e o uso do material através do armazenamento e posterior análise de arquivos de log gerados. Para isso, é necessário que se tenha o nome do aluno, a data e hora em que ele está acessando o material disponibilizado, para então analisar-se este logs.

Segundo o sistema de [RIT 2000], utilizado neste trabalho, exemplos tais como estatísticas realizadas sobre os nodos percorridos do material didático, a seqüência de nodos (links) percorridos (caminhamento/navegação efetiva), o tempo de permanência em cada nodo (página HTML) e os nodos não visitados, referentes ao assunto avaliado, podem fazer parte da avaliação como um todo. Sabe-se que essas medidas certamente não poderão avaliar diretamente o aprendizado, mas sim, cooperar como parte desse processo de avaliação.

Ainda, segundo [RIT 2000], é importante que o aluno tenha ciência de que está sendo monitorado em todo *site*, de que seus “passos” estão sendo armazenados em arquivos de log. Primeiro, porque se passa mais credibilidade do curso, quando, desde seu início, são mostradas todas as regras e seu funcionamento e, em segundo lugar, os alunos, de uma forma geral, levam mais a sério suas atividades escolares (acadêmicas), quando sabem que estão sendo observados pelo professor (monitorados pelo sistema). É claro que este último fica mais evidente quando o recurso do ensino a distância é utilizado principalmente para atividades complementares de estudo. É notório que o fator determinante do sucesso do aluno, com esta ou outra sistemática de ensino qualquer, é seu grau de interesse e dedicação às atividades específicas do curso.

6.2 Ambientes de EaD

Aqui são abordados apenas alguns dos ambientes disponíveis na *Web* (WBE), destacando-se quais ferramentas são utilizadas para a construção e gerência de cursos disponibilizados por estas ferramentas na Internet, principalmente quanto aos aspectos de comunicação e interatividade. São analisados os exemplos julgados mais significativos e difundidos hoje na *Web*, classificados de acordo com sua funcionalidade e aplicabilidade. Devemos lembrar sempre que tratam-se apenas de ferramentas, e não possuem nenhum tipo de característica que irá assegurar automaticamente a qualidade dos cursos que serão oferecidos através de sua utilização.

6.2.1 Sistemas de Gerenciamento para EaD

Os Sistemas de Gerenciamento para EaD, ou simplesmente SGEAD, são ferramentas que permitem, de um modo geral, a criação, administração e manutenção de cursos virtuais via Internet. Os serviços de comunicação oferecidos pelas ferramentas são normalmente: correio eletrônico, *chats*, listas de discussão, debates, notícias, entre outros.

Para a administração, os SGEADs geralmente possuem quadro de avisos, agenda, notícias, etc., onde o aluno pode se manter informado sobre o andamento do curso, as novidades e datas importantes. As características básicas dos principais sistemas encontrados hoje na *Web* são detalhadas a seguir. As tabelas com as principais características de cada ambiente/sistema, são baseadas em uma classificação do IMS (<http://www.imsproject.org/>), que consta de um projeto que pretende estabelecer uma base comum para a interoperabilidade entre os vários ambientes de ensino-aprendizagem para a *Web*.

6.2.1.1 Web Course in a Box (WCB)

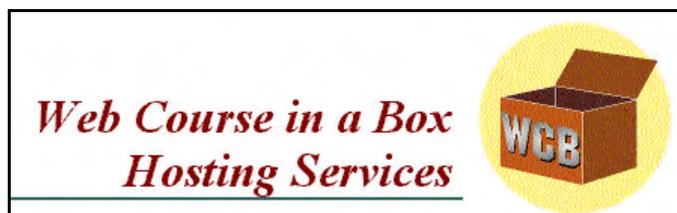


FIGURA 6.1 - Logotipo da ferramenta WCB

O WCB (*Web Course in a Box*) trata-se de uma ferramenta comercial desenvolvida pela *Virginia Commonwealth University* para criação e manutenção de cursos na *Web*. Segundo o site da ferramenta (<http://www.wcbcourses.com>), a sua principal aplicação é o suporte a cursos presenciais através da disponibilização de material de consulta para os alunos. Tanto a autoria quanto o consumo do curso são feitos através de *browsers Web* e não requerem conhecimentos técnicos aprofundados.

Para a criação das páginas dos cursos, podem ser utilizados vários serviços, tais como ementa de curso, agenda e *sites* pessoais. Não é encontrado nenhum controle de uso ou avaliação dos alunos, sendo que os mesmos possuem a disposição apenas exercícios auto-corrigíveis, para testarem seus conhecimentos. Também não implementa o suporte a múltiplos idiomas, a capacidade de customização da estrutura navegacional, o suporte ao trabalho cooperativo, customização por instituição/departamento e a definição dos documentos.

Como requisitos de *hardware* e *software*, roda tanto em ambiente UNIX, como também *Windows NT* e *Macintosh*, utilizando-se para acesso *browsers Netscape* ou Explorer nas versões 4.x ou superiores.

Quanto aos aspectos de comunicação e interatividade, foco principal desta análise, o ambiente oferece fóruns de discussão, interatividade síncrona através de um ambiente de *chat*, e a possibilidade de contato com o professor do curso através de *e-mail*. Não existe suporte a videoconferências ou transmissão de áudio e vídeo, e nem *whiteboard*. A Tabela 6.1, apresenta um resumo da lista de serviços implementados por esse ambiente.

TABELA 6.1 - Resumo dos principais serviços implementados no WCB

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Contato com professor Fóruns de discussão <i>Chat</i>
Administrativos	Notícias do Curso Agenda
Avaliação	Exercícios auto-corrigíveis
Didáticos	Transparências Referências na <i>Web</i>
Gerais	<i>Home-page</i> de alunos <i>Home-page</i> de instrutores

6.2.1.2 Web Course Tools (WebCT)



FIGURA 6.2 - Logotipo da ferramenta WebCT

O *Web Course Tools (WebCT)* é uma ferramenta comercial, desenvolvida pela *University of British Columbia* para a criação de ambientes de ensino virtuais, baseados na *Web*. A princípio o sistema foi criado para facilitar a criação de diversos cursos internos da Universidade, mas atualmente é utilizado por mais de 500 instituições.

Podem ser criados, desde cursos *on-line*, até a divulgação de material suplementar para algum curso que requer pouco conhecimento técnico, tanto por parte do professor quanto do aluno. O criador do curso é o responsável por prover o seu conteúdo, sendo que a interatividade, estrutura navegacional e as ferramentas educacionais são fornecidas pelo ambiente, que também permite a incorporação de novas ferramentas e a alteração do *layout* do curso.

Não implementa o suporte a múltiplos idiomas, a capacidade de customização da estrutura navegacional e a customização por instituição/departamento. Estruturalmente, pode ser dividido sob três aspectos:

- *Ferramenta de apresentação*: pode-se definir o *layout*, cor, textos, contadores, etc., para as páginas do curso;
- *Conjunto de ferramentas do Administrador*: são utilizadas para auxiliar na entrega, manutenção e desenvolvimento do material do curso. Todo acesso ao sistema é controlado pelo nome do usuário e senha.
- *Conjunto de ferramentas do Aluno*: material didático, ferramentas de comunicação e interatividade.

O sistema consta, basicamente, de uma aplicação cliente/servidor composta de vários programas CGI residentes em um servidor HTTP, sendo desenvolvido em PERL sobre a plataforma UNIX, com possibilidade de replicação de servidores. Em relação aos requisitos de *hardware* e *software*, o *WebServer* pode ser UNIX ou Windows NT, sendo que os clientes podem utilizar Sistemas Operacionais Windows NT ou Windows 95/98, com *browsers Netscape* ou Explorer, a partir das versões 4.x.

Quanto à comunicação e interatividade, são disponibilizadas para os alunos listas de discussão e correio eletrônico, sendo que a interatividade síncrona é realizada através de salas de *chat*. Das seis salas de *chat* existentes, quatro tem suas conversas registradas em um Banco de Dados, para que se possa monitorar a conversação e a participação. As salas de *chat* são implementadas em *Java*. Também é disponibilizada uma área para apresentação do projeto desenvolvido em grupo, sendo a mesma visualizada por todos e representada por um quadro branco compartilhado e interativo. Não oferece suporte a videoconferências ou transmissão de áudio e vídeo. Um resumo dos serviços oferecidos pelo sistema são listados na Tabela 6.2.

TABELA 6.2 - Resumo dos principais serviços implementados no WebCT

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Correio eletrônico <i>News</i> Listas de discussão <i>Chat</i>
Administrativos	Quadro de avisos Divulgação de notas com boletins Controle de progresso do aluno Acompanhamento do curso
Avaliação	Auto-Avaliação do Aluno Testes periódicos com tempo
Didáticos	Glossário indexado Ferramentas para anotações de aluno Material de referência do curso Quadro branco
Gerais	Área de apresentação de alunos Arquivos de imagem indexados Indexação e busca automática

6.2.1.3 Lotus® LearningSpace

FIGURA 6.3 - Logotipo da ferramenta *Learning Space*

A Lotus® Education e a IBM® são responsáveis pela pesquisa e desenvolvimento do Lotus® LearningSpace, uma ferramenta comercial para desenvolvimento de serviços de apoio ao EaD, baseados na arquitetura cliente/servidor, sem implementar distribuição. A versão avaliada neste trabalho consta do LearningSpace 2.5, desenvolvido sobre o ambiente de *groupware Lotus Notes/Domino*, integrado na Web.

A ferramenta pode ser considerada bastante flexível, permitindo a criação, personalização, gerenciamento e distribuição de cursos de EaD baseado no ambiente Lotus Notes/Domino. O cliente Lotus Notes é utilizado para construir e acessar os cursos, permitindo ainda uma maior colaboração entre membros de grupos, classes e instrutores através de ferramentas apropriadas.

Este sistema é composto por quatro ambientes, sendo cada um composto por um Banco de Dados Lotus Notes:

- *Schedule*: Serve para guiar os participantes de um curso, podendo também navegar-se através do roteiro de aulas, exercícios e testes.
- *Media Center*: Pode ser criado pelo instrutor ou pelo próprio projetista do curso, com o objetivo de gerenciar e manter uma base com materiais de vários formatos de mídia como CDs, informações ao vivo de *Web sites*, textos e até mesmo fluxo de vídeo.

- *Course Room*: Ambiente interativo, no qual pode haver discussões entre os estudantes e o instrutor. Essa espécie de colaboração pode ser pública ou privada e entre os próprios alunos ou professor com os alunos.
- *Profiles*: Este banco de dados é responsável por ajudar a criar e manter informações a respeito dos estudantes e do instrutor do curso. As informações disponíveis podem ser disponibilizadas na forma de texto e/ou imagens.
- *Assessment Manager*: Apenas os instrutores têm permissão de acesso, visto que são executadas as avaliações da performance dos alunos, assim como a atribuição de notas.

De uma forma geral, os principais componentes encontrados neste ambiente são: *Web-browser*, *Web-Server* e *LearningSpace Server*. Destaca-se que, para adicionar algumas opções multimídia, como sala virtual em tempo real, conferências de vídeo e áudio, *links* para integração de material *self-paced*, e outros, há a necessidade de adicionar-se um *Learning Server* e os componentes: *Data Beam Java Application Sharing*, *Data Beam Java Virtual Classroom*, *Microsoft NetMeeting*, *Data Beam MeetingTools*, *Data Beam Farsite*.

Quanto aos requisitos de *hardware* e *software*, pode ser Servidor (Windows NT, IBM OS/2, AIX, System 390, AS/400, HP-UX ou Sun Solaris) com *LearningSpace 2.5* (e *Learning Server 2.0*) instalados, sendo usuários/alunos em microcomputadores com sistema operacional Windows NT ou Windows 95/98, utilizando *browsers Netscape* ou *Explorer* a partir das versões 4.x.

Pode-se dizer que, quanto à ferramentas de comunicação e interatividade, o sistema implementa apenas correio eletrônico, através de grupos de discussão. Para que seja implementada comunicação áudio/visual, é utilizada a ferramenta *NetMeeting* da *Microsoft*. E para isso, como já mencionado, é necessário um Servidor *LearningSpace*, que monitore a adição dos componentes multimídia e a interatividade. Desta forma, não existe qualquer mecanismo de interatividade síncrona no próprio ambiente, seja textual ou multimídia.

O *LearningSpace* não implementa o suporte a múltiplos idiomas, a capacidade de customização da estrutura navegacional e a customização por intuição/departamento. Um resumo dos serviços implementados por esse ambiente é apresentada na Tabela 6.3.

TABELA 6.3 - Resumo dos principais serviços implementados no LearningSpace

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Correio eletrônico <i>News</i>
Administrativos	Agenda
Avaliação	Exercícios Tarefas
Didáticos (<i>Media Center</i>)	Documentos multimídia Imagens, som e vídeo
Gerais	Perfis de aluno e professor Gerente de avaliação

6.2.1.4 Persyst



FIGURA 6.4 - Logotipo da ferramenta Persyst

O Persyst consta de uma ferramenta comercial para criação e acesso de cursos *on-line* através da *Web*. Ao se cadastrar no sistema, o usuário pode se identificar como instrutor ou aluno, e ao efetuar *LogOn* no sistema, escolhe em qual curso irá trabalhar no momento e lhe serão atribuídas as funções permitidas de acordo com o tipo de cadastro realizado.

Um curso consiste em vários “ambientes virtuais”, sendo que em cada um desses ambientes podem ser desempenhadas funções específicas, sendo basicamente cinco ambientes para um usuário cadastrado como estudante:

- *Classroom*: Reproduz uma sala de aula convencional. É onde ocorre a maior parte da interação instrutor/aluno. O instrutor tem controle do ambiente, enviando as informações a respeito do curso para os alunos presentes na forma de slides, vídeos e áudio, além da possibilidade de interagir com os alunos via *chat* ou utilizando o áudio via Internet. É composto pelos seguintes utilitários:
 - *Lecture Control Center*: possui uma espécie de “quadro negro”, que faz com que os itens apresentados sejam mostrados a todos os alunos presentes. É o professor quem controla o ambiente e gerencia sua utilização. Os alunos apenas podem requisitar ou cancelar um pedido para se pronunciarem, sendo o mesmo controlado pelo professor.
 - *Tables*: está disponível para ambos, onde o instrutor pode apresentar questões a serem votadas pelos alunos, e os alunos, podem realizar testes, votações e outras atividades que exijam *feedback* dos mesmos.
 - *Comments Window*: é onde o instrutor pode receber textos dos alunos
 - *Student View*, permite que os alunos observem de forma passiva o ambiente, interagindo com os demais através de áudio.
- *My Desk*: Consta do espaço de trabalho pessoal dos estudantes e instrutores, sendo que ao “logar-se”, o sistema reconhece o usuário e automaticamente disponibiliza o seu *My Desk* correspondente. O instrutor pode disponibilizar para cada aluno ou grupo de alunos material para leitura, tarefas a serem completadas e testes a serem feitos. Também utiliza-se dessa área para preparar atividades que serão compartilhadas posteriormente pelos estudantes. As atividades são preparadas utilizando-se programas baseados na *Web*, pois não existe nenhuma ferramenta no *Persyst* para isso. A princípio, também não há limitação quanto ao tipo de conteúdo a ser utilizado neste ambiente.
- *Breakout Rooms*: Utilizado para a interação síncrona ou assíncrona entre um grupo, sendo que vários grupos podem ser organizados, cada um com qualquer quantidade de membros. É eleito um líder, que será responsável por gerenciar as interações,

existindo ainda um quadro de mensagem que permite ao aluno enviar comentários para o líder, ou comunicar-se com o mesmo através de áudio na Internet.

- *Lounge*: Espaço reservado a um ambiente de *chat* em forma de texto, podendo ser criadas várias salas de *chat*, cada uma reservada para diferentes grupos e/ou sessões de um curso.
- *Resource Center*: Composto de uma *Library* para armazenar e visualizar o material disponível do curso, de um *Message Board*, no qual mensagens podem ser postadas e lidas e de um *Administrative Service*, que é disponibilizado apenas para usuários com privilégios de instrutor, permitindo o controle da criação de grupos e administração do *Message Board*.

Basicamente, os componentes encontrados no cliente são: *Web Browser* e *Persyst Applet* e no servidor: *Web Server*, *Persyst Server*, *Web Server Acessible Stored Content* (Sistema de Arquivos) e *Object Data Base*. Alguns servidores de mídia são utilizados, como: *Content Upload Server* e *Telephone Bridge*. Os *plug-ins* necessários para acesso aos dados multimídia são: *IsoChrono*, *Montage* e *RealPlayer*. Para suportar esses *plug-ins* é necessária a adição de mais três componentes ao servidor: *IsoChrono* (áudio), *Montage* (vídeo) e *RealNetworks* (áudio/vídeo). Existem ainda outros dois *plug-ins* que podem ser instalados: *Content Uploader* e *Persyst Telephone Audio Encoder*.

Quanto aos requisitos de *hardware* e *software*, é necessário um servidor com *Server Persyst* e *Web Server* instalados, e os usuários com microcomputadores, Sistema Operacional *Windows NT* ou *Windows 95/98*, através de *browsers Netscape* ou *Internet Explorer* nas versões 4.x ou superiores.

Quanto à ferramentas de comunicação e interatividade, o sistema implementa grupos de discussão, interatividade síncrona através de um ambiente de *chat* e também através de áudio e vídeo, utilizando para isso componentes externos, que devem ser integrados ao servidos e que não fazem parte do próprio ambiente. A utilização de recursos multimídia pode ser realizada sem problemas, uma vez que podem ser integrados ao material didático, não existindo limitação quanto ao conteúdo do mesmo. Um resumo dos principais serviços do sistema encontra-se listado na Tabela 6.4.

TABELA 6.4 - Resumo dos principais serviços implementados no LearningSpace

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	<i>Chat</i> Áudio Vídeo Mensagens
Administrativos	Controle acesso
Avaliação	Tarefas Testes Votações
Didáticos	Atividades compartilhadas Documentos multimídia Imagens, som e vídeo
Gerais	Perfis de aluno e professor

6.2.1.5 TopClass



FIGURA 6.5 - Logotipo da ferramenta TopClass

O TopClass é uma ferramenta comercial desenvolvida pela *WBT Systems (Web-Based Training)*. É usado por várias instituições, sendo que dentre elas, destaca-se a *University of New York (SUNY)*.

É um sistema que provê um ambiente de aprendizado estruturado, no qual alunos são designados a cursos liderados por um instrutor. Pode ser usado para cursos ou treinamentos baseados na *Web* ou para dar assistência à aulas tradicionais. Segundo [GUI 97], a idéia que motivou o desenvolvimento do *TopClass* foi unir aspectos de colaboração da aprendizagem em sala de aula com aprendizagem no ritmo determinado pelo aluno e maior flexibilidade. Isto está baseado em três idéias fundamentais [WBT 98]: um ambiente de aprendizagem integrado; gerenciamento do conteúdo e gerenciamento de classe (turma).

Os alunos podem estar matriculados em várias turmas, sem a necessidade de intervenção de administradores e/ou professores. A cada aluno, são oferecidas páginas de cursos individuais e customizadas. Isso permite ao instrutor adicionar e remover o material instrucional de cada aluno individualmente, sem influenciar no material dos demais alunos.

O professor é responsável pelos cursos oferecidos, sendo que podem ser oferecidos para mais de uma turma, ou especificamente para cada aluno. É responsável pela criação e edição dos dados de turmas, alunos e testes, suporte aos alunos, monitorar as áreas de discussão, corrigir os testes e também responder às perguntas e dúvidas dos alunos. Basicamente, o sistema pode ser dividido quanto aos seguintes aspectos:

- *Ferramentas de colaboração*: o aluno pode enviar mensagens para o professor enquanto acessa o curso, o professor receberá a mensagem, bem como a indicação do ponto exato do curso onde o aluno estava, quando enviou a mensagem. Também apresenta listas de discussão em vários níveis, sala especial de avisos, etc.;
- *Conhecimento da situação do aluno*: para cada usuário, o sistema registra as páginas lidas, não lidas e as novas páginas colocadas no sistema, bem como as mensagens enviadas/recebidas. Assim, o aluno saberá facilmente que material deve rever, que material é novo, etc., e o professor saberá como está o progresso do aluno no curso, no que se refere ao acesso e ao conteúdo do mesmo;
- *Ambiente para a construção de cursos*: o professor poderá montar seu curso, tendo apenas um *Web browser*, ou importar de algum *software* existente (*Microsoft® Word, PowerPoint*, etc) para o *TopClass*. Os cursos são compostos por *Units of Learning Material (ULM's)*, que podem ser páginas, exercícios ou outras *ULM's*. Os cursos podem ser remodelados sempre que necessário, pois o sistema garante a sua consistência, assim como uma *ULM* pode ser usada por mais de um curso;

- *Testes e exercícios*: permite que o professor crie testes e exercícios que serão corrigidos pelo professor ou automaticamente pelo sistema. Com base no resultado do aluno, o sistema tomará algumas ações, como por exemplo passar material extra para o aluno que não se saiu bem, assim como comunicar ao professor;
- *Segurança*: o aluno só terá acesso ao material, grupos de discussão e anúncios que forem direcionados a classe que ele pertence. A verificação dos direitos de acesso é feita para cada objeto, proporcionando um poderoso controle de acesso, permitindo inclusive, diferentes tipos de acesso a um objeto.

Assim, em relação à comunicação e interatividade, é disponibilizado apenas correio eletrônico embutido entre os usuários que estão cadastrados, permitindo facilidades de discussão em grupo. Cada grupo possui dois *fóruns*: um utilizado pelo instrutor e pelos administradores para envio de mensagens importantes, como calendário de atividades, pré-requisitos, mudanças nas turmas, etc.; e outro disponibilizado para todos alunos. Não existe suporte para videoconferências ou transmissão de áudio e vídeo. Um resumo dos principais componentes encontra-se na Tabela 6.5.

O sistema é composto pela arquitetura cliente/servidor, onde o servidor é formado por um *WebServer* mais um *TopClass Server*, que possui um Banco de Dados Orientado a Objeto, onde estão armazenadas todas as informações dos usuários, conteúdo e classes. A segurança é feita através de transações SSL. Os clientes podem utilizar Sistemas Operacionais *Windows 95/98*, *Windows NT*, *UNIX* e *MacOs*, acessando o sistema através dos *browsers Netscape®* ou *Internet Explorer*, nas versões 4.x ou superiores.

TABELA 6.5 - Resumo dos principais serviços implementados no TopClass

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Correio eletrônico Lista de discussão Notícias
Administrativos	Controle de acesso Agenda Quadro de avisos
Avaliação	Testes e Exercícios Controle de navegação
Didáticos	Material instrucional individual
Gerais	Perfis de aluno e professor Gerente de avaliação

6.2.1.6 Virtual-U



FIGURA 6.6 - Logotipo da ferramenta Virtual-U

Virtual-U trata-se de um sistema comercial, composto de um conjunto de ferramentas integradas baseadas na *Web*, desenvolvido inicialmente pela *Simon Fraser University*. Tem por objetivo a criação, manutenção e consumo de cursos *on-line*, fazendo parte do projeto de EaD do governo canadense.

O sistema é intencionalmente projetado para permitir e facilitar discussões assíncronas, aprendizado cooperativo (*groupware*), e construção de conhecimento. O conjunto de ferramentas do inclui ferramentas para projeto de cursos, discussões e apresentações em salas de aula virtuais, tratamento de reutilização dos cursos, e gerenciamento da evolução das classes virtuais [FIB 98].

Quanto a comunicação, possui um componente chamado *Vgroup*, que consta de um sistema de conferência que dá aos instrutores a capacidade para facilmente criar grupos e definir para eles tarefas e objetivos. Qualquer usuário pode aprender a moderar conferências e criar sub-conferências, permitindo assim a estruturação de discussões interativas e atividades cooperativas entre alunos, professores e colaboradores externos;

Para acompanhamento dos alunos, existe um componente chamado de *GradeBook* é responsável por gerenciar a base de dados de estudantes para cada curso disponível, mostrando a performance dos estudantes através de gráficos e textos, incluindo tabelas identificando a evolução nas atividades de cada aluno.

O sistema é baseado na arquitetura cliente/servidor. Os requisitos de *Hardware/Software* constam de uma *workstation* servidora com servidor HTTP instalado, sendo que para cada usuário do curso é necessário um PC ou terminal cliente com o *Browser* instalado, sendo *Netscape* ou *Internet Explorer* nas versões 4.x ou superiores

O Virtual-U não implementa o suporte a múltiplos idiomas e a capacidade de customização da estrutura navegacional. Um resumo dos serviços implementados por esse ambiente é apresentado na Tabela 6.6:

TABELA 6.6 - Resumo dos principais serviços implementados no Virtual-U

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Correio eletrônico News Debates
Administrativos	Agenda
Avaliação	Exercícios

	Tarefas
Didáticos	Seminários moderados por alunos Times de projetos Estabelecimento de metas Conferência em tempo real <i>Chats</i> 3D
Gerais	Estatísticas

6.2.1.7 FirstClass



FIGURA 6.7 - Logotipo da ferramenta FirstClass®

FirstClass Collaborative Classroom (FCCC) é uma ferramenta comercial, desenvolvida pela *SoftArc*® para aprendizagem colaborativa e EaD. Possibilita que professores, alunos e pais estejam conectados, colaborando e publicando conteúdos na Internet.

Toda a comunicação e interatividade é realizada através de correio eletrônico ou *chats online*, não existindo suporte para transmissão de áudio e vídeo. Resumos e *homepages* podem ser criados de forma bastante simplificada. Podem ser configuradas áreas colaborativas ou conferências em tópicos educacionais, com vários níveis de segurança e acesso.

As permissões de acesso são flexíveis, e são facilmente configuradas para grupos ou indivíduos. Uma vez que os direitos e privilégios tenham sido configurados para um usuário ou grupo, estes estão aptos a se conectarem no FCCC, através de um *Web browser*, com um cliente correio eletrônico ou ainda com o Cliente *FirstClass*. As conferências podem, ainda, ser formadas com a participação de um professor ou estudante moderador, e assim as mensagens têm que ser aprovadas pelo moderador.

O sistema é baseado na arquitetura cliente/servidor. Assim quanto aos requisitos de *hardware* e *software*, o FCCC roda em um Servidor *Windows NT*, com processador Pentium, ou Servidor *Power Mac*. Os clientes *Windows* podem ser *Windows NT Server/Workstation*, *Windows 95/98* e clientes DOS com MS-DOS 3.5 ou superior, todos em máquinas com processador 80386 DX ou superior. Os clientes Mac deverão utilizar máquinas com Sistema Mac 7.1 ou superior. A lista dos serviços implementados por esse ambiente é apresentado na Tabela 6.6:

TABELA 6.7 - Resumo dos principais serviços implementados no TopClass

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Correio eletrônico <i>Chat</i> e conferências
Administrativos	Controle de acesso

Avaliação	Não encontrado
Didáticos	Resumos <i>Homepages</i>
Gerais	Não encontrado

6.2.1.8 LiveBOOKS

O LiveBOOKs é um ambiente distribuído, para autoria e consumo de material educacional através da *Web*. Trata-se de um sistema comercial desenvolvido pelo *Computer Systems Group*, da *University of Waterloo*, com o intuito de facilitar a criação e manutenção de cursos.

Como recurso de comunicação e interatividade, oferece somente correio eletrônico, que permite contato com professor, tutor e monitor. Não oferece qualquer suporte para aplicações multimídia ou transmissão de áudio e vídeo. Também não implementa o suporte a múltiplos idiomas, a capacidade de customização da interface e da estrutura navegacional e a customização por intuição/departamento. Uma lista de serviços implementados por esse ambiente é apresentada na Tabela 6.8.

TABELA 6.8 - Resumo dos principais serviços implementados no LiveBOOKS

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Contato com professor Contato com tutor Contato com monitor
Avaliação	Autoavaliação
Didáticos	LiveBOOK Notas de rodapé Biblioteca eletrônica

6.2.1.9 ClassNet



FIGURA 6.8 - Logotipo da ferramenta ClassNet

O *Classnet* [GOR 96] é uma ferramenta que permite automatizar funcionalidades administrativas para classes de ensino, através da Internet. A interação é realizada somente através de *browser*, sendo que o *Classnet* faz a ligação entre o Banco de Dados e o *browser*. O sistema consiste de quatro objetos:

- Requisição: é o primeiro objeto a ser criado, quando o servidor HTTP chama o *ClassNet*. Este objeto cria então um novo formulário, contendo os campos para a identificação do usuário: nome, senha, classe e nome da página. Este último contém o valor que identifica a requisição do aluno ao sistema;
- Classe: verifica se o aluno pertence a classe, para poder registrar-se e criar/remover classes do BD (para administradores);

- **Tarefas:** são formulários onde o professor cria testes, trabalhos e perguntas. Estas podem ser do tipo múltipla-escolha (incluindo Verdadeiro/Falso), respostas curtas (incluindo preencher espaços em branco) e discursivas (onde o aluno discorre sobre algo). Os dois primeiros tipos têm *feedback* imediato. Para cada tarefa, o professor define também a data de vencimento, uma chave para o aluno poder acessar após o vencimento, o peso de cada questão, a nota geral, os valores válidos, etc. Os resultados são armazenados no BD;
- **Membros da Classe:** os tipos de usuários que uma classe pode ter são o instrutor, aluno e *proctor*. O primeiro pode registrar uma classe (com aprovação do Administrador), manipular (incluir, modificar e eliminar) alunos e tarefas e ver os respectivos relatórios. Os alunos podem submeter tarefas, registrar sua entrada, ver suas notas e responder ao professor. O *proctor* é quem verifica os alunos que enviaram/acessaram os testes, monitorando o seu desenvolvimento.

Quanto aos aspectos de comunicação e interatividade, o sistema possui mecanismos de listas de discussão, salas de *chat* e correio eletrônico. As informações trocadas são armazenadas para futuras avaliações. A Tabela 6.9 apresenta um resumo dos serviços implementados pelo ambiente.

TABELA 6.9 - Resumo dos principais serviços implementados no ClassNet

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Lista de discussão Salas de chat Correio eletrônico
Administrativos	Controle de acesso
Avaliação	Tarefas Exercícios Notas
Didáticos	Integração com materiais preexistentes Conteúdo separado gerenciamento Biblioteca eletrônica
Gerais	Professor preocupado com ensino

6.2.1.10 AulaNet



FIGURA 6.9 - Logotipo da ferramenta AulaNet

O *AulaNet* é um ambiente para a criação, administração, manutenção e assistência de cursos a distância baseados na *Web*, projetado inicialmente para um público leigo. O sistema consta de um projeto desenvolvido pelo Laboratório de Engenharia de *Software* (LES), do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO)

Atualmente, a empresa EduWeb atua como distribuidora e representante exclusiva do software AulaNet. A missão é prover soluções *online* para treinamento e EaD, envolvendo aspectos relacionados a tecnologia, serviços, conteúdo e questões de natureza pedagógica que norteiam o AulaNet [SCO 2000].

No entanto, qualquer visitante pode fazer o *download* do ambiente, que está sendo distribuído gratuitamente, e cadastrando-se, conhecer os cursos que já foram montados por professores [AUL 2000]. O administrador aprova a senha e a identificação, e o visitante pode participar das aulas e dos cursos ou montar uma aula ou treinamento.

Os objetivos do *AulaNet* são a adoção da *Web* como um ambiente educacional; a criação de uma transição viável da sala de aula convencional para a sala de aula virtual, oferecendo a oportunidade de se reutilizar o material educacional existente; e a criação de comunidades de conhecimento, baseadas na participação intensa dos alunos no aprendizado (*learningware*).

A partir disso, o ambiente levou à formulação do conceito de Processo de Desenvolvimento do Aprendizado (PDA), que exige a especificação prévia, por parte do Autor, dos recursos didáticos que ele usará durante o desenvolvimento do curso.

Quanto aos mecanismos para comunicação entre professor e aluno e entre alunos, o ambiente oferece os seguintes mecanismos:

- Contato com o professor: permite a comunicação assíncrona;
- Grupo de discussão: lista de discussão do curso, sendo que as mensagens ficam armazenadas para futuras consultas;
- Grupo de interesse: permite a discussão encadeada sobre um assunto específico, como em ferramentas de *Newsgroups*;
- Debate: permite a comunicação síncrona, puramente textual ou por videoconferência.



FIGURA 6.10 - Tela de uma apresentação gravada no ambiente AulaNet

Quanto a recursos multimídia, utiliza apenas apresentações gravadas, acessadas através de Real Player (fig. 6.10), e não implementa qualquer mecanismo de transmissão de áudio e vídeo ao vivo através da *Web*. Para a realização de videoconferências, é utilizada a ferramenta CuSeeMe, apresentada capítulo 5, item 5.2 deste trabalho.

Além disso, não implementa a capacidade de customização da interface e da estrutura navegacional. Um resumo da lista de serviços implementados por esse ambiente é apresentada na Tabela 6.10.

TABELA 6.10 - Resumo dos principais serviços implementados no AulaNet-

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Grupo de interesse Grupo de discussão Contato com professor Debate
Administrativos	Agenda Notícias do curso Cadastro de instrutores Matrículas Mensagens automáticas
Avaliação	Teste e resultado de teste Projeto e resultado de projeto Exercício e resultado de exercício
	Resultado de projeto
	Exercício
	Resultado de Exercício
Didáticos	Plano de aulas Transparências Apresentação gravada Texto de aula Livro texto Demonstrações Bibliografia
Gerais	Tutorial sobre Internet Home-page de alunos Busca

6.2.1.11 UniverSite

O UniverSite é uma ferramenta comercial, desenvolvida pela MHW (*Modern High-Tech Web*), uma empresa oriunda da incubadora da PUC-RJ. Foi criada com o objetivo de permitir o gerenciamento de todas as etapas de um projeto de EaD, fornecendo tecnologia e suporte adequados para que as empresas construam seus próprios projetos de *Web-Based Training*. As modalidades de ensino são aplicadas através do uso de técnicas de multimídia, hipertextos e *links*, com adaptação ao ambiente de cada empresa, podendo-se integrar qualquer conteúdo didático ao sistema.

Quanto à administração dos cursos, professores e coordenadores podem ter acesso às notas e históricos dos alunos, atualizar cursos, divulgar novas atividades e

realizar estatísticas. Em termos de gerenciamento, oferece relatórios de acesso que permitem acompanhar a frequência com que alunos e professores entram no sistema, os caminhos seguidos, áreas preferidas etc. O sistema é bem concebido em termos de estrutura: trabalha com os conceitos de *campus*, departamento, curso e turma, o que o aproxima do ambiente acadêmico.

O UniverSite tem grande potencial para atrair, dada sua aparência profissional, *design* de interface caprichado, diferente de muitos programas de gerenciamento para educação *online* que existem no mercado e que possuem uma interface muito simples, que não prende a atenção dos alunos.

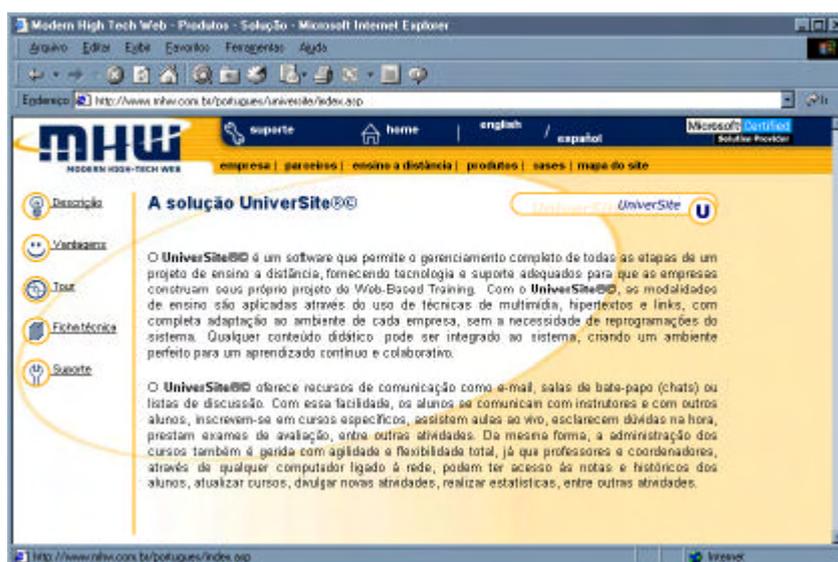


FIGURA 6.11 - Apresentação da solução UniverSite pelo MHW

No entanto, em termos de ferramentas de interação, não possui muita diferença em relação ao que existe no mercado. Oferece como recursos de comunicação e interatividade correio eletrônico, salas de bate-papo (*chats*) e listas de discussão. Quanto ao *webforum*, a interface acaba criando dificuldades: abre uma janela em separado para cada mensagem lida e o conteúdo da mensagem fica dentro de um *box* TEXTAREA com um espaço de visualização bastante reduzido.

Outro problema está na ferramenta de *chat*, que não registra o *log* dos encontros síncronos no servidor. Oferece apenas um recurso que permite a cada usuário gravar conteúdo exibido em sua janela. Porém, se a conexão cai, o conteúdo se perde e então não consegue mais armazenar os *logs*.

TABELA 6.11 - Resumo dos principais serviços implementados no UniverSite

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Correio eletrônico <i>Chat</i> Lista de discussão
Administrativos	Controle de acesso
Avaliação	Histórico dos alunos Relatórios de acessos Atividades Notas

Didáticos	Textos Transparências Apresentação gravada Livro texto
Gerais	Interface caprichada

6.2.1.12 Tele-Educ

O *Tele-Educ* é um ambiente para realização de cursos a distância, sendo parte integrante da dissertação de mestrado “Formação a Distância de Recursos Humanos para Informática Educativa”, de autoria de Alessandra de Dutra e Cerceau. O trabalho foi desenvolvido sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Heloísa Vieira da Rocha no Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, a partir de uma metodologia de formação de professores.

Esta metodologia foi construída com base na análise das várias experiências presenciais realizadas pelos profissionais do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED), sendo que atualmente o mesmo realiza cursos a distância utilizando o ambiente *Tele-Educ*.

O ambiente possui um esquema de autenticação de acesso aos cursos. Para que professores e alunos tenham acesso ao curso é necessária uma senha e identificação pessoal que são solicitadas ao participante sempre que ele/ela tentar o acesso ao curso. Para garantia da integridade é necessário que o usuário sempre saia do navegador (*Netscape Navigator/Microsoft Internet Explorer*) ao terminar uma sessão de acesso.

Ao entrar num curso, é apresentado o conteúdo do recurso “Acontecendo”, que contém informações atualizadas, dicas ou sugestões dos professores para os alunos. Esta página funciona como um canal de comunicação direto dos professores com os alunos. Nela são colocadas informações que seriam fornecidas normalmente no início de uma aula presencial. O conteúdo de "Acontecendo" é atualizado de acordo com a dinâmica do curso.

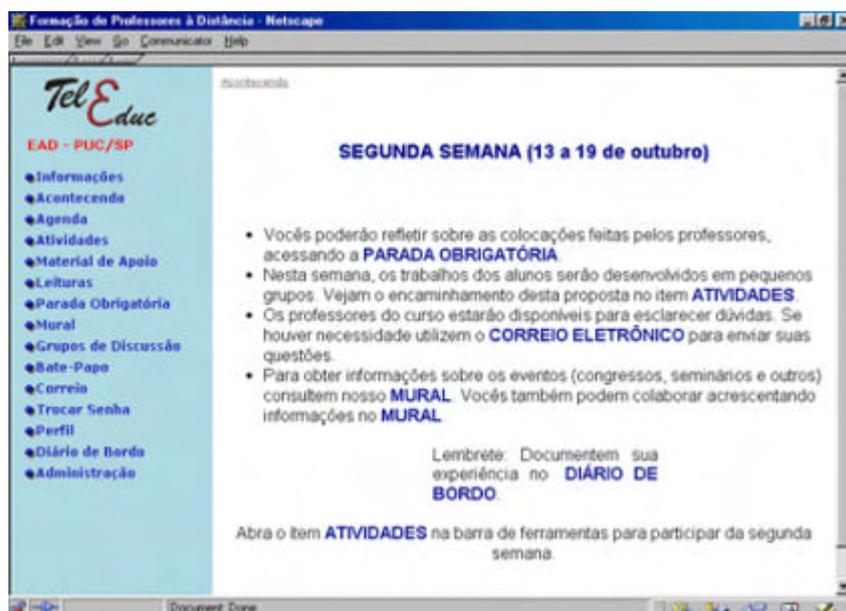


FIGURA 6.12 - Exemplo de Tela de entrada da ferramenta TeleEduc

Quanto a ferramentas de comunicação e interatividade, o ambiente oferece correio eletrônico, grupos de discussão e também uma ferramenta de *chat*. Não existe qualquer suporte para transmissão de dados multimídia, ou transmissão de áudio e vídeo. Um resumo dos principais serviços disponibilizados no ambiente é apresentado na Tabela 6.11.

TABELA 6.12 - Resumo dos principais serviços implementados no TeleEduc

Tipos de Serviços	Serviço
Comunicação	Grupos de discussão Bate-papo (<i>chat</i>) Correio eletrônico
Administrativos	Controle de acesso Acontecendo (Quadro de avisos) Agenda Mural
Avaliação	Atividades Perguntas Parada obrigatória Relatórios estatísticos (<i>Analog</i>)
Didáticos	Material de apoio Leituras
Gerais	Informações gerais Perfil de cada aluno Diário de bordo

6.2.2 Projetos de EaD no Brasil

Com a ascensão do EaD via Internet no Brasil, vários projetos começaram a surgir, sendo em sua maioria desenvolvidos em universidades, com o objetivo de promover a pesquisa na área, divulgar projetos, artigos, eventos e resultados e integrar a comunidade de EaD do país. Alguns desses projetos disponibilizam cursos completos a distância, enquanto outros possuem caráter apenas informativo, oferecendo coletânea de textos e artigos da área, relatos de especialistas ou dicas de links. Alguns dos projetos desenvolvidos no Brasil são:

- Kidlink Brasil (<http://venus.rdc.puc-rio.br/kids/kdlinkv1.0>) – Projeto que faz parte do projeto Kidlink internacional e tem o objetivo de promover a comunicação entre crianças de 10 a 15 anos de diversas partes do mundo através de mensagens eletrônicas.
- Estudio@Web (<http://www.estudioweb.com.br>) – Reúne mais de 4 mil páginas sobre educação e passou a fazer parte da *Starmedia*. Foi desenvolvido por uma equipe pedagógica do Instituto Kidlink do Brasil, e reúne informações sobre o ensino fundamental.
- Projeto LUAR – Levando a Universidade à Aprendizagem Remota (<http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/luar.htm>) – Conjunto de projetos desenvolvidos na disciplina Laboratório de Teleducação do Programa de Doutorado de Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde se estuda, projeta e testa diferentes cenários que oportunizem a interação na aprendizagem remota.

- Projeto Aprendiz (<http://www.uol.com.br/aprendiz/>) – Realizado por um grupo de jornalistas e educadores e tem caráter informativo, ou seja, possui uma coletânea de textos, relatos e artigos disponíveis para consulta.
- LED – Laboratório de Ensino a Distância (<http://www.led.ufsc.br>) – Desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina, tem atuado como estrutura de suporte para ações de educação a distância, oferecendo modelagem instrucional de cursos, definindo mídias e treinando técnicos e professores para o gerenciamento dos cursos.
- Centro do S.A.B.E.R. – Suporte à Aprendizagem Baseado em Educação Remota (<http://www.centrodesaber.com.br/>) – Central de serviços educacionais que disponibiliza material e ferramentas para educação a distância a escolas, estudantes, governos e empresas, para que os alunos estudem em casa. Oferece instrumentos de reforço a estudantes de nível médio ou superior, candidatos a concursos públicos e vestibulares.
- Escola Virtual (<http://www.escolavirtual.com.br>) – Possui a mesma estrutura de um colégio, sendo que nas salas, é possível assistir a aulas temáticas e cursos interativos, e na cantina, dicas de alimentação e receitas. No recreio, é disponibilizada uma lista de endereços para diversão. Todos os alunos podem consultar, 24h por dia, de segunda a segunda, os professores virtuais. Eles esclarecem dúvidas e ajudam a fazer os exercícios e trabalhos de casa. É voltada para alunos do ensino fundamental e médio, candidatos a concursos públicos e vestibular. Pais também estão incluídos no público do site, desde que a escola onde seus filhos estão matriculados faça parte do cadastro. Eles podem acompanhar o desempenho das crianças através da secretaria virtual.
- Escola do Futuro (<http://www.futuro.usp.br>) – A Escola do Futuro faz parte do projeto da USP, para cursos a distância. São disponibilizados dezenas de cursos, a maioria basicamente para educadores de diversos níveis.
- CliqueVestibular (<http://www.cliquevestibular.com.br>) – Projeto da UFMG, configura-se de um site voltado ao vestibular, com mais de 60 aulas a disposição dos alunos: História, Geografia, Português, Matemática, Literatura, Física, Química e Biologia. Basta escolher a matéria e o assunto. São aulas gravadas, com áudio e vídeo sincronizado com apresentações de slides, através de *Real Player* e SMIL.
- Telecurso 2000 (<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/matdidat/tc2000/tc2000.html>) – Site que disponibiliza material didático utilizado nas aulas do Telecurso 2000 em arquivos pdf.
- Campus Global – PUCRS (<http://terra.cglobal.pucrs.br/>) – Projeto que integra o “Plano de Pesquisa e Formação de Recursos Humanos” estabelecido pelo convênio entre PUCRS e IBM. O objetivo é pesquisar recursos tecnológicos para o ensino colaborativo a distância mediado por computador com vista a estruturação de uma Universidade Virtual.

6.2.3 Cursos via Internet

Para acessar cursos *on-line*, basta ter um computador em casa ou no escritório, assuntos de interesse e alguns endereços ao alcance do *mouse* para se matricular em um.

Os cursos a distância oferecidos na rede Internet aqui apresentados são inteiramente remotos. Para participar desses cursos, o aluno precisa se cadastrar e só acessa os cursos mediante uso de senha. Nem todos os cursos oferecidos na rede são gratuitos. A frequência dos alunos é controlada. A comunicação entre alunos e professores é feita por correio eletrônico, listas ou *chats*, dependendo do curso. Nem todos possuem comunicação síncrona ou “turmas de alunos”, estando sempre em andamento, sem período determinado para o início.

A avaliação é feita mediante desempenho do aluno na realização de exercícios e tarefas exigidos durante o andamento do curso e teses finais para fechamento das notas. Todos oferecem certificado de conclusão, se cumpridas as exigências do curso. São exemplos de cursos virtuais oferecidos no Brasil:

- Centro Virtual de Estudos Clássicos (<http://www.centrovirtual.org/entrada.htm>) – Oferece cursos de extensão universitária da Universidade Federal do Paraná, inteiramente virtuais via Internet, sobre civilizações grega e latina antiga.
- Curso de Inglês – *World On-line* (<http://www.cultural.org.br/wol/>) – Curso do Instituto Cultural Brasileiro Norte-Americano de Porto Alegre, indicado para nível intermediário de inglês. É pago e tem duração de 16 semanas.
- *Surfing & Learning* (<http://cogea.uol.com.br/sal/>) – Curso de inglês a distância para iniciantes. Utiliza recursos da Internet tais como páginas da *Web*, Fórum de Discussão, correspondência via correio eletrônico e *chat*.
- Cursos de Roteiros de Cinema (<http://www.conexao.net/>) – Os participantes recebem por correio eletrônico material teórico e prático semanalmente. Também possui *chat*.
- Curso de Mergulho - Mesmo quem nunca imaginou que poderia aprender a mergulhar pela Internet, no *site* da PUC-RIO encontra o curso “Mergulho Autônomo Básico”. Atestado por normas internacionais de segurança, permite conhecer a parte teórica do mergulho e, se o aluno se empolgar, poderá partir para a prática sem se sentir um leigo no assunto.

6.2.4 Bibliotecas Virtuais

As Bibliotecas Virtuais caracterizam-se pela enorme quantidade de informação que oferecem na área de EaD, classificadas e organizadas por categorias. São acervos de artigos e textos, *links*, livros e manuais, revistas e jornais, relatos, eventos, projetos, organizações, ferramentas, cursos a distância, instituições de ensino e pesquisa, teses e dissertações, tutoriais e muito mais. Possuem ainda listas de discussão, livro de visitas e salas de bate-papo. É oferecido serviço de busca, para facilitar a consulta dos usuários.

Alguns exemplos de Bibliotecas Virtuais brasileiras são:

- Biblioteca Virtual de Educação a Distância (<http://www.prossiga.br/edistancia/>) – Contém amplas informações sobre educação a distância. É possível navegar pela biblioteca através de consulta por palavra ou por tópicos. Possui ainda links como: notícias, polêmicas, chat,...
- Biblioteca Virtual de EAD (<http://www.cglobal.pucrs.br/~greptv/bibead/>) – Projeto da PUCRS. Possui os links: Conceitos de EAD, Artigos, Projetos, Universidades

Virtuais, Cursos a Distância, Listas de Discussão, Endereços Interessantes, Eventos, Livros, Revistas e Jornais, Bibliotecas Virtuais, Tutoriais, Ferramentas para EAD e Organizações.

- Biblioteca Virtual do Estudante Brasileiro (<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/index.html>) – Projeto da Escola do Futuro da USP em parceria com a AT&T Foundation. Possui: sala de leitura, com textos nacionais e estrangeiros; sala de estudos, com materiais didáticos voltado para as diversas disciplinas dos ensinos fundamental e médio; banco de imagens e sons do Brasil; e atividades interativas. Apresenta diversas ferramentas de busca.

6.2.5 Universidades Virtuais

As Universidades Virtuais são portais que oferecem cursos *on-line*, acompanhados ou não por professores. Além disso, podem ser considerados como verdadeiros *Campus* Universitários Virtuais, uma vez que possibilitam a comunicação entre os alunos através da sala de bate-papo e o convívio virtual entre alunos e professores dos cursos.

- Universidade Virtual Pública do Brasil/UniRede (<http://www.unirede.br>) – Constituída como um consórcio-rede estabelecido entre as Universidades Públicas e particulares, objetiva, através de parcerias, desenvolver cursos de graduação e pós-graduação *lato e strito sensu*, bem como quaisquer formas de treinamentos corporativos cursos de educação continuada em geral e outros.
- Universidade Virtual Urbi ad Verbum (<http://www.colegioeinstein.com.br/unvirt.htm>) – Iniciativa do Colégio Albert Einstein de Osasco. Oferece cursos gratuitos ou pagos. Possui um “Campus Virtual” constituído pelo Café Acadêmico, Sala de Aula e Biblioteca.
- UNIVIR – Universidade Virtual (<http://www.univir.br>) – Empresa de educação via Internet criada em 1995 pelo Professor Celso Niskier, reitor da UniCarioca. Oferece cursos técnicos, de extensão universitária e de pós-graduação com certificados válidos em todo o Brasil, todos emitidos por instituições de ensino reconhecidas pelo MEC. São dezenas de cursos disponíveis, com conteúdos para *download* e acesso off-line, fórum de discussão, atividades e correio eletrônico.

A partir da análise realizada, no próximo capítulo é proposto um ambiente para realização de aulas virtuais, que pode ser integrado a muitos dos sistemas apresentados e também utilizado para ministrar cursos virtuais através da *Web*.

7 Proposta do Sistema

A disponibilização de material didático na *Web* já é realidade, existindo toda ordem de cursos disponíveis, dentro de ambientes específicos para gerenciamento dos mesmos ou não. Um dos problemas detectados na maioria destes cursos/ambientes, entretanto, é a falta, de mecanismos que possibilitem comunicação síncrona entre os alunos e o professor, principalmente comunicação áudio-visual. Em todos os ambientes estudados e analisados, ou cursos a que se teve acesso, a interatividade síncrona na *Web* é realizada apenas através de informações textuais (*chat*), sendo que para uma comunicação áudio-visual síncrona, recorre-se a ferramentas e aplicativos executados fora do ambiente *Web*, como *Microsoft NetMeeting*, *CuSeeMe* ou ferramentas do *MBone*.

Mesmo reconhecendo a sua funcionalidade, propõe-se neste trabalho um ambiente para aulas virtuais multimídia, em que a comunicação áudio-visual ocorra dentro do ambiente *Web*, além de interatividade em tempo real entre os participantes e acesso a material didático. Para isso, foram estudadas e testadas diversas ferramentas de comunicação, compondo-se assim um ambiente virtual para aulas através da *Web*, que integre funcionalmente algumas destas ferramentas, disposto em duas interfaces distintas: uma do professor e outra dos alunos.

O ambiente deverá ser adaptado ainda ao sistema desenvolvido por [RIT 2000], em sua dissertação de Mestrado, onde o mesmo propõe um modelo de controle de uso do material didático e monitoramento dos alunos. Ou seja, além de permitir a comunicação entre os participantes da aula remota, torna-se importante o controle do aluno nesse processo de ensino a distância. E as medidas de controle de uso são fundamentais para um modelo de avaliação da aprendizagem neste ambiente. Dessa forma, é interessante que o professor possa, após a realização de uma aula deste tipo, ter um *feedback* da participação dos alunos na mesma.

7.1 Descrição do projeto

Esse projeto visa especificar um modelo que permita a comunicação áudio-visual entre professor e alunos na *Web*, onde o professor realiza a transmissão de áudio e vídeo para seus alunos, com interatividade entre todos através de *chat* e acesso ao material didático integrado no ambiente. Além disso, o ambiente deverá dispor de uma ferramenta de *whiteboard*, em que possam ser ilustrados conteúdos através de figuras ou desenhos, acessível a todos os alunos.

A sua adaptação ao trabalho de [RIT 2000], deve-se ao fato de que, além deste sistema implementar o controle de uso e o monitoramento de todas as atividades exercidas sobre o material didático disponível, o mesmo também especifica um modelo que utiliza os resultados advindos deste uso para montagem de base de dados. Esta base de dados, juntamente com especificações feitas pelo professor/avaliador, podem fazer parte do processo de avaliação da aprendizagem.

O modelo ora proposto baseia-se na arquitetura cliente-servidor utilizada na Internet, onde o “material didático”, a transmissão realizada pelo professor, os desenhos

no *white-board* e o gerenciamento da comunicação via *chat*, representam a figura do servidor, do tipo *Web*, enquanto os alunos representam os clientes, através de seus *browsers*.

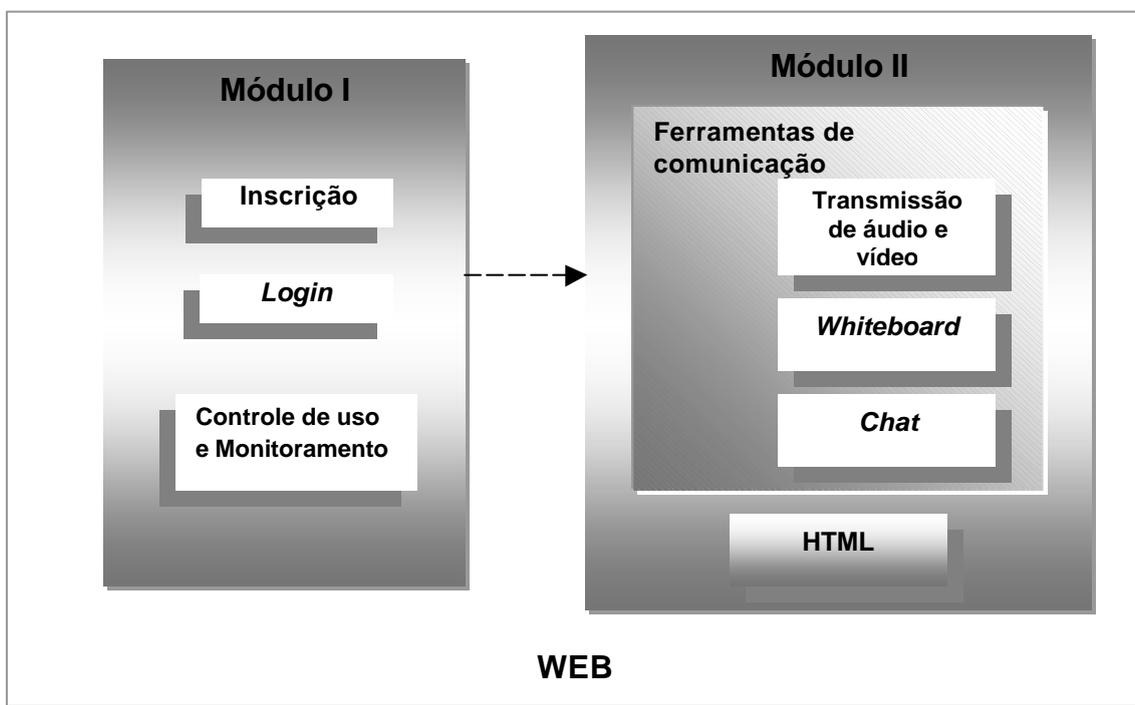


Figura 7.1: Arquitetura básica do sistema proposto

O sistema deve prever o uso de dois módulos básicos, como apresentado na Fig. 7.1. Um primeiro (Módulo I), proposto pela dissertação de [RIT 2000], responsável pelo controle/monitoramento da navegação do usuário/aluno e geração dos arquivos de *log*, onde constam todas as atividades realizadas por este aluno no material didático propriamente dito. Para que o modelo proposto possa realizar esse monitoramento e geração dos *logs*, três etapas devem ser realizadas:

- Um processo de inscrição: Os alunos/usuários que terão acesso ao material didático disponibilizado à distância, deverão, inicialmente, cadastrar-se no respectivo *site*. O mesmo deve ser realizado eletronicamente (à distância), preenchendo-se o formulário disponível na página inicial do curso. Este processo de inscrição habilita o acesso ao ambiente, após ter efetuado o *LogOn* no curso.
- O acesso inicial do aluno com sua identificação: espécie de livro ponto virtual, o correspondente ao “fazer a chamada” no ensino tradicional. Deve registrar todos os momentos de entrada do aluno/usuário no referido curso, o que aponta para o início do seu estudo.
- A navegação propriamente dita no material didático disponibilizado dentro do ambiente, o processo de monitoramento: todas as atividades realizadas pelo usuário/aluno sobre o material didático são armazenadas nos arquivos de *log*.

Um segundo módulo (Módulo II) é composto pelo ambiente de ensino proposto neste trabalho, com duas interfaces distintas: professor e alunos. Esse módulo deverá conter várias possibilidades de comunicação síncrona entre professor e alunos, além da disponibilização do material didático a ser utilizado na aula remota, e o acesso a ferramentas de comunicação assíncrona, como fórum, lista de discussão, etc. Justifica-se

o sincronismo quando professor e alunos estejam interagindo ao mesmo tempo no ambiente. Já no caso de comunicação assíncrona, não existe a necessidade de que as pessoas envolvidas estejam conectadas ao mesmo tempo para estabelecerem contato. O sincronismo é programado, pois além de disciplinar os alunos quanto a um horário, não desperdiça tempo do professor.

Assim, o ambiente deverá possuir três partes básicas integradas, sendo que em cada uma deverá ser disposta uma ferramenta de comunicação:

- A primeira parte contemplará a comunicação áudio-visual entre o professor e alunos, cuja base está na transmissão via *Web* de áudio e vídeo em tempo real. Para isso, duas tecnologias, já amplamente difundidas para transmissão de VoD na *Web*, e cada vez mais utilizadas para transmissões ao vivo, podem ser empregadas. Tratam-se das soluções da *Microsoft Media Technologies* e da *Real Networks*, cujas características são explanadas neste trabalho, nos itens 5.1.2 e 5.3, respectivamente. Sabe-se que as aulas síncronas deverão ser previamente agendadas, para que todos os alunos possam participar das mesmas. Entretanto, caso algum aluno não possa estar conectado no momento da ocorrência da aula remota, este poderá acessar ao material e aos dados transmitidos de forma assíncrona, no momento que melhor lhe convier. Essa é uma das principais vantagens na utilização destas ferramentas de transmissão áudio-visual, ou seja, a possibilidade de gravação das transmissões efetuadas, permitindo assim o acesso assíncrono às mesmas. O único inconveniente é que o aluno não poderá utilizar a ferramenta como canal de comunicação, visto que apenas receberá as transmissões efetuadas pelo professor;
- A segunda parte possibilitará a interatividade via *chat*, entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos, durante a ocorrência da aula remota. O módulo de *chat* será composto por um servidor e os clientes. O servidor ficará ativo no servidor *Web*, esperando as conexões dos clientes, enquanto que o cliente estará integrado no ambiente de ensino disponibilizado aos usuários, acessível através de qualquer *browser*. Ao efetuar o *LogOn* no ambiente, automaticamente o cliente é conectado no *chat*. O servidor do *chat* será responsável por gerenciar as mensagens trocadas, as conexões e desconexões dos clientes, assim como permitir a gravação das interações ocorridas para acesso assíncrono.
- A terceira parte disponibilizará ao professor a oportunidade de explicar aos alunos conteúdos de difícil assimilação apenas com descrição textual. Tratar-se-á de uma ferramenta de desenho (*whiteboard*), composta de um servidor e os clientes. O professor será um cliente que, conectado ao servidor, poderá desenhar figuras que auxiliem no processo de explanação sobre determinado assunto. Os demais clientes (alunos) também poderão ter acesso às ferramentas de desenho. A princípio, possuem apenas acesso à visualização das figuras desenhadas pelo professor, podendo solicitar permissão ao mesmo para desenhar também quando assim o desejarem.

Uma quarta parte que deverá estar integrada ao ambiente de ensino, consta do material didático disponibilizado pelo professor aos alunos. Esse material pode ser composto por *slides* do *Microsoft Power Point* ou do *Sun StarOffice*, páginas HTML, arquivos em formato PDF, figuras, ferramentas de comunicação assíncrona, como fórum ou lista de discussão acessíveis pela *Web*, *links* para outros *sites*, ferramentas de busca, entre tantas outras possibilidades. O material disponibilizado deve ser acessado

pelos alunos de acordo com a vontade e ritmo de cada um, sem sincronização com o ambiente do professor, sendo este acesso monitorado pelo módulo I, do trabalho de [RIT 2000], descrito anteriormente.

No caso de acesso assíncrono ao ambiente, é necessário que a aula ao vivo seja gravada no servidor de VOD, ao mesmo tempo em que é transmitida, para permitir que após esse material possa ser editado e disponibilizado sob demanda aos alunos. Além disso, pode-se programar o material didático de forma sincronizada ao arquivo da transmissão efetuada pelo professor. A sincronização é efetuada através de SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language*), uma linguagem específica para sincronização de dados multimídia na *Web* [JUS 2000]. O material pode ser editado em um editor SMIL, como no ambiente disponibilizado pela *Real Networks*, e assim, disponibilizar-se-á aos alunos a apresentação do material didático sincronizada com a transmissão de áudio e vídeo do *Real Player*.

O esquema a seguir (fig. 7.2) demonstra as interações ocorridas entre o professor, os servidores envolvidos, os alunos e destes com o ambiente.

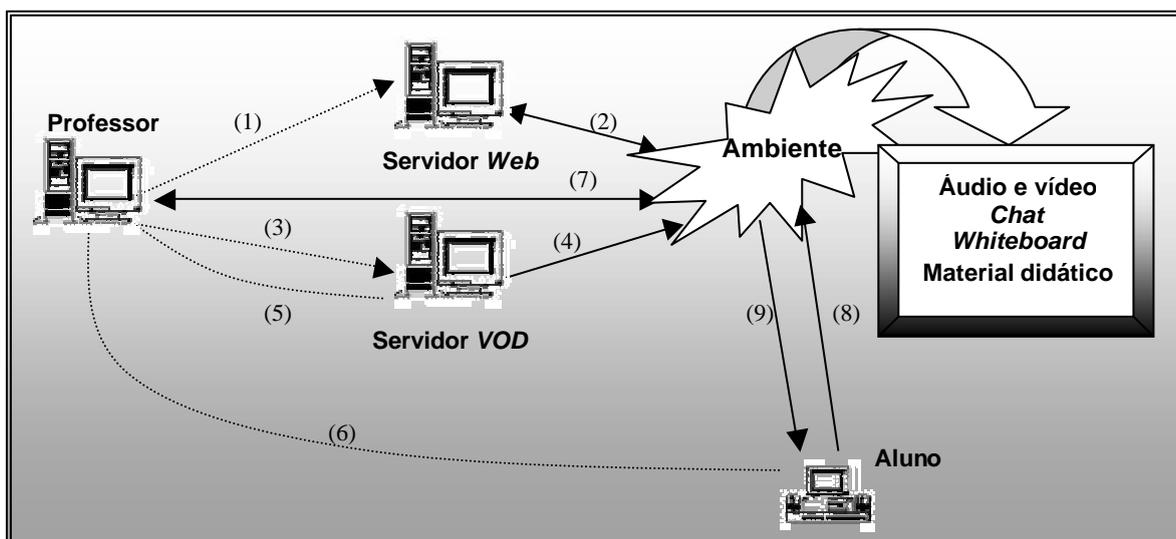


FIGURA 7.2 – Esquema das interações ocorridas em uma aula virtual no EMUVICS

- *Professor*: deve referenciar o material didático (1), ou seja, os conteúdos da aula remota a serem monitorados e disponibilizados no ambiente a partir de um servidor *Web* (2) e o arquivo que conterá a transmissão de áudio e vídeo (3). Isso poderá ser feito através de um *template*, que gere automaticamente a página do material didático e também da transmissão, para evitar que o professor tenha de editar o código HTML. O Servidor de VOD atualizará automaticamente o ambiente (4). Durante a aula remota, o professor é responsável por gerenciar e controlar a transmissão de áudio e vídeo, controlando também o seu armazenamento para acesso assíncrono (5). As interações via *chat* (6) entre o professor e os alunos serão controladas e armazenadas pelo Servidor *Web*, sendo que o mesmo gerencia ainda o acesso ao *whiteboard*. O professor interage com o ambiente (7), pois é nele que estão integradas todas as funcionalidades de interatividade e transmissão multimídia.
- *Aluno*: os alunos terão acesso ao ambiente através de um endereço HTTP (8), sendo que após sua autenticação, recebem as informações de áudio e vídeo geradas e

transmitidas ou armazenadas (9). Realizam as interações entre si e com o professor pelo *chat* e *whiteboard* (em tempo real) (6) ou fórum de discussão, tendo acesso ainda ao material didático referente aos tópicos abordados naquela aula integrado ao ambiente, armazenadas no servidor *Web* pelo professor e com navegação monitorada (fig. 7.1).

No trabalho de [RIT 2000] encontra-se ainda um módulo que gera uma base de dados com todas as informações geradas a partir do controle de navegação e os arquivos de *log* gerados. Neste módulo, é estabelecido um conjunto de especificações a respeito do material didático, compondo-se em critérios que farão parte do processo de avaliação da aprendizagem. Definem-se os critérios importantes para o curso proposto, especificando para estes um conjunto de valores e/ou índices respectivos. Baseados nestes critérios, são realizados filtros e relatórios estatísticos e gráficos sobre esta base de dados, de acordo com especificações estabelecidas, para que se possa, assim, gerar notas/ graus para os alunos em cada um destes critérios, e ainda, possa ser identificado um perfil para este aluno ou turma. Não é escopo deste trabalho discutir os critérios de avaliação que possam ser levados em consideração no processo de ensino/aprendizagem a distância, sendo que maiores detalhes neste sentido podem ser encontrados nos trabalhos de [RIT 2000] e [HAC 2000].

Portanto, além da comunicação áudio-visual onde o professor transmite áudio e vídeo praticamente em tempo real para os alunos, o ambiente também deverá possuir controle de acesso, complementado pela interatividade por *chat*, uma ferramenta de desenho (*whiteboard*), e a disponibilização de material didático, com monitoramento do uso deste material, possibilitando assim a realização de aula remotas.

7.2 Público envolvido

Em geral, a diversidade de pessoas envolvidas com projetos de ensino a distância não varia muito. Este modelo de ensino a distância baseia-se em:

- Um usuário/professor responsável pelo curso, pela supervisão/coordenação da geração do material didático apropriado e das transmissões de áudio e vídeo, pela definição da estratégia de ensino, e pela inferência direta no processo de avaliação, estabelecendo os critérios que irão compô-lo. É o professor quem utilizará o ambiente para ministrar as aulas remotas, interagindo com os alunos via *chat* e *whiteboard*.
- Os usuários/alunos que irão acessar o ambiente, receber as transmissões de forma síncrona (no caso de transmissões em tempo real) ou assíncrona (recuperação de material didático e transmissões efetuadas anteriormente), navegar pelo material didático, interagir entre si e com o professor, sendo o público alvo do processo.
- Pessoas com qualificação técnica em Comunicação Visual, tratamento de imagens, transmissão de áudio e vídeo na *Web*, e em ferramentas de desenvolvimento para geração de documentos de ambientes *Web*. Não é essencial, mas uma vez que várias funções do professor são passadas para o material didático nesta metodologia de ensino, é importante investir na qualidade deste material.

- Um avaliador pode ser utilizado, separadamente das funções atribuídas ao professor. Seu trabalho será avaliar a partir de perfis estabelecidos para os alunos mediante o uso do módulo II do protótipo de [RIT 2000].

As características do ensino a distância permitem que diferentes tipos de usuários/alunos possam participar simultaneamente da aula. Alunos com estereótipos completamente diferentes: uns iniciantes e outros mais experientes, uns de dentro da instituição de estudo ou de fora, uma vez que o ambiente está disponível na *Web*, sendo acessível aos mesmos de qualquer *browser*.

No entanto, o ambiente também poderá ter o seu acesso restrito a um público específico, bastando para isso a utilização de funcionalidades que possibilitem limitar o acesso, de determinados usuários ou em determinados horários, como as oferecidas pelo próprio servidor *Web*, ou ainda outros encontrados no trabalho de [RIT 2000] e [FIO 2000].

7.3 Modelo conceitual

De acordo com o trabalho de [RIT 2000], utilizar uma especificação estruturada para a modelagem dos Módulos do modelo proposto vem facilitar uma melhor compreensão de seu funcionamento, uma vez que esta metodologia de análise possui importantes qualidades [PAG 88] [MAR 89]: gráfica, concisa, particionada e não redundante. A notação utilizada é DFD (Diagrama de Fluxos de Dados).

Desta forma, há necessidade de se criar um modelo que possa satisfazer a todos os requisitos propostos, com alto grau de flexibilidade, coesão entre seus módulos, confiável, de integridade alta, de fácil usabilidade, suscetível a qualquer tipo de teste, o máximo de portabilidade (para qualquer ambiente), de simples manutenção e seguro [RIT 2000].

7.3.1 Especificação do módulo I

No módulo I, os processos executados resumem-se basicamente em:

- Inscrição do usuário/aluno no curso à distância.
- Acesso inicial (*LogOn*) no ambiente de ensino proposto, após estabelecida a referida autenticação.
- Solicitação da página principal do ambiente de ensino ao Servidor *Web*, pelo *browser* do usuário/aluno, o que estabelece a navegação sobre o material didático disponibilizado, gerando o respectivo monitoramento.

O usuário/aluno (através de seu *browser*) é o principal agente externo no sistema, existindo outros que não fazem parte diretamente nesta etapa, simbolizados pelo professor/avaliador.

Assim como no sistema especificado por [RIT 2000], as interações dos usuários/alunos continuam sendo sempre *on-line* com o sistema, pois há a necessidade do monitoramento constante. A modificação de escopo deste trabalho em relação ao de

[RIT 2000] ocorre que, no ambiente ora proposto, o material didático encontrar-se-á integrado em um ambiente de comunicação/transmissão multimídia, especificado no Módulo II. Desta maneira, é necessário que os alunos estejam *on-line* também para participar das interações ocorridas durante a aula remota e receberem a transmissão de áudio e vídeo do professor, de forma síncrona ou assíncrona.

A interação do professor será de caráter mista, pois neste módulo ela será *on-line* apenas para captura dos arquivos de *log* do servidor *Web*, que serão utilizadas no sistema integrante do módulo de geração da base de dados das interações ocorridas (que pode ser realizado utilizando-se o sistema especificado para este propósito em RIT 99).

Neste módulo, o processo de interação será baseado nas relações entre: o servidor *Web* (disponibiliza o ambiente, onde está inserido o material didático, especificado no Módulo II), entre as aplicações *Java* (desenvolvidas para auxiliar no gerenciamento do fluxo de dados e gerar os registros das atividades exercidas sobre o material), e entre os clientes que dão início à execução do processo (uma vez que tenha sido iniciada no servidor *Web* a *applet* denominada *ServerApp*, que aguarda as conexões/solicitações dos usuários/alunos através de seu *LogOn* no ambiente).

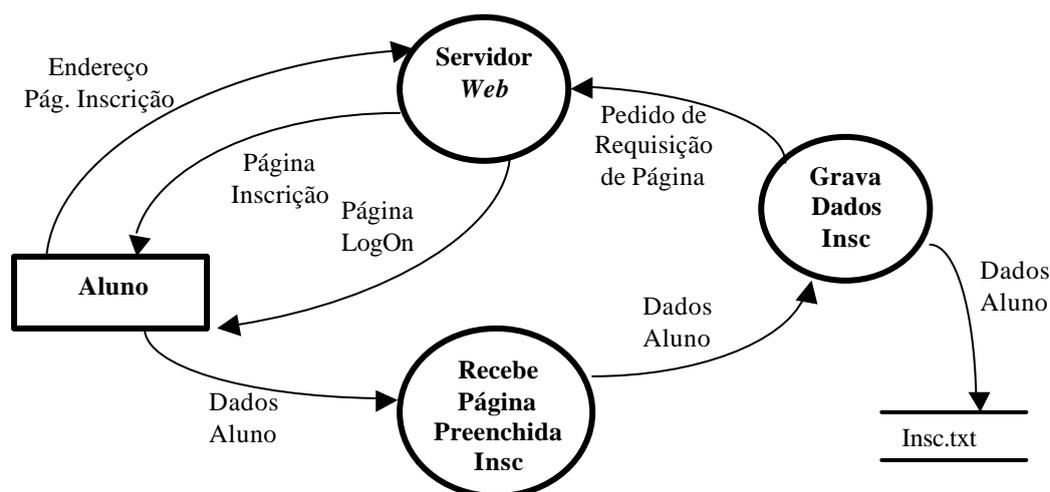


FIGURA 7.3 – Diagrama de Inscrição (Módulo I) [RIT 2000]

A inscrição (fig. 7.3), é executada de acordo com o especificado no trabalho de [RIT 2000]. Resumidamente, essa inscrição é realizada a partir de um único processo, que consiste na chamada da respectiva URL da página de inscrição, que retorna uma página HTML juntamente com a execução da *applet* de inscrição (solicitação das informações cadastrais). Qualquer informação pode ser solicitada na inscrição. A sua definição fica a critério do professor, e/ou autor do material didático e/ou, ainda, do avaliador. Na proposta de [RIT 2000] e adotada neste trabalho, é solicitado o nome completo, um nome de usuário (*username*), uma senha para acesso/identificação única, a data de nascimento, cidade de residência e endereço eletrônico.

O *LogOn* no ambiente de ensino pode ser executado a partir de dois diferentes processos. O primeiro consiste na chamada à URL da respectiva página de autenticação, o que retorna uma página HTML com dois *frames*: no primeiro e no menor, é executada

a *applet* de autenticação (solicitação das informações de cadastro, nome de usuário – *username*, e senha – *password*); e no segundo e maior *frame*, é carregada uma página com informações específicas do ambiente de ensino, ou características relevantes que o usuário/aluno precisa ter para acompanhar todo o processo a distância da aula remota [RIT 2000].

A entrada no ambiente e a navegação sobre o material didático somente será realizada se o usuário/aluno estiver cadastrado no sistema. O servidor *Web* somente enviará a página para o *browser* de um cliente se o mesmo estiver validado sua entrada no sistema, sendo que isso é garantido pela *applet browse*, que faz essa validação. A seguir (fig. 7.4) pode-se verificar o diagrama do processo de *LogOn* e monitoramento da navegação dos alunos.

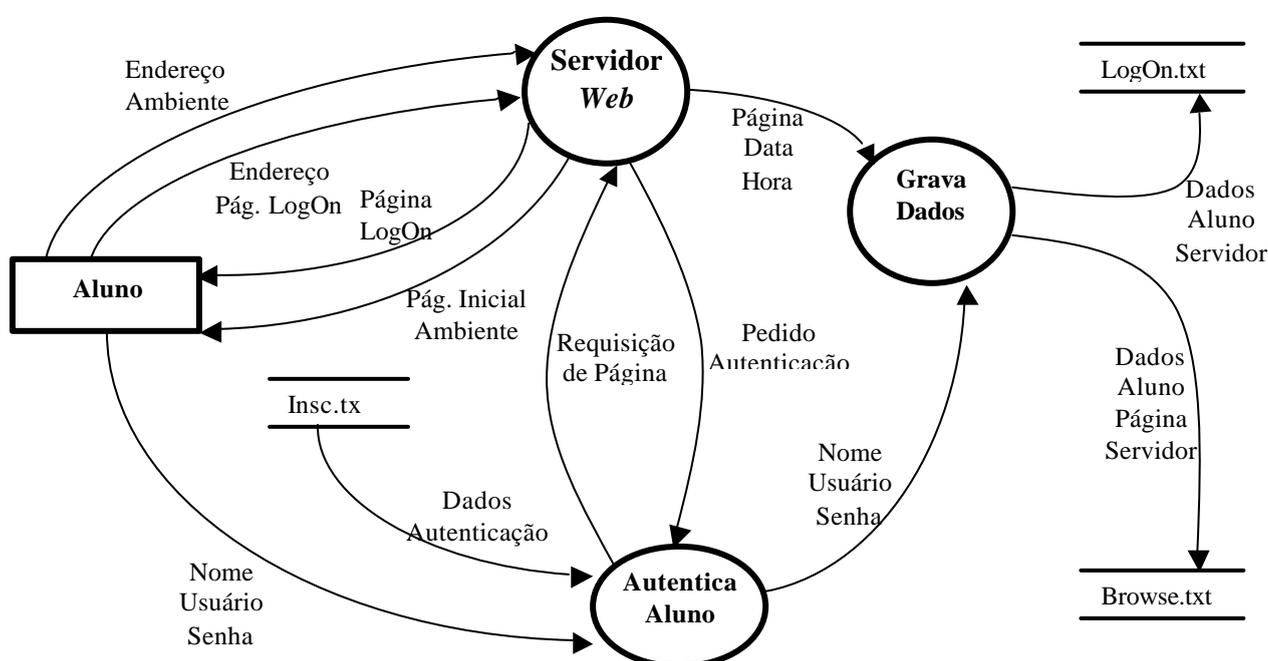


FIGURA 7.4 – Diagrama de *LogOn* (acesso virtual) e monitoramento (Módulo I) [RIT 2000]

A primeira entrada feita no arquivo de *log browse.txt* é decorrente do acesso virtual (*LogOn*) ao ambiente de ensino. A partir daí, para todas as páginas que se optou monitorar, que neste caso são as páginas do material didático, são registrados os acessos dos clientes para o arquivo de *log*. Captura-se do cliente (usuário/aluno) seu nome de usuário e nome da página solicitada, e do servidor *Web* é extraído a data e hora do sistema, no momento da requisição.

A maior parte do trabalho executado sobre o módulo I centraliza-se neste controle e monitoramento sobre o material didático, que serve de fundamento ao módulo de geração e análise de uma base de dados para avaliação, cujo escopo não é objetivo deste trabalho.

7.4 Especificação do módulo II

Neste módulo são especificadas as ferramentas de comunicação utilizadas no ambiente de ensino. Basicamente, são definidas duas interfaces distintas: a do professor e a dos alunos, sendo que muda apenas a forma de interação com o ambiente, composto da mesma forma nas duas interfaces.

Primeiramente, o professor deve gerar o áudio e vídeo a serem transmitidos ou armazenados para acesso assíncrono, utilizando o *Encoder* de uma das duas tecnologias escolhidas para este fim (*Real Networks* ou *Microsoft Media Technologies*). Para iniciar a transmissão, o processo é relativamente simples, bastando que o mesmo execute o aplicativo e utilize os recursos de *Wizards* disponíveis.

A ferramenta *Server* destes aplicativos pode estar instalada em qualquer outra máquina da Internet com Sistema Operacional *Windows NT Server 4.0*, *Microsoft Windows 2000* ou ainda *Linux*, e sua configuração pode ainda ser executada remotamente via *browser*. A ferramenta *Server* precisa estar rodando no Servidor durante todo o tempo, pois é ela a responsável por monitorar as conexões à transmissão da ferramenta *Encoder* (em tempo real) e também dos arquivos que possam estar sendo acessados de modo assíncrono.

O mais interessante neste processo é que o *Server* pode realizar as transmissões também na forma de *multicast*. Para isso, é necessário que sejam estabelecidos túneis *multicast* entre os envolvidos na aula remota, cuja configuração pode ser encontrada em [FIS 98]. A seguir (fig. 7.5), pode-se analisar a diferença entre as duas formas de transmissão a partir do *Server*. No caso do *unicast* (1), são enviadas tantas transmissões quanto requisitadas. Já no caso de uma transmissão *multicast* (2), o *Server* envia apenas uma vez o áudio e o vídeo sincronizados, sendo que os roteadores (*mrouter*s) são responsáveis pela sua distribuição.

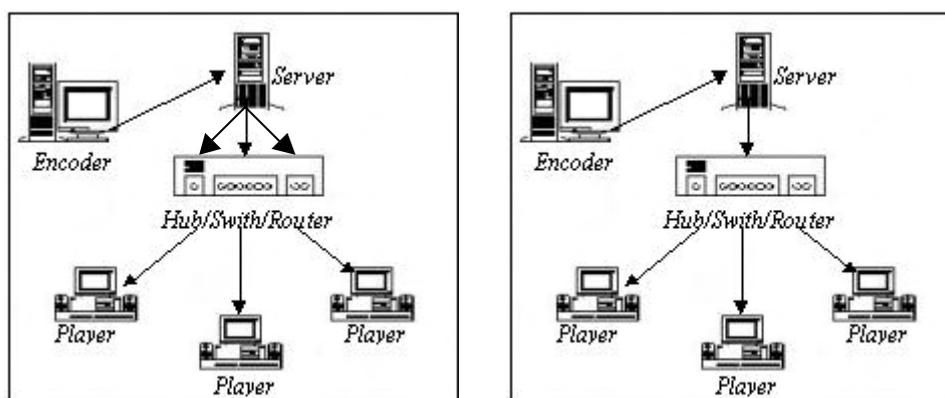


FIGURA 7.5 – Esquema das transmissões utilizando *unicast* (1) e *multicast* (2)

No ambiente será disponibilizada uma ferramenta de *whiteboard* que permita desenhar e apresentar telas ou figuras capturadas pela tecla *PrintScreen* e armazenadas no *clipboard* do *Microsoft Windows*. Estes desenhos/figuras serão transmitidos para o Servidor, onde deverá haver uma *applet server* do *whiteboard* executando, sendo esta *applet* responsável por enviar a todos os clientes conectados as figuras desenhadas. O professor terá prioridade na utilização da ferramenta, sendo que no momento que os alunos desejarem desenhar, deverão solicitar permissão ao professor. Justifica-se essa

abordagem devido à necessidade de centralização do controle da ferramenta, para impedir que a mesma seja utilizada de forma indevida pelos alunos durante a aula remota.

Outra possibilidade que esta ferramenta deverá oferecer consta da possibilidade de gravação das figuras/desenhos criados durante a aula. Os arquivos gerados deverão ser armazenados no servidor, para que possam ser disponibilizados posteriormente, caso isso seja necessário.

A seguir (fig. 7.6), são apresentadas as interações ocorridas dos respectivos clientes com o servidor *whiteboard*.

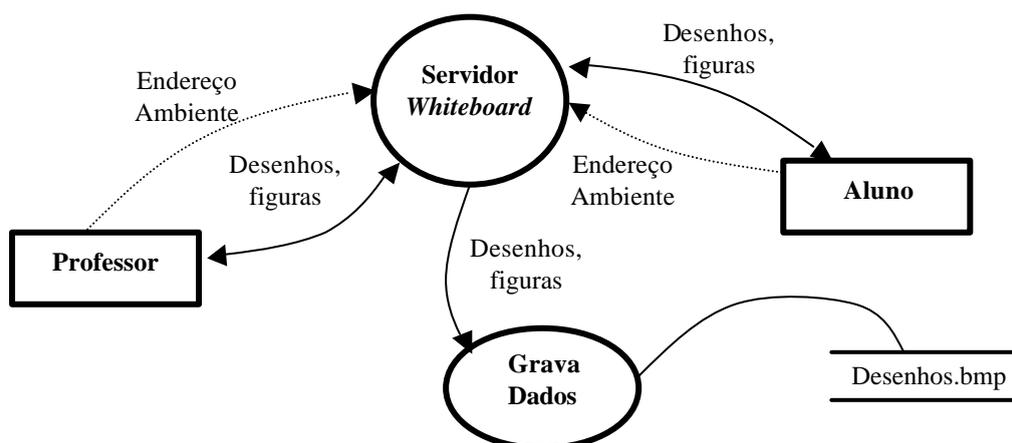


FIGURA 7.6 – Diagrama de *Whiteboard* (Módulo II)

O material didático disponibilizado na interface do professor, é o mesmo dos alunos e, a princípio, não necessita monitoração de seu uso. Talvez seja interessante monitorar essa navegação para compará-la com a navegação dos alunos (navegação que a aula seguiu coordenada pelo professor X navegação realizada pelos alunos). Isso é totalmente opcional, sendo válido no caso de se fazer uma análise destes dados numa posterior avaliação dos alunos, características essas abordadas na dissertação de [RIT 2000].

A ferramenta de *chat* será responsável pelas interações síncronas entre professor e alunos e entre os próprios alunos, sendo que a interface da ferramenta para o professor e os alunos é a mesma. As interações deverão ser transmitidas para o Servidor, onde a *applet server* do *chat* deve estar executando, sendo esta *applet* responsável por enviar a todos os clientes conectados (alunos/usuários) as interações ocorridas (mensagens enviadas), informar que usuário as enviou e também por monitorar a desconexão da ferramenta.

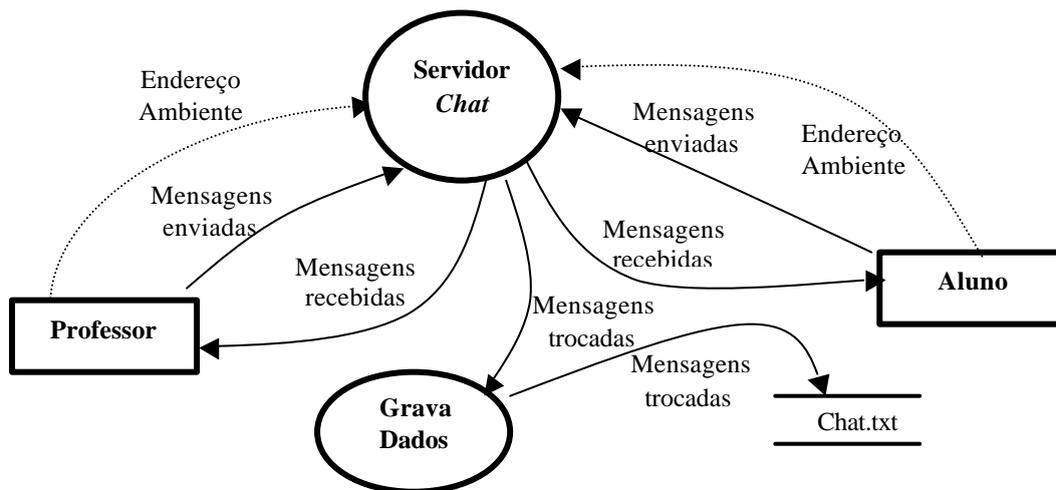


FIGURA 7.7 – Diagrama de *Chat* (Módulo II)

Assim como no *whiteboard*, a ferramenta de *chat* também deverá possibilitar a gravação das interações realizadas. Os arquivos gerados deverão ser armazenados no servidor, para que possam ser disponibilizados posteriormente, quando os alunos desejarem acessar a aula de forma assíncrona. Esse material também é útil para que o professor possa analisar as dúvidas mais freqüentes e atualizar o material didático a partir disso, ou ainda elaborar FAQs, etc.

O professor é responsável ainda por gerar o ambiente em si, ou seja, o ambiente a ser acessado pelos alunos. Para isso, este poderá contar com um *template*, onde referencia os arquivos que deseja utilizar (arquivo HTML do material didático e arquivo HTML da transmissão de áudio e vídeo), e assim o ambiente poderá ser gerado automaticamente. O ambiente poderá contar também com uma agenda, que contenha *links* para os ambientes relativos às aulas já realizadas ou que irão ocorrer. Assim, aulas passadas podem ser acessadas de forma assíncrona, sendo que no caso destas, estão referenciados os arquivos de transmissão de áudio e vídeo e interação via *chat* gerados naquela aula e armazenados no servidor.

O ambiente da aula remota, propriamente dito, precisa ser disponibilizado em uma máquina com *Servidor Web* instalado. Na página de interface dos alunos, o professor apenas precisa referenciar o arquivo que contém a transmissão da aula e também o material didático a ser disponibilizado, sendo que em cada página HTML deste material deverá haver referência à *applet Java* responsável pela monitoração de uso do mesmo.

A partir do projeto do ambiente, partiu-se para a implementação do mesmo. Foi desenvolvido um protótipo, com algumas funcionalidades em *Java* e que contemplam alguns dos requisitos projetados para o sistema. O protótipo desenvolvido é apresentado no próximo capítulo.

8 Desenvolvimento do Protótipo

O protótipo desenvolvido consta de um ambiente virtual multimídia de ensino baseado na *Web*, com transmissão ao vivo e interatividade, denominado EMUVICS (*Environment for MULTimedia Virtual ClasseS*). O EMUVICS possibilita a realização de aulas remotas, com transmissão de áudio e vídeo ao vivo, interatividade via *chat*, acesso a material didático e também a ferramenta de desenho, integrando todas estas funcionalidades em um ambiente acessado pela *Web*.

O ambiente foi ainda adaptado ao sistema de [RIT 2000], e as principais ferramentas de comunicação (*chat* e *whiteboard*) foram desenvolvidas na linguagem *Java*. Para a implementação, contou-se com o auxílio de Julino Moraes Godinho, aluno bolsista de Iniciação Científica do Projeto Metropoa. As duas máquinas utilizadas, tanto para implementação, quanto para implantação do Sistema, foram máquinas especialmente configuradas para videoconferência, geração e transmissão de áudio e vídeo na Internet, com a seguinte configuração: Pentium III 550MHz, com 64MB RAM, Sistema Operacional Windows 98 e Windows NT Server 4.0, respectivamente. Os detalhes do desenvolvimento do protótipo são descritos a seguir.

8.1 Módulo I [RIT 2000]

Para o desenvolvimento de todo o módulo I, foi utilizada a linguagem *Java*. Existe, basicamente, uma *applet* cliente responsável por estabelecer a comunicação com o servidor, passando-lhe todas as informações requeridas e necessárias à geração do arquivo de *log* – *ClientApp*; e uma *applet* de servidor que aguarda a solicitação de comunicação – *ServerApp* e *IncThread*, estabelecendo-a quando solicitada e devidamente autenticada, gerando novas entradas nos respectivos arquivos de *log* – *LogOn*, *Inscrição*, *Browse* – para o acesso inicial, a inscrição no curso e o monitoramento dos acessos.

É utilizado um pequeno *frame* na parte superior da página de autenticação, onde é feita a solicitação de informações ao aluno para sua autenticação. Estas variáveis de ambiente ativas são passadas ao servidor para a geração dos *logs*, através da *applet* cliente específica.

No servidor, a *applet ServerApp* deve ter sido inicializada para que possa haver qualquer tipo de comunicação com o mesmo. Sendo assim, para que possa haver o monitoramento a qualquer hora do material, esta *applet* deve ser executada durante 24 horas por dia, todos os dias da semana. Uma vez iniciada, fica aguardando a comunicação (solicitações de clientes), através da URL inicial do curso.

8.1.1 Processo de inscrição

Através de um *browser*, a página HTML referente à inscrição no curso é requerida ao servidor *Web*, sendo que a página principal do EMUVICS encontra-se no endereço <http://mir.inf.ufrgs.br/EMUVICS/index.html>. A página é carregada no cliente juntamente com a *applet Java*, denominada *Inscrição.class*. Essa *applet* refere-se ao formulário de inscrição propriamente dito, a ser preenchido pelo usuário, futuro

aluno (fig. 8.2). Qualquer página HTML poderá ser utilizada, juntamente com a *applet*, para inscrição em um curso ou treinamento à distância, e para isso, basta adicionar ao arquivo fonte HTML o código de chamada da *applet* (fig. 8.1).

```
<APPLET code="Inscrição.class" WIDTH=370 HEIGHT=350></APPLET>
```

FIGURA 8.1 – Código a ser inserido no *frame* responsável pela inscrição

Nome

Usuário Senha

Data de Nascimento Cidade

Endereço Eletrônico

UF Sexo

FIGURA 8.2 – Interface do formulário de inscrição do aluno/usuário

Ao serem preenchidas as informações requeridas e submetidas ao servidor através do botão ENVIAR, estas serão incluídas num arquivo de cadastro denominado `insc.txt`. Este arquivo é utilizado para realizar a validação do usuário no momento de seu acesso às aulas, conforme trata o item 7.3.1 deste trabalho.

O número de usuário/alunos pode ser limitado ou não, de acordo com os objetivos propostos para o ambiente ou necessidades inerentes ao mesmo. Tanto o arquivo de cadastro gerado, como o código *Java* da *applet*, não faz qualquer tipo de restrição ao número de usuários cadastrados. Se esta limitação for necessária, deverá ser realizada alteração no código *Java*, exatamente no momento da criação da entrada da informação no arquivo. Assim como já mencionado, também pode-se realizar restrições de acesso ao curso/aula remota, mas estas devem ser externas ao sistema.

Ao acessar a aula escolhida, ele já se encontra apto a iniciar seus estudos através do respectivo material didático a distância. Antes, no entanto, ele deverá efetuar sua autenticação no sistema, para que possa acessar as aulas remotas.

8.1.2 Acesso ao material didático (livro ponto virtual)

Após a realização do cadastro/inscrição, e o mesmo sendo realizado sem problemas, o aluno poderá então acessar entrar no EMUVICS. Porém, antes de fazê-lo, ele deve inicialmente realizar um primeiro *LogOn* no curso, para que o sistema possa estabelecer uma comunicação (*thread*) entre o cliente e o servidor, realizando, assim, o monitoramento de sua navegação.

No momento em que o navegador do usuário solicitar a página inicial do EMUVICS (<http://mir.inf.ufrgs.br/EMUVICS/index.html>) ao servidor, ela é apresentada em uma tela com dois *frames*, sendo a tela de *LoGon* apresentada na Figura 8.3.

FIGURA 8.3 – Tela de entrada do usuário no sistema

No primeiro *frame* é requerida a identificação do usuário através de seu nome e senha. Quando esta informação é submetida ao servidor, este realiza um processo de autenticação para este usuário, verificando sua existência no arquivo de cadastro (*insc.txt*), sendo que o retorno desta validação acontece já no segundo *frame* maior. Duas poderão ser as respostas do servidor: inscrição aceita ou não. Em caso positivo, haverá o retorno do respectivo ambiente da aula remota, iniciando assim o processo de monitoramento (ver item 7.3.1) como mostra a figura 7.3. Além disto, é gerada uma nova entrada no arquivo de log denominado *LogOn.txt*, com informações referentes ao nome deste, usuário, data e hora do *LogOn*

Já em caso negativo, retornará para o usuário uma página informando a negação da validação devido a possibilidade de ocorrência de algum erro na digitação dos dados, ou a falta de inscrição prévia do usuário, ou ainda, ao Módulo servidor não estar ativo no momento do *LogOn*. Por fim, são apresentados os *links* de direcionamento para a página de inscrição e contato para dúvidas e sugestões com os responsáveis pela respectiva aula remota.

8.1.3 Monitoramento

Todo o processo de navegação sobre o *site* é monitorado pelo sistema. Isto é possível devido a comunicação estabelecida entre o servidor e o cliente (*thread*), já citadas anteriormente. Todas as informações monitoradas são armazenadas no arquivo de *log* denominado *browse.txt*. Qualquer página HTML pode ser monitorada, bastando que para isso seja adicionado ao arquivo fonte HTML o código de chamada da *applet* (fig. 8.4).

```
<APPLET code="Browse.class" WIDTH=10 HEIGHT=10></APPLET>
```

FIGURA 8.4 – Código a ser inserido nas páginas a serem monitoradas

8.2 Módulo II

Neste módulo, foi utilizada a linguagem *Java* para desenvolvimento das ferramentas de comunicação via *chat* e *whiteboard*. No momento que o aluno acessa o EMUVICS, recebe as *applets* cliente destas duas ferramentas, que são responsáveis por estabelecer a comunicação com seus servidores e atualizar a interface, de acordo com as mensagens de atualização recebidas destes servidores.

8.2.1 Ferramenta de Chat

No caso do *chat*, a *applet ServerChat* deve ter sido iniciada no servidor para que possa haver qualquer tipo de comunicação com a mesma. Sendo assim, para que possa haver interatividade a qualquer hora, assim como a *applet* de monitoramento, esta *applet* deve ser executada durante 24 horas por dia, todos os dias da semana. Uma vez iniciada, ela fica aguardando a comunicação (solicitações de clientes), através da URL no qual está inserida (o EMUVICS, neste caso).

A Figura 8.5 apresenta o relacionamento entre as classes que compõem a ferramenta de *chat* do EMUVIC.

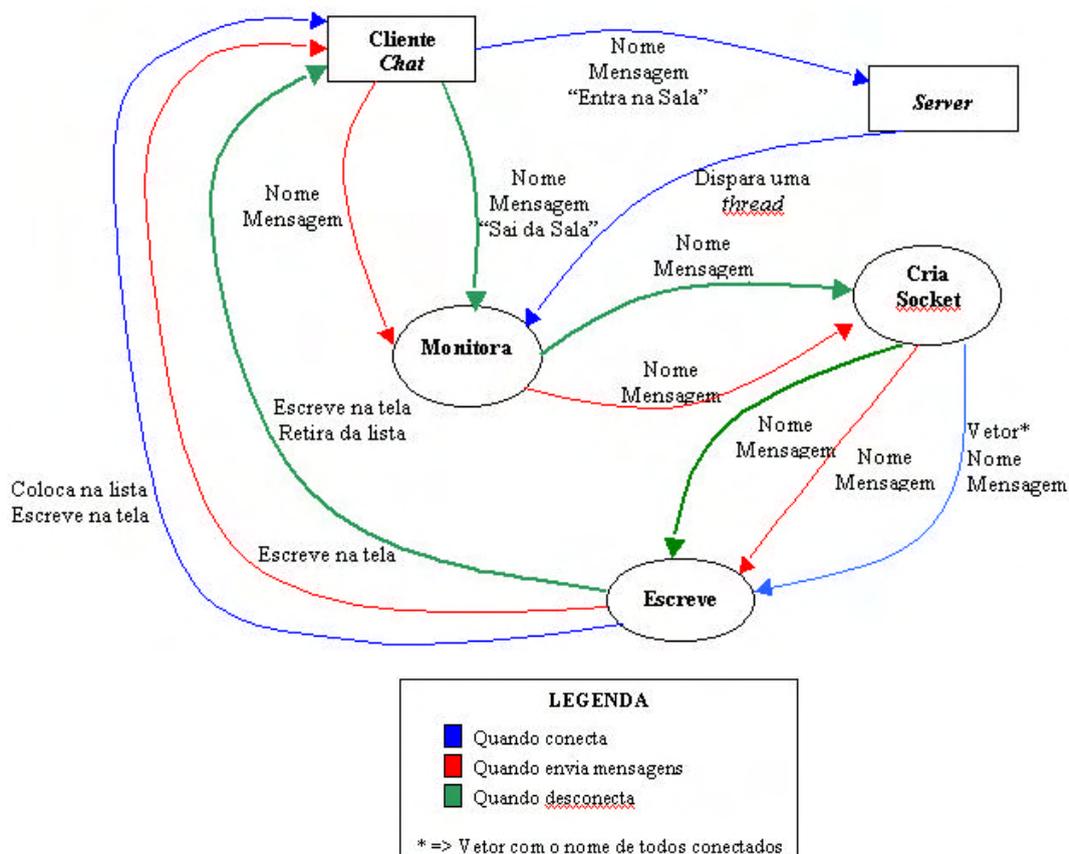


FIGURA 8.5 – Funcionamento básico da ferramenta chat

- **Cliente Chat:** Implementa a interface do cliente, de onde partem todas as chamadas de conexão e mensagens enviadas.

- **Server:** Fica em *loop* aguardando conexões dos clientes e para cada cliente é disparada uma *thread* da classe “Cria Socket”. Também é criado um objeto da classe *monitora*. (Um só e não um a cada cliente novo).
- **Cria socket:** Classe chamada pelo *server* que tem o controle sobre todas as conexões em andamento e que manda mensagens para todos os clientes.
- **Monitora:** Fica em *loop* recebendo mensagens e passa para a classe “Cria Socket” repassar a todos os clientes.
- **Escreve:** *Thread* que roda na máquina do cliente e fica em *loop* recebendo mensagens e escrevendo na tela do cliente.

A Figura 8.6 apresenta a interface da ferramenta. Na parte superior encontra-se um campo editável, onde o aluno ou professor digitam suas mensagens. No momento em que o aluno acessa o EMUVICS, automaticamente é conectado no *chat* através do *login* efetuado quando o mesmo realiza a autenticação no sistema. O *username* é armazenado em uma variável, que é então utilizada no *chat*, mostrando na área principal do *chat* (*textarea*), ou área de mensagens, o nome do usuário e a mensagem “Entra na Sala”. Ao lado da área de texto, fica a lista dos usuários conectados naquele momento na aula.

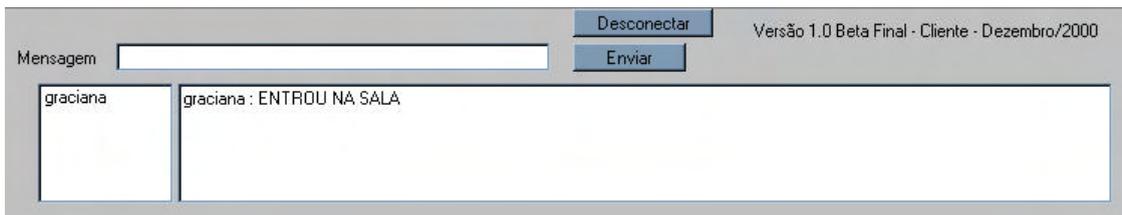


FIGURA 8.6 – Interface da ferramenta chat

O *chat* possui dois botões: “Desconecta” e “Envia”. O botão desconecta ativa a classe *Monitora*, que, como o próprio nome e diz, monitora as interações ocorridas no *chat*. Caso o usuário esteja desconectado, é então “escrito” na área de mensagens o nome do usuário e a mensagem “Sai da Sala”, sendo que automaticamente o nome do usuário é retirado da lista de usuários conectados. Caso o usuário escreva uma mensagem, este “clica” no botão “Envia”, que então ativa também a classe *Monitora*, que gerencia o envio da mensagem para a tela, onde aparece sempre *username*: (dois pontos) e a mensagem enviada. O botão “Enviar” também é ativado pela tecla “Enter”.

No protótipo não foi implementada a opção de Salvar as mensagens trocadas durante a aula. Para que isto ocorra, existem duas formas para sua implementação. Uma seria a inclusão de um botão que permita aos alunos e ao próprio professor armazenar localmente (em suas máquinas) as interações ocorridas durante uma aula remota. Outra forma seria a configuração do servidor do *chat* para que armazene as interações de cada aula de forma centralizada, permitindo que o professor tenha acesso as mesmas, para disponibilização posterior, e também para análise de perguntas/dúvidas frequentes, avaliação de quem participou de forma ativa, etc. E as duas opções poderiam ser utilizadas conjuntamente, sem problema algum.

8.2.2 Ferramenta de *whiteboard*

A ferramenta de *whiteboard* foi implementada separadamente do *chat*. A princípio, as duas ferramentas utilizavam um mesmo servidor para atualização de seus clientes, mas experiências práticas com vários usuários conectados, demonstraram que o servidor ficava sobrecarregado atendendo às mensagens de *chat*, e assim, não conseguia atender às atualizações do *whiteboard*. Por este motivo, optou-se pela utilização de *applets servers* separadas para as duas ferramentas.

Assim como no caso do *chat*, existe uma *applet server* denominada *Paint* que deve ter sido iniciada no servidor para que a mesma possa monitorar as atualizações dos clientes, também tendo de ser executada todos os dias, 24 horas por dia. Uma vez iniciada, ela fica aguardando a comunicação (solicitações de clientes), através da URL no qual está inserida (o EMUVICS, neste caso).

No momento que o professor se conecta no EMUVICS, automaticamente ele recebe o cliente *Paint* que lhe possibilita desenhar. Os demais clientes irão receber em seus *browsers* o cliente que apenas permite visualizar os desenhos, figuras. A ferramenta *Paint* é composta pelas seguintes classes, cuja relação está esquematizada na Figura 8.7:

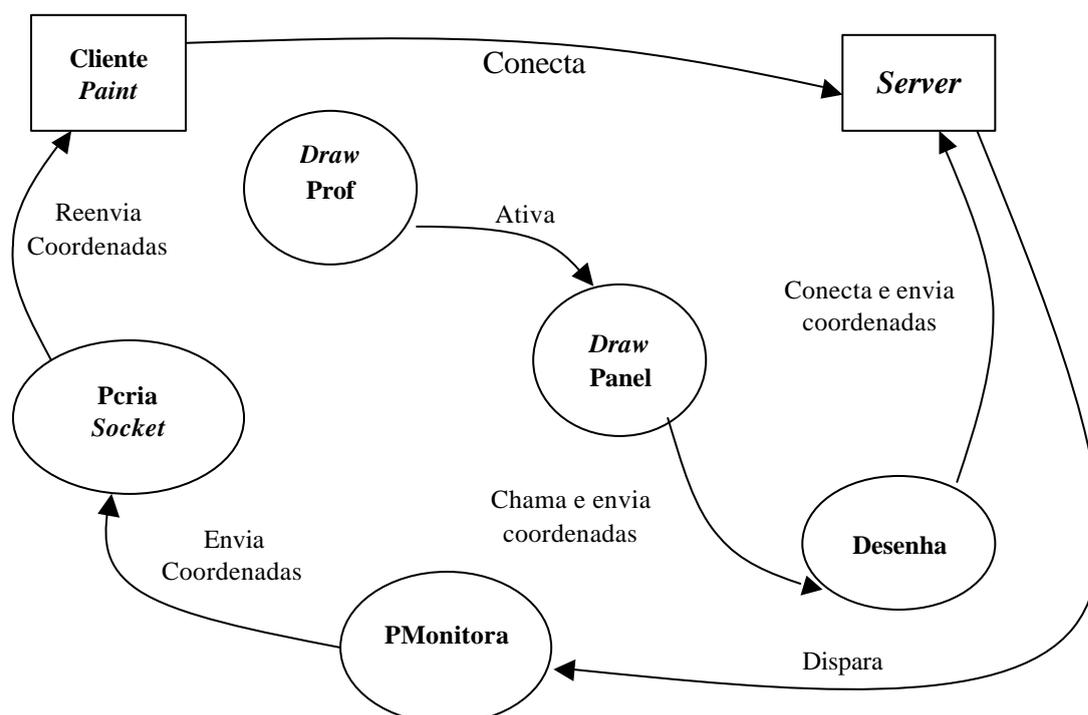


FIGURA 8.7 – Funcionamento básico da ferramenta *Paint*.

- **Cliente *Paint***: Permite ao aluno receber coordenadas de um desenho feito pelo professor e visualizar o mesmo através das coordenadas. É disparada um *thread* “aguarda”.
- **Aguarda**: *Thread* que fica em *loop* recebendo coordenadas do desenho a cada vez que é feita uma linha pelo professor e envia para um objeto da classe “Cliente *Paint*”.

- **Draw Prof:** Permite ao professor fazer desenhos através da classe “*Draw Panel*”.
- **Draw Panel:** Classe chamada pelo “*Draw Prof*” que faz os desenhos e a cada linha feita envia as coordenadas para um objeto da classe “*Desenha*”.

A interface da ferramenta *whiteboard* pode ser analisada a seguir (fig. 8.8). Ao professor (1) é permitido criar linhas retas ou então escolher a opção pontos e criar desenhos a mão livre. São oferecidas cinco opções de cores para desenho: preto, azul, vermelho, laranja e verde. O botão “Limpar” serve para o professor apagar os desenhos do *whiteboard*. No protótipo, os alunos possuem em sua interface apenas a visualização do *whiteboard*, que é atualizado pelo servidor a partir do cliente disponibilizado ao professor. Assim, como os alunos, neste caso não podem também desenhar, não são disponibilizadas as ferramentas de desenho em sua interface (2). Cada desenho do professor é automaticamente atualizado nos clientes (alunos) somente depois que o professor “solta” o botão do *mouse*, evitando assim sobrecarga no tráfego de dados e atualização dos clientes.

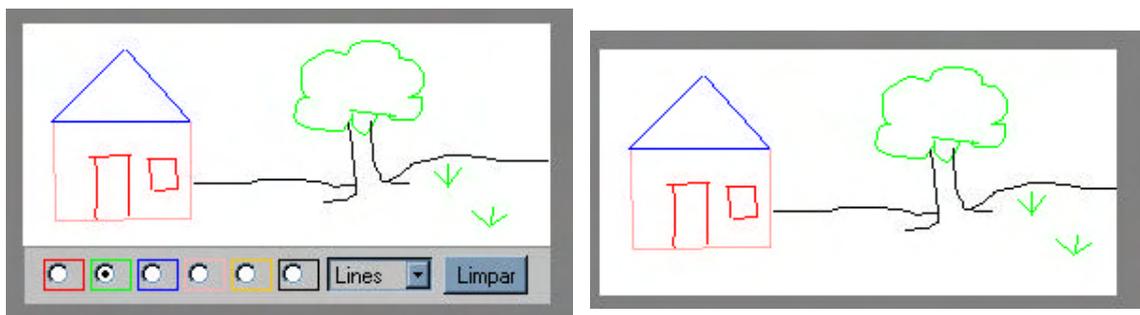


FIGURA 8.8 – Interface da ferramenta *whiteboard* do professor (1) e aluno (2)

No protótipo não foi implementada a opção de Salvar os desenhos/figuras realizados durante a aula. Assim como no caso do *chat*, o armazenamento dessas figuras poderia ser realizado localmente, nas máquinas dos usuários, ou então pelo servidor do *whiteboard*, de forma centralizada. No protótipo, também não é possível utilizar imagens capturadas pela tecla *PrintScreen*

8.2.3 Transmissão de áudio e vídeo

Aplicações de vídeo sob demanda são caracterizadas por permitir que os dados estejam disponíveis assincronamente. No entanto, estas aplicações também possibilitam alguma interatividade no momento de sua utilização, caso sejam agregadas outras ferramentas de comunicação que possibilitem interação em tempo real. Uma transmissão também pode ser efetuada através de aplicações de vídeo sob demanda em tempo real. Todavia, existe um *delay* envolvido que pode comprometer parcialmente a interatividade, pois em transmissões utilizando aplicações desta natureza, é necessário que os dados sejam codificados, armazenados em um servidor (temporariamente ou permanentemente) e sejam acessados por ferramentas que permitam sua execução.

Assim como já explicado detalhadamente nos itens 5.1.2 (*Microsoft Media Technologies*) e 5.3 (*Real Networks*), estas duas soluções possuem basicamente três ferramentas: uma responsável pela captura dos dados multimídia (áudio e vídeo) a serem transmitidos, sincronização das mídias, compressão, etc., outra responsável por controlar o acesso a esta transmissão e o envio dos dados aos clientes conectados, e a última constando do cliente, chamado de *Player*, responsável por executar os dados transmitidos. É necessário, portanto, que o usuário/aluno, tenha instalado em seu *browser* o *plug-in* da ferramenta utilizada para transmissão.

Para elaboração deste protótipo, foram testadas as duas soluções encontradas. O EMUVICS utiliza atualmente as ferramentas da *Real Networks* para geração e transmissão das aulas remotas (fig. 8.9). A ferramenta *Real Producer* permite a geração de áudio e vídeo e transmite esses dados de forma sincronizada para o *Real Server*. No EMUVICS, os alunos recebem a transmissão, integrada no ambiente, através da ferramenta *Real Player* (fig. 8.10). Para que o arquivo a ser transmitido seja alterado, o professor precisa editar o documento HTML da página que referencia o arquivo do *Real* (.RM), que é automaticamente gerado pela ferramenta, e alterar a referência do nome do arquivo de transmissão. Não existe ainda um *template* que permita que o professor apenas referencie o arquivo, para geração automática do ambiente.

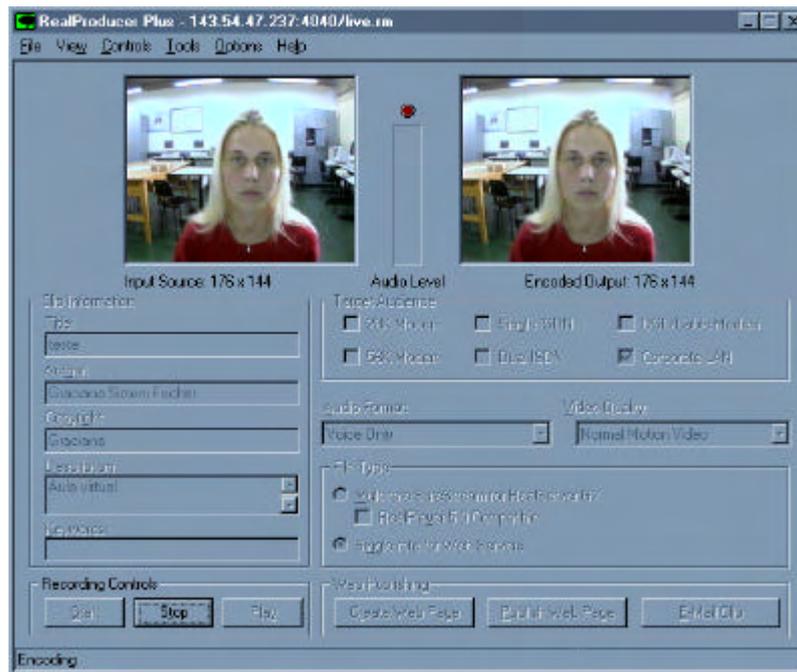


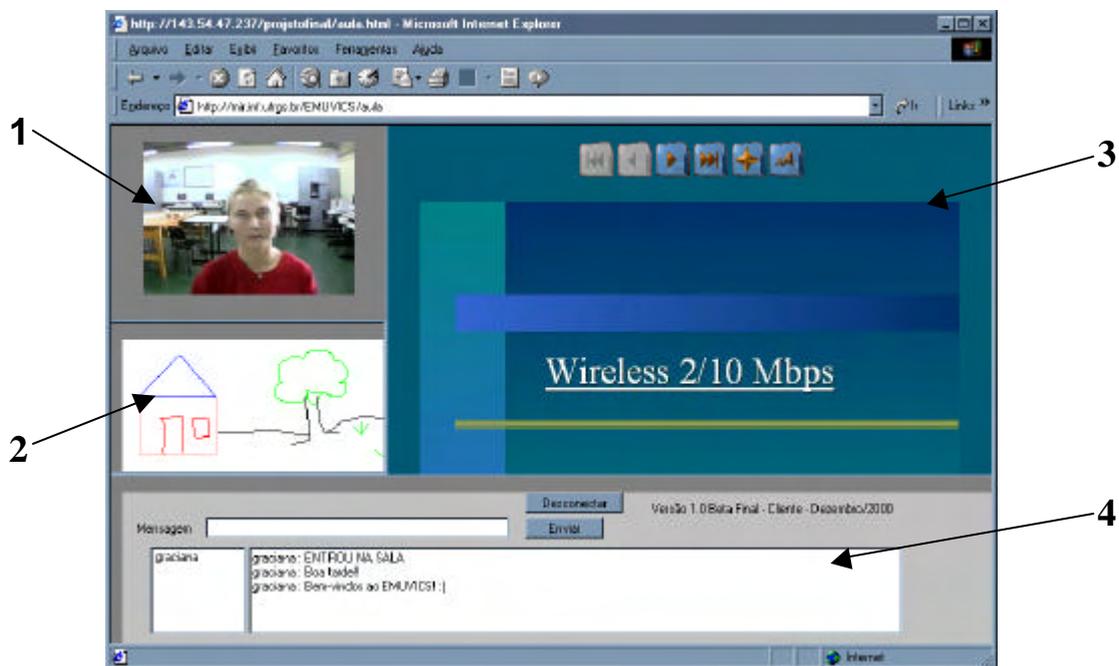
FIGURA 8.9 – Ferramenta *Real Producer*, gerando o arquivo transmitido



FIGURA 8.10 – Interface do *Real Player* executando transmissão no EMUVICS

Para alterar o material didático utilizado na aula remota, é necessário que o professor altere a referência ao nome do arquivo inicial do conteúdo a ser disponibilizado dentro do arquivo HTML daquela aula remota. Além disso, para que possa ser realizado monitoramento do uso e navegação, em todas as páginas do ambiente deverá ser inserida a referência à *applet* `Browse.class`, que armazena estas informações para posterior análise e avaliação do professor/avaliador.

O objetivo do protótipo consta de integrar funcionalmente várias ferramentas para comunicação durante a realização de uma aula remota. Assim, o resultado final de sua interface pode ser verificado a seguir (fig. 8.11). O ambiente integrado contém 4 *frames*:



- O primeiro *frame* (1) apresenta a transmissão de áudio e vídeo realizada pelo *Real*. Existe um *delay* médio de 10s entre a transmissão efetuada pelo professor e a atualização dos clientes. Este *delay* deve-se ao processamento envolvido na sincronização das mídias, compressão e descompressão dos arquivos e transmissão através da rede dos dados transmitidos.

- Aqui é disposta a ferramenta de *whiteboard*. Neste *frame* (2), o EMUVICS oferece duas interfaces distintas: a do professor e dos alunos. A interface dos alunos (fig. 8.11) não disponibiliza as ferramentas de desenho, sendo que os mesmos apenas recebem as figuras desenhadas pelo professor, que dispõe das mesmas em sua interface.
- O *frame* maior (3) é destinado ao material didático. Podem ser utilizados quaisquer conteúdos que possam ser disponibilizados por HTML, assim como PDF (com *plug-in* do *Acrobat Reader*), FLASH (com *plug-in* *Flash Player*), etc. Em cada um dos arquivos HTML disponibilizados, deverá contar a linha de código que faz referência à *applet* `Browse.class`, para que possa haver monitoramento da navegação.
- No *frame* inferior (4) pode ser encontrada a ferramenta de *chat* ambiente, que possibilita a comunicação síncrona entre os participantes da aula remota. Automaticamente, ao entrar no ambiente, os usuários são conectados na ferramenta, e podem comunicar-se entre si.

O acesso ao EMUVICS é feito através de um servidor *Web*. Ou seja, o material didático do professor, assim como todas as ferramentas devem estar disponíveis em um servidor, que pode ser acessado de qualquer lugar do mundo, através de um *browser*. E não é necessário mais nenhum outro *software* (além de *plug-ins*, é claro) para que se tenha acesso às aulas remotas através do EMUVICS.

9 Conclusão

O presente trabalho tem como contribuição principal, a definição de um ambiente para realização de aulas virtuais multimídia na *Web*. Este ambiente consta do resultado da integração de ferramentas de comunicação de mão única (um para muitos), tais como transmissão ao vivo e *whiteboard*, uma ferramenta que permita a comunicação muitos para muitos com interatividade (*chat*), e a disponibilização de material didático previamente preparado, com controle de uso e navegação deste material. Neste ambiente, um professor/instrutor encontra, em uma mesma interface acessível via *browser*, um ambiente para ministrar aulas virtuais, com introdução de várias mídias: transmissão de áudio e vídeo sincronizados, texto, interatividade, animações e desenhos.

A *Web* apresenta-se atualmente, como a mais excitante oportunidade, para que se obtenha contribuições significativas na área de aprendizagem. É impossível imaginar sistemas de treinamento no futuro sem o uso da *Web*, para prover aprendizado no sentido de proporcionar aos alunos e professores, informações e pesquisas; maneiras de os alunos aprenderem através de interações com o professor e colegas; e, que as organizações rapidamente desenvolvam e disponibilizem novas informações e módulos de ensino. Esses sistemas podem prover treinamento totalmente a distância, como também servir de complementação ao estudo presencial.

Neste contexto, uma mente aberta às novas tendências e o desejo de explorar esse novo horizonte deve ser a principal característica do atual educador. É necessário, assim, que este perceba que o isolamento e a defasagem cultural são incompatíveis com uma boa formação de um profissional do ensino. Pois, ao contrário dos meios de comunicação de mão única, como o rádio e a televisão, a Internet tornou real a comunicação de muitos para muitos. O educador amplia sua sala de aula e é também um aluno ansioso por novos conhecimentos. As escolas ultrapassam os limites físicos e passam a estar virtualmente em qualquer lugar, e o acesso a laboratórios, bibliotecas e fóruns de debate tornou-se uma realidade.

Com base no trabalho realizado, um ponto que deve ser considerado durante a realização de uma aula virtual, consta da intensa utilização de ferramentas de comunicação e interação. Quanto maior o número de canais de comunicação utilizados, maior o número de informações trocadas/recebidas, fato que pode acarretar em sobrecarga de informações. Dessa forma, tem-se consciência de que a utilização de diversos canais de comunicação também pode tornar-se uma desvantagem, necessitando assim de mecanismos de controle e gerenciamento na sua utilização, sendo que no ambiente proposto neste trabalho, é o professor quem gerencia a utilização dos canais de comunicação disponibilizados.

Detectou-se também que um ambiente virtual de ensino deve mesclar conteúdos que estejam disponíveis aos alunos a qualquer momento, de forma assíncrona, com encontros síncronos periódicos e pré-agendados, como a realização de aulas virtuais, complementação e/ou esclarecimento de dúvidas. Estes encontros poderão assegurar uma programação prévia dos alunos e também solucionar uma das principais razões de desistência dos cursos a distância, que consta da falta de interação síncrona entre

professor e alunos, fazendo com que dúvidas ou equívocos demorem a ser esclarecidos, gerando desmotivação e desinteresse.

Considerando-se os aspectos técnicos envolvidos na transmissão de dados multimídia pela Internet, a compressão dos dados é extremamente importante, uma vez que dados de áudio e vídeo requerem uma grande quantidade de banda passante para sua transmissão. As técnicas de compressão variam de acordo com a qualidade, quantidade de banda passante requerida disponível e a complexidade computacional envolvida. Atualmente existe uma quantidade de técnicas de compressão disponíveis nas ferramentas, cada uma se adequando a uma melhor situação.

O obstáculo no Brasil para a utilização de ferramentas que possibilitem a utilização de diversos canais de comunicação, especialmente com a utilização de áudio e vídeo na Internet, consta ainda da falta de infra-estrutura adequada das telecomunicações. Nesse sentido, novas tecnologias de rede vêm tentando solucionar este problema, com a utilização de alternativas ao acesso via linha telefônica: *cable modem*, enlaces de rádio, xDSL, entre outros. Mas com a modernização da estrutura física (*links* mais rápidos e robustos), dos algoritmos de compressão e codificação de mídias, dos protocolos de transporte de pacotes, bem como das próprias ferramentas que oferecem ao usuário interfaces amigáveis e intuitivas, é possível implementar sistemas de videoconferência e/ou transmissão de VoD para fins práticos, como por exemplo, projetos de EaD, comércio eletrônico, lazer, intercomunicação pessoal, entre muitos outros.

As ferramentas estudadas e propostas para transmissão de áudio e vídeo através da *Web*, permitem gerar mídias para diversos tipos de situação, dependendo da velocidade da rede onde se deseja realizar a transmissão ou recepção dos dados. Ao gerar o arquivo de áudio e vídeo, é possível escolher a velocidade da conexão que se deseja gerar o arquivo, como por exemplo para 28kbps, 56kbps, 128kbps, *cable modem*, T1 e outras. Assim, é possível adequar-se a esta realidade, e desta forma, técnicas de compressão serão adotadas dependendo da opção adotada. Além disso, tanto a tecnologia da *Microsoft Media Technologies* quanto *Real Networks* possuem intrínsecas técnicas de compressão e sincronização das mídias de áudio e vídeo, gerando um arquivo que é reproduzido pelo *Real Player*, que efetua a descompressão e sincronização da recepção dos dados transmitidos. Outro ponto a considerar consta da característica de persistência dos dados transmitidos, que significa o seu armazenamento e disponibilidade para acesso de forma assíncrona.

No entanto, a utilização de transmissão de áudio e vídeo na *Web* através de ferramentas de VoD não possibilita interatividade entre o transmissor e receptor. Assim, neste trabalho, uma ferramenta de *chat* foi integrada ao ambiente de transmissão, a qual permite aos alunos interagirem com o professor durante a transmissão da aula remota. O professor poderá então responder/interagir com os alunos através da transmissão de áudio e vídeo, através de um desenho no *whiteboard* ou então através do próprio *chat*. Mas o objetivo do *chat* no ambiente é, em um primeiro momento, permitir que os alunos possam interagir com o professor e entre si, uma vez que a ferramenta de VoD na *Web* não permite essa interatividade.

Atualmente os requisitos para geração e transmissão de dados de áudio e vídeo através de *desktop* são mínimos e o custo já está bastante reduzido. Um *kit multimídia*

(placas e caixa de som) já consta de item básico em um microcomputador, assim como, aos poucos, estão sendo introduzidas as câmeras para *desktop* e os microfones.

Segundo [CAS 99], ensinar a distância é democratizar o saber. É permitir que todos tenham acesso à educação, mesmo aqueles que, por um motivo ou outro, não estejam sendo atendidos satisfatoriamente pelos meios tradicionais de ensino. Entende-se essa afirmação pelo fato do EaD permitir que pessoas em locais distantes ou sem tempo para deslocamentos, possam ter acesso a cursos e aperfeiçoamentos que presencialmente não conseguiriam realizar. Existe, entretanto uma indagação a ser feita: até que ponto pode-se chamar “democratização” a utilização de novas tecnologias na educação, uma vez que nem todas as pessoas podem ter acesso a essas tecnologias. Assim, tem-se consciência que com a utilização de tecnologias indisponíveis para a maioria da população, ocorre também uma marginalização nos processos de aprendizado, decorrente não só de poder aquisitivo, mas também de falta de acesso a certas tecnologias, devido a distância dos principais centros urbanos, com alternativas de conexões rápidas.

Desta forma, o ambiente proposto e desenvolvido (EMUVICS), oferece ao professor a integração de várias ferramentas multimídia na *Web* para a realização de aulas remotas, com utilização de transmissão ao vivo, interatividade, disponibilização de material didático e ainda a possibilidade de desenhar figuras que complementem a sua explicação, sem a necessidade de conhecimentos aprofundados na utilização destas ferramentas.

Nenhum dos SGEAD e cursos analisados durante este trabalho oferece transmissão de áudio e vídeo em tempo real através da *Web*. Não se trata do fato de ninguém ainda ter pensado nisso, mas acredita-se que, devido ainda a falta de suporte adequado para uma transmissão com qualidade satisfatória, as diversas alternativas utilizadas para comunicação constam de aplicações que não são executadas na *Web*, como *Microsoft NetMeeting* (LearningSpace), *CuSeeMe* (AulaNet) e *MBone* (VRVS).

Além disso, o EMUVICS encontra-se integrado em um ambiente que permite o monitoramento e controle da navegação, fazendo com que estas informações possam ser utilizadas como recurso de avaliação importante, uma vez que o professor pode comparar as informações de navegação dos alunos com seus dados, que refletem a seqüência em que a aula foi ministrada.

O EMUVICS apresenta a transmissão de áudio e vídeo integrada no ambiente *Web*, utilizando uma ferramenta de *streaming*, da solução *Real Networks*. A justificativa para esta nova abordagem consta da facilidade de acesso a transmissão, uma vez que os usuários/alunos não terão a necessidade de instalar e utilizar uma ferramenta externa ao ambiente *Web*, necessitando apenas do *plug-in* do *Real Player* instalado em seu *browser*. Além disso, essa transmissão encontra-se integrada no ambiente, sem a necessidade de manipular-se várias janelas em seu *desktop*. No entanto, os alunos não podem realizar a transmissão, apenas recebê-la do professor. A empresa *CuSeeMe Networks* disponibiliza atualmente uma ferramenta comercial como solução para videoconferência na *Web*. De qualquer forma é necessário limitar o número de participantes com transmissão de áudio e vídeo, uma vez que isso gera uma grande quantidade de tráfego de dados na rede.

Dessa forma, aos alunos, o EMUVICS oferece a facilidade de ser acessível via *Web*, sem a necessidade de investimento em *softwares* (constam de *softwares freeware*, como *browsers* e *plug-ins*). Outra vantagem na sua utilização, um diferencial importante, por facilitar a manipulação do ambiente, é que não é necessário que o aluno se preocupe com várias janelas durante a aula, uma vez que todas as alternativas de comunicação encontram-se integradas em uma mesma interface.

Uma vez que as tecnologias realmente baratas se tornem comuns entre todos os estudantes, as ferramentas para uma aprendizagem efetiva terão seu lugar. Mais importante, entretanto, é a noção de que uma aprendizagem efetiva é uma habilidade de sobrevivência. Esta é uma das tarefas que devem ser consideradas imediatamente, mesmo que ainda estejamos esperando o surgimento de novas tecnologias.

10 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, sugere-se a complementação do protótipo desenvolvido, através da implementação das funcionalidades previstas no projeto do sistema, assim como outras detectadas posteriormente à sua conclusão.

A persistência dos dados trocados durante as interações ocorridas consiste em uma das funcionalidades, não implementadas neste protótipo e que se configura em um importante recurso, principalmente para posterior recuperação dos dados. Atualmente, é apenas armazenado o *log* de monitoramento de uso do material didático, além da transmissão de áudio e vídeo. A gravação das informações do *chat* e/ou *whiteboard*, pode ser realizada automaticamente pelo servidor e/ou também pode-se permitir que os próprios participantes gravem localmente as interações ocorridas. No vsdoA gravação no servidor pode ser utilizada no caso de um usuário que se conecta após o início da aula, e assim sua ferramenta de *chat* pode ser atualizada com as interações realizadas antes da sua participação na aula. Além disso, essas interações podem ser utilizadas como recurso de avaliação posterior pelo professor e também serem disponibilizadas quando do acesso assíncrono à aula transmitida.

No caso da ferramenta *whiteboard*, além da possibilidade de gravação das figuras desenhadas pelo professor, deve permitido aos alunos desenhar também na ferramenta. Para isso, alguma forma de gerenciamento no uso da ferramenta também deverá ser previsto. Outra funcionalidade consta da utilização de figuras da área de armazenamento do *Windows*, fazendo com que possa se utilizar do recurso *PrintScreen*.

O material didático pode ainda ser sincronizado com a transmissão de áudio e vídeo do professor. Atualmente não é realizada sincronização, uma vez que existe o monitoramento da navegação dos alunos no material didático. A sincronização pode ser efetuada sob dois enfoques: em um deles, o professor influencia na navegação dos alunos no material didático durante a realização da aula; ou seja, ao alterar a página HTML que está acessando, automaticamente esta alteração reflete no ambiente dos alunos que estão participando da aula remota. Em um outro enfoque, a sincronização pode ser efetuada em uma aula gravada, onde, através da utilização de uma mídia mestre, os dados de áudio e vídeo sejam sincronizados com o material didático a ser apresentado. Em ambos os casos, não é possível utilizar o controle de navegação das páginas como recurso de avaliação, pois, uma vez que a sua navegabilidade é sincronizada, não se pode levar em consideração a sua seqüência ou o tempo em que o aluno ficou em cada uma das páginas. Uma alternativa seria a sincronização apenas de alguns tópicos da aula, sendo que em outros a navegação é livre, para permitir que esta possa ser monitorada.

Para facilitar a utilização do ambiente, pode ser construído um *template* de geração do ambiente, em ASP ou PHP, onde o professor apenas referencia o local em que se encontra o arquivo de transmissão e o local das páginas HTML a serem utilizadas no ambiente, para geração automática do mesmo. O EMUVICS pode ser adaptado a outros SGEADs, visto que apresenta-se como alternativa para realização de aulas virtuais, não configurando-se em um SGEAD. A sua complementação, neste sentido, até pode ser realizada, mas acredita-se que integrá-lo à soluções já existentes, de forma a complementar características já pré-definidas e implementadas, torna possível a realização de outros trabalhos de pesquisa.

Referências Bibliográficas

- [AGU 99] AGUERRE, Gabriela. Mundo digital: a Internet no seu dia-a-dia. **Revista Superinteressante**, São Paulo, v. 13, n. 9, p. 51-54, set. 1999.
- [AUL 2000] AULANET - Ambiente de ensino baseado na Web. Disponível em: <<http://www.les.inf.puc-rio.br/aulanet>>. Acesso em: 10 out. 2000.
- [BUO 99] BUONFIGLIO, Mario Luis. Mundo Comprimido. **Revista Tela Viva**, São Paulo, n. 82, jun. 1999. Disponível em: <<http://www.telaviva.com.br>>. Acesso em: 8 ago. 2000.
- [CAL 98] CALVENTE, Emerson. Técnicas e Padrões de Compressão. **Revista Tela Viva**, São Paulo, n. 73, set. de 1998. Disponível em: <<http://www.telaviva.com.br>>. Acesso em: 8 ago. 2000.
- [CAR 2000] CARDOSO NETO, Celso. **Tecnologia para EAD**: videoconferência. Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/educnet/videconf.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2000.
- [CAM 2000] CARNEIRO, Mára L. F. **Videoconferência**. Disponível em: <<http://www6.via-rs.com.br/metropoa/>>. Acesso em: 17 ago. 2000.
- [CAS 99] CASTRO, Flávio; SOUZA, Thelma. I Curso de Educação a Distância – FaE/UFMG. Produção de material didático instrucional para EaD. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/catedra/Producao.htm>>. Acesso em: 10 out. 1999.
- [CHA 2000] CHAVES, Eduardo. **Conceitos básicos de tecnologias na educação e ensino a distância**. Disponível em: <<http://www.edutecnet.net>>. Acesso em: 10 dez. 2000.
- [CHO 97] CHOLEWKA, Kathleen. **IP Videoconferencing**: beat the clock? Disponível em: <<http://data.com/tutorials/video.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2000.
- [COF 98] COFFEY, Gregory A. **Video over ATM networks**. Disponível em: <http://www.cis.ohio-tate.edu/~jain/cis78897/video_over_atm/index.htm>. Acesso em: 21 set. 2000.
- [CRU 97] CRUZ, Dulce M; MORAES, Marialice. **Tecnologias de comunicação e informação para o ensino a distância na integração universidade/empresa**. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 1997.
- [DAT 2000] DATABEAM CORPORATION. **A Primer on the H.323 Series Standard**. 1999. Disponível em: <<http://gw.databeam.com/ccts/h323primer.html>>. Acesso em: 25 set. 2000.

- [DAT 2000a] DATABEAM CORPORATION. **A Primer on the T.120 Series Standard.** 1999. Disponível em: <<http://gw.databeam.com/ccts/t120primer.html>>. Acesso em: 25 set. 2000.
- [DCL 2000] DATA CONNECTION LIMITED. **Data Connection's Conferencing DC-T.120.** 1999. Disponível em: <<http://www.datcon.co.uk/conf/t120.htm>>. Acesso em: 26 set. 2000.
- [FER 97] FERNANDES, Roberto Pilotto. **MBone.** Campinas: Unicamp, 1997. Disponível em: <<http://www.cuec.unicamp.br/servicos/solucoes/mbone.html>>. Acesso em: 14 set. 2000.
- [FER 99] FERREIRA, Jairo. **Questões pedadógicas no ensino a distância.** Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br:80/~jairo/2ensdis2.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2000.
- [FIC 91] FICHMAN, V. Hipertexto: uma introdução. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, Porto Alegre, v.1, n.4, p.87-109, dez. 1991.
- [FIO 2000] FIORESE, Mauricio. **Uma solução na autenticação de usuários para ensino a distância.** 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- [FIR 98] FIRST VIRTUAL CORPORATION. **Understanding the applications H.320/H.321/H.323/H.324/H.310 - videoconferencing standards.** Santa Clara, CA, USA, 1998. Disponível em: <<http://www.fvc.com>>. Acesso em: 26 out. 2000.
- [FIR 98a] FIRST VIRTUAL CORPORATION. **Videoconferencing network architectures.** Disponível em: <<http://www.fvc.com/whitepapers/vc.htm>>. Acesso em: 10 set. 1998.
- [FRA 2000] FRANCO, Marcelo Araújo Franco. Informática na educação: educação a distância e projeto pedagógico. **Revista de Informação e Tecnologia – UNICAMP.** Disponível em: <<http://www.revista.unicamp.br>>. Acesso em: 21 nov. 2000.
- [FIS 98] FISCHER, Graciana S.; GASPARY, Luciano P. **Sistema de videoconferência MBone:** estudo da viabilidade de implantação na UNISC. 1998. Trabalho de Conclusão (Ciência da Computação) – UNISC, Santa Cruz do Sul.
- [FIB 98] FISHER, Brain; CONWAY, Kathryn; GROENEBOER, Chris. **Virtual-U development plan:** issues and process. 1998. Disponível em: <<http://www.di.ufpe.br/~sd/ead/virtual-u.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2001.
- [GIO 97] GIORDAN, Marcelo. **Conectividade:** o gargalo da internet para a educação. Faculdade de Educação USP - Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada, 1997. Disponível em: <<http://www.fe.usp.br/giordan/conec.html>>. Acesso em: 17 nov. 2000.

- [GOR 96] GORP, Mark J. Van; BOYSEN, Pete. Classnet: managing the virtual classroom. In: WORLD CONFERENCE OF THE WWW, INTERNET & INTRANET, WebNet, 1996. **Proceedings...** Disponível em <<http://aace.virginia.edu/aace/conf/webnet/html/401.htm>>. Acesso em 10 dez 2000.
- [GOY 98] GOYENECHÉ, Juan-Mariano de. **Multicast over TCP/IP howto**. v. 1.0. 1998. Disponível em: <<http://www.ipmulticast.com>>. Acesso em: 10 dez. 2000.
- [GUI 97] GUIDED LEARNING. Using the TopClass Server as an Effective Web-based Training System. 1997. Disponível em: <<http://virtual-u.cs.sfu.ca/vuweb/>>. Acesso em: 10 dez. 2000.
- [HAC 2000] HACK, Luciano E. **Mecanismos complementares para a avaliação do aluno na educação a distância**. 2000. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- [HUD 95] HUDSON, R. **DT-5: Enabling technologies desktop video conferencing**. Disponível em: <<http://fiddle.ee.vt.edu/succeed/videoconf.html>>. Acesso em: 10 set. 2000.
- [ITU 93] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, Telecommunication Standardization Sector - Line Transmission of non-Telephone Signals. **Video Codec for Audiovisual Services at 64 Kbit/s**. ITU-T Recommendation H.261.[S.l.], 1993.
- [ITU 98] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, Telecommunication Standardization Sector - Infrastructure of audiovisual services – Systems and terminal equipment for audiovisual services **Packet-based multimedia communications systems** - ITU-T Recommendation H.323.[S.l.], 1998.
- [JAN 98] JANET. **Videoconferencing Advisory Service (VCAS)**. [Reino Unido]: The JNT Association, 1998. Disponível em: <<http://www.vcas.video.ja.net/index.html>>. Acesso em: 10 set. 2000.
- [JUS 2000] Just *SMIL*: The Synchronized Multimedia Integration Language. Disponível em: <<http://smw.internet.com/smil/smilhome.html>>. Acesso em: 30 out. 2000.
- [KOZ 91] KOZMA, R.B. Learning with media. **Review of Educational Research**, [S.l.], v. 62, n. 2, p. 179-211, Summer 1991.
- [LAU 98] LAUFER, Carlos; FUCKS, Hugo; LUCENA, Carlos J. P. Rio Internet TV – Aula NET: videoconferência em web-based training. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 1998.
- [LEM 98] LEMM, Larry. Streaming video: Internet broadcasting for the masses. **Revista Videomaker**, São Paulo, v. 1, n. 3, p.93-99, jun. 1998.

- [LUC 98] LUCHESE, C. C. Democratização da educação: ensino à distância como alternativa. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, n. 89/90/91, jul./dez. 1998.
- [MAR 89] MARCO, Tom de. **Análise Estruturada e Especificação de Sistema**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- [McC 98] MCCORMACK, C.; JONES, D. **Building Web-based education system**. [S.l.]: John Wiley, 1998.
- [MIC 99] MICROSOFT CORPORATION. **Site Oficial da empresa no Brasil**. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/brasil/educacional/>> Acesso em: 10 nov.1999.
- [MIC 99a] MICROSOFT CORPORATION. **Site Oficial da empresa na Internet**. EUA. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/ms.htm>>. Acesso em: 15 dez. 1999.
- [MON 98] MONTENEGRO, E. Pensando a educação permanente. **Jornal Makron Books Informa**, [S.l.], jun./jul. 1998.
- [MOU 99] MOURA FILHO, César Olavo de; OLIVEIRA, Mauro. **Videoconferência em educação a distância**. Fortaleza, CE: CEFET, 1999.
- [MUS 95] MUSEY, L.; PAN, L.; WATSON, C. **Desktop (video) conferencing/screen sharing systems**. School of Informatics. City University, UK, 1995. Disponível em: <http://www soi.city.ac.uk/homes/ef516/vidconf/>. Acesso em: 15 ago. 2000.
- [NUN 99] NUNES, Ivônio B. Educação a distância e o mundo do trabalho. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v.21, n. 107, jul./ago. 1999.
- [OLI 96] OLIVEIRA, Jauvante C. de; SOARES, Luiz Fernando G. TVS - Um sistema de videoconferência com documentos compartilhados: uma visão geral. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMAS HIPERMÍDIA, WoSH., 2, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 1998.
- [OTS 97] OTSUKA, Joice Lee. **Fatores determinantes na efetividade de ferramentas mediada por computador no ensino a distância**. 1997. 63f. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS. Porto Alegre.
- [PAG 88] PAGE-JONES, Meilir. **Projeto Estruturado de Sistemas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.
- [PRO 96] PROJETO LUAR – Levando a Universidade a Aprendizagem Remota. Disponível em: <<http://www.penta.ufrgs.br/luar.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2000.
- [REA 2000] REAL NETWORKS. **Site Oficial na Internet**. Disponível em: <<http://www.real.com>>. Acesso em:15 out. 2000.

- [RIB 99] RIBEIRO NETO, Berthier A. **Vídeo sob Demanda no Lar: Ficção ou Realidade?** Projeto ALMADEM (Aplicações e Análise de Algoritmos de Redes Multimídia de Alto Desempenho). Belo Horizonte: Departamento de Ciência da Computação da UFMG, 1999.
- [RIT 2000] RITZEL, Marcelo I. **Um modelo para controle de uso e especificação de critérios para avaliação da aprendizagem na disponibilização de material didático a distância.** 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS. Porto Alegre.
- [ROS 95] ROSSUM, G. van. **FAQ - Frequently Asked Questions:** audio file formats. Disponível em: <<ftp://ftp.cwi.nl/pub/audio/AudioFormats.part1>>. Acesso em: 10 dez. de 1999.
- [SAN 98] SANTOS, Neri dos. **Educação à distância e as novas tecnologias de informação e aprendizagem** Disponível em: <<http://www.engenheiro2001.org.br/programas/980201a2.htm>>. Acesso em: 19 ago. 1999.
- [SCO 2000] SCOTT, Bruno. **Edu@Web:** Empresa especializada no segmento educação, disponibiliza cursos online usando a tecnologia Aula Net. Disponível em: <<http://www.eduweb.com.br/index.asp>>. Acesso em: 1 nov. 2000.
- [SHA 88] SCHAMBER, L. Delivery systems for distance education. **International Journal of Educational Telecommunications**, [S.l.], v. 1, n. 4, p. 337-365. Disponível em: <<http://carbon.cudenver.edu/%7EElsherry/pubs/issues.html#abstract>>. Acesso em: 17 dez. 2000.
- [SHE 96] SHERRY, L. Issues in Distance Learning. **International Journal of Educational Telecommunications**, [S.l.], v.1, n.4, p. 337-365. Disponível em: <<http://carbon.cudenver.edu/%7EElsherry/pubs/issues.html#abstract>>. Acesso em: 15 dez. 2000.
- [SIL 99] SILVA, Claudio Lourenço da. **Sistemas de teleconferencia.** Disponível em <<http://www.inf.puc-rio.br/~refletor/st/entrada.html>>. Acesso em: 10 dez. 1999.
- [SOA 97] SOARES, Luiz F. G.; LEMOS, Guido; COLCHER, Sérgio. **Redes de computadores:** das LAN's, MAN's e WAN's às redes ATM. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- [TAN 96] TANENBAUM, A. **Computer Networks.** Rio de Janeiro: Campus, 1996.
- [TEN 92] TENNYSON, R. D. An educational learning theory for instructional design. **Educational Technology**, [S.l.], v.1, p. 36-41, 1992.
- [THO 97] THORNBURG, David D. **2020 Visões para o Futuro da Educação.** Disponível em: <<http://www.tcpd.org>>. Acesso em: 15 abr. 1999.

- [TRE 97] TRENTIN, Marco Antônio S. **Serviços de rede para apoiar um Centro de Ensino Remoto Interativo.** 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- [WID 99] WIDESOFT - Educação. **Ensino a distância:** o ensino de roupa nova. Disponível em: <<http://www.widesoft.com.br/educacao/>>. Acesso em: 14 nov. 1999.
- [WHA 98] WHAT IS. Disponível em: <<http://whatis.com/videocon.htm>> Acesso em: 10 nov. 1999.
- [ZAN 99] ZANIN, Fabio A. **O ambiente de videoconferência sobre redes ATM.** 1999. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS. Porto Alegre.