Rio Internet TV — AulaNet™ Videoconferência em Web-Based Learning

Carlos Laufer, Hugo Fuks, Carlos J. P. de Lucena
email: {laufer, hugo, lucena}@inf.puc-rio.br

PUC-RioInf.MCC04/98 Março, 1998

Abstract

This paper presents the results of an experiment using videoconference as a teaching resource in distance courses. CU-SeeMe and Real technology were tested for transmitting lessons live and recording lessons for asynchronous attendance. The results were assessed for later use in AulaNet™—a tool for web-based learning.

Keywords

Videoconference, groupware, web-based learning, learningware, distance education, information technology

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de um experimento utilizando videoconferência como um recurso didático em cursos acompanhados à distância. As tecnologias Real e CU-SeeMe foram testadas para a transmissão das aulas ao vivo e gravação das aulas para consumo assíncrono. Os resultados foram avaliados para utilização posterior no AulaNet™—uma ferramenta para aprendizado baseado na *World Wide Web*.

Palavras-Chave

Videoconferência, groupware, WWW, aprendizado, educação à distância, tecnologia da informação

1. Introdução

A expressão "aldeia global" utilizada por Marshall McLuhan desde os anos 60 (McLuhan 64) vem se tornando realidade nesse fim de milênio. Existe uma aproximacão crescente das pessoas através de novas formas de comunicação que vêm desde a época do telégrafo passando pelo telefone, rádio, televisão, fax e que hoje em dia tem a Internet—a rede das redes—como um dos seus grandes meios.

A convergência cada vez maior das mídias tradicionais para a forma digital, em conjunto com o uso maciço dos computadores por pessoas em seus ambientes profissional e doméstico, vêm transformando a maneira de consumir informações (Tapscott 98) criando uma nova cultura digital de comunicação. A forma tradicional de aprendizado em um ambiente confinado como a escola, onde um professor em uma determinada data e hora passa as informações a um grupo de alunos em um determinado espaço físico é atualmente questionada (Romiszowsky 97).

O surgimento nítido na atualidade de uma sociedade da informação com caraterísticas globais vem aguçando enormemente a preocupação da indústria com a educação e o treinamento como forma de assegurar competitividade.

O uso crescente da Internet e o desenvolvimento de um grande número de softwares para execução dos mais diversos tipos de trabalho, como por exemplo, a editoração gráfica e a edição de imagens, gera uma demanda crescente por ferramentas que facilitem o trabalho em grupo utilizando o computador como ferramenta de trabalho e comunicação. A própria comunicação tende a ficar embutida em ambientes que facilitem o trabalho entre diversos indivíduos. As pessoas não estão interessadas na comunicação propriamente dita. Elas estão interessadas em um ambiente onde possam interagir com outras pessoas para a execução de um trabalho ou lazer.

AulaNet™ <http://www.les.inf.puc-rio.br/aulanet> (Lucena et al 97) é um ambiente de software baseado na *World Wide Web* desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software (LES) do Departamento de Informática da PUC-Rio, para criação e assistência de cursos à distância. AulaNet™. foi concebido a partir da experiência vivenciada com a aplicação de três cursos durante o segundo semestre de 1997 na PUC-Rio.

Com a globalização que hoje em dia experimentamos é desaconselhável exigir a presença física de uma pessoa para que determinado evento possa ser realizado. Esse evento pode ser uma reunião de trabalho, a realização de um treinamento ou o conserto de um equipamento eletrônico sofisticado.

A área educacional vem experimentando um processo gradativo de migração para o meio computacional, em particular para a *World Wide Web*. As possibilidades da utilização das tecnologias *web* na educação começaram a ser exploradas de forma mais efetiva apenas no final de 1996 (quando o termo *web-based education* começou a se popularizar). A Internacional Data Corporation (IDC 97) acredita que a adoção do treinamento e da educação baseados na *web*, tanto via Intranets corporativas quanto através da Internet, apenas começou a explodir no segundo semestre de 1997 e se tornará um mercado de 2 bilhões de dólares no ano 2000. 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.

A videoconferência—interação via áudio, vídeo e texto—tem sido utilizada cada vez mais como forma de comunicação. Desde o seu lançamento em 1964, através

do Picturephone, até os dias de hoje, houve uma queda de preços nos equipamentos utilizados e na facilidade de utilização (Quintana 96). Atualmente é possível por cerca de 200 dólares adquirir um kit para videoconferência, incluindo uma câmera de vídeo e o software apropriado, que pode ser utilizado em um computador pessoal equipado com um modem localizado em um ambiente doméstico ou em um escritório.

Um elemento fundamental para que o processo de aprendizado se realize é a interação entre os diversos participantes de um determinado curso, sejam eles alunos, professores, instrutores, etc. Uma das tecnologias utilizadas para permitir essa interação é a videoconferência.

A Rio Internet TV <http://www.inf.puc-rio.br/~refletor> é um núcleo de pesquisa do Laboratório de Engenharia de Software (LES) do Departamento de Informática da PUC-Rio, que tem como objetivo o estudo da videoconferência como ferramenta para a cooperação visando a sua utilização em ambientes para trabalho em grupo utilizando o computador (Laufer & Fuks 97).

Neste trabalho é apresentado um experimento realizado no segundo semestre de 97 pela Rio Internet TV utilizando como base um curso ministrado na pós-graduação do Departamento de Informática da PUC-Rio. O curso, intitulado Sociedade da Informação <http://www.les.inf.puc-rio.br/socinfo>, foi ministrado pelo professor Carlos José Pereira de Lucena e abordou os impactos das tecnologias da informação—simbiose entre a computação e as comunicações—na sociedade. A maioria destes impactos já está visivelmente presente na sociedade contemporânea e pode produzir no futuro um novo estilo de sociedade que vem sendo chamada de sociedade da informação. O objetivo do experimento foi a exploração de tecnologias atuais de transmissão de áudio, vídeo e texto via Internet e a avaliação de seu desempenho e impacto em um curso acompanhado à distância.

O presente documento está estruturado da seguinte forma: na seção um é feita uma introdução; na seção dois é abordado o tema *web-based learning*; a seção seguinte fala sobre videoconferência; a seção quatro apresenta as tecnologias utilizadas no experimento enquanto na seção cinco é apresentado o experimento propriamente dito; na seção seis é apresentada uma avaliação dos resultados do experimento e na seção sete são listadas algumas recomendações para as equipes de gravação de videoconferência; finalmente na seção oito são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Web-Based Learning

As possibilidades da utilização das tecnologias *web* na educação começaram a ser exploradas apenas no final de 1996—quando o termo *web-based education* começou a se popularizar. O número de cursos utilizando a WWW como base (Elsworth 94) tem crescido de forma bastante acentuada, com previsões que estimam que este se tornará um mercado de 2 bilhões de dólares no ano 2000.

Existe atualmente uma grande variedade de tecnologias educacionais espalhadas através da Internet utilizando diversos recursos e ferramentas disponíveis, como WWW, correio eletrônico, listas de discussão, etc. Desde a introdução das apostilas eletrônicas—livros convertidos para a formato digital—passando pelo surgimento do hipertexto e da multimídia, as formas de ensinar/aprender têm passado por uma constante transformação.

Inúmeros *sites* hoje distribuídos na Internet permitem uma variedade de cursos com enfoques diferentes. Alguns são centrados no aluno permitindo que este defina quando e o quanto estudar conforme a sua conveniência. Exemplos de centenas de

cursos desenvolvidos na *web* podem ser encontrados no *World Lecture Hall* da Universidade do Texas <http://www.utexas.edu/world/lecture>.

Essa nova forma de aprender levanta questões quanto aos benefícios e problemas que são consequência dessas inovações. Facilidades como a escolha de horários convenientes, comunicação síncrona e assíncrona com os demais alunos e instrutores são rebatidas com a dificuldade de alguns alunos frente às novas tecnologias, custo de equipamentos, etc (Calvo & Jeronimo 96). Há também uma resistência por parte dos professores com o levantamento de questões pedagógicas relacionados a essas novas tecnologias educacionais.

A nova cultura que emerge com a utilização da Internet tende a criar novas posturas que tornam esses cursos cada vez mais atraentes. A Internet costuma gerar uma postura ativa por parte das pessoas. Cada um passa a ter a opção de escolher o que deseja consumir, quando lhe for mais conveniente. Além disso a crescente facilidade de comunicação através de varías mídias diferentes—áudio, vídeo, texto—permite uma cooperação maior entre as pessoas.

A WWW com sua interface universal (Rice at al 96) tem sido utilizada como plataforma para a difusão de informações, permitindo a uma pessoa operar a partir de plataformas diferentes sem que haja a necessidade do entendimento de conceitos como sistema operacional e de diversos softwares diferentes com suas interfaces não padronizadas, que são mais adequados aos especialistas.

3. Videoconferência

A massificação do uso dos computadores pessoais e o crescimento de sua capacidade de processamento vêm permitindo que a tecnologia de videoconferência possa atualmente ser viável em equipamentos de baixo custo. O surgimento da Internet com a interligação de redes criando uma rede de redes permitiu a interconexão de milhões de pessoas ao redor do mundo, assemelhando-se de uma determinada forma a uma rede telefônica tradicional. As pessoas atualmente começam a ter a capacidade de comunicação através da Internet de uma forma cada vez mais simplificada, com qualidade crescente e variedade de mídias.

As tecnologias de videoconferência vêm evoluindo desde 1964 quando foi lançado o primeiro sistema, o Picturephone da AT&T na World's Fair em Nova Iorque. Inicialmente essas tecnologias envolviam equipamentos proprietários e ligações chaveadas por circuito. Desde então essa tecnologia vem evoluindo no sentido de baratear seus equipamentos e permitir sua utilização em uma maior quantidade de plataformas.

As tecnologias de videoconferência só começaram a ser exploradas mais intensamente na Internet recentemente. Produtos projetados para a Internet que utilizam basicamente texto em suas interações são utilizados há mais tempo na Internet, como o ICQ <http://www.mirabilis.com>, e criaram uma nova cultura de comunicação entre as pessoas (Bender 95). Existem atualmente 6 milhões de pessoas assinantes do ICQ com 1 milhão e 300 mil conexões diárias. Com o desenvolvimento das tecnologias de videoconferência é natural que sejam criados produtos com as características do ICQ utilizando recursos de áudio e vídeo. Estamos presenciando atualmente o surgimento de uma nova cultura digital de comunicação através da utilização da Internet.

As tecnologias de compressão de áudio e vídeo diminuem a quantidade de informações a serem transmitidas através das redes ao mesmo tempo em que a largura da banda passante para transmissão dos dados tende a aumentar de forma significativa

nos próximos anos. A videoconferência inicialmente, com seus equipamentos caros e taxas de uso de alto custo, teve sua utilização na área comercial para reuniões de executivos espalhados por filiais de grandes empresas. Hoje em dia existe uma grande quantidade de softwares disponíveis na Internet que oferecem a possibilidade de comunicação através de áudio e vídeo a custos baixos (Schindler 97).

As tradicionais companhias de comunicação começam a se preocupar com a perda de seus mercados com a utilização da Internet para o estabelecimento de chamadas com transmissão de áudio e vídeo a custos bem mais baixos. Os incovenientes ainda existentes como ausência de compatibilidade entre os diversos softwares, ausência de ligações permanentes—sem IP fixo—estão sendo pesquisados para se encontrar uma solução que diminua essas dificuldades.

A International Telecommunications Union (ITU) <http://www.itu.ch>, sediada em Genebra, Suiça, é uma organização internacional onde setores governamentais e privados coordenam as redes e os serviços de redes de telecomunicações. A recomendação H.323 da ITU de novembro de 1996, descreve terminais, equipamentos e serviços de comunicação multimídia através de redes locais (LAN) que não garantem a qualidade do serviço. Essa recomendação especifica mecanismos para compressão e transmissão de vídeo em tempo real, voz, e dados entre um par de estações conectadas em uma videoconferência. A H.323 também define protocolos para manipulação de *streams* de áudio e vídeo e procedimentos para a quebra dos dados em pacotes e a sincronização das transmissões através de um tipo particular de meio de comunicação.

Os protocolos utilizados anteriormente para a transmissão de áudio e vídeo através da Internet não eram adequados para redes de comutação de pacotes. Essas redes foram projetadas para aplicações do tipo correio eletrônico e sistemas de banco de dados distribuídos que não atendem a certos requisitos importantes para transmissão de áudio e vídeo. Os *streams* de áudio e vídeo podem perder bits na transmissão sem que haja perda de informação. Muitos dos algoritmos de compressão utilizados para essas mídias dispensam muitos bits, mas os quadros de vídeo e o som devem chegar no instante correto para que possam ser executados na sequência correta. Os algoritmos de compressão de imagem trabalham com a diferença entre quadros de imagem, só transmitindo quadros completos quando existe uma grande mudança entre dois quadros consecutivos.

As redes de comutação de pacotes utilizam protocolos que têm um alto *overhead* relacionado a correção de erros, que asseguram que cada bit chegue intacto ao seu destino. Em compensação, esses protocolos introduzem retardos aleatórios que resultam em flutuações nos tempos de transmissão. Esses retardos são inadequados para aplicações multimídia pois essas aplicações requisitam sincronismo entre o áudio e a imagem e continuidade no fluxo dos dados..

A videoconferência atualmente deixou de ter ares de ficção científica e passa a fazer gradualmenete parte do universo de comunicação entre as pessoas. As pesquisas referentes à utilização da videoconferência como ferramenta de auxílio à cooperação em trabalhos em grupos encontram-se na sua fase inicial. O interesse do nosso trabalho é pesquisar a videoconferência com o objetivo de utilizá-la como um importante instrumento em ambientes que facilitem o trabalho em grupo distribuído utilizando o computador.

4. Tecnologias Utilizadas

O curso Sociedade da Informação foi ministrado na PUC-Rio durante o segundo semestre de 1997. Nesse curso foram testadas tecnologias que permitem a transmissão de imagem e áudio através da Internet. A Rio Internet TV deu apoio a esse curso através da transmissão e gravação das aulas. Esse experimento foi posteriormente utilizado no projeto do ambiente AulaNet™. O objetivo do experimento era testar como as tecnologias de videoconferência podem auxiliar em um curso consumido remotamente pelos alunos.

O consumo de uma aula pelo aluno pode ser síncrono ou assíncrono. Uma aula pode ser transmitida ao vivo ou então pode ser consumida de forma assíncrona permitindo que o aluno escolha o horário que lhe for mais conveniente. A aula ao vivo oferece a opção de interação síncrona entre o professor e o aluno em aulas onde exista a necessidade de uma interação mais imediata. O consumo assíncrono das aulas que não necessitam de interação entre o professor e o aluno pode ser feito através da gravação das aulas ao vivo. Essas aulas, posteriormente colocadas no *site* do curso, podem ser acompanhadas em conjunto com o texto das transparências exibidas durante a apresentação.

O experimento realizado envolveu duas tecnologias de videoconferência de uso bastante difundido através da Internet.

A primeira tecnologia utilizada para a transmissão da aula foi a tecnologia CU-SeeMe, desenvolvida inicialmente pela Universidade de Cornell nos Estados Unidos. O refletor CU-SeeMe é um servidor que permite a diversos participantes conectarem-se a uma videoconfência. Através da conexão via um cliente—que pode ser a versão comercial da White Pine Software <http://www.wpine.com> ou a versão acadêmica da Universidade de Cornell <http://cu-seeme.cornell.edu>—é possível se conectar a um refletor CU-SeeMe e participar de uma conferência multimídia—vídeo, áudio e texto.

A tecnologia CU-SeeMe se mostra adequada a transmissões que necessitam de interação, como por exemplo, sessões de perguntas, dúvidas, consultas, exercícios, etc.

Para o experimento deste trabalho foi utilizado o refletor Rio Internet TV da PUC-Rio—o primeiro refletor público do Brasil—que aparece em listas em todo o mundo, inclusive no *phone book* distribuído pela própria White Pine. Ele começou sua operação em 94 e recebe centenas de visitantes diariamente (mais de 500), tendo um *site* WWW associado <http://www.inf.puc-rio.br/~refletor> que serve como fonte de informações para a comunidade CU-SeeMe do Brasil.

O refletor Rio Internet TV é de uso público e oferece uma sala de videoconferência (sala 0) com capacidade para 30 participantes. O refletor—White Pine Reflector (versão 2.1)—fica no ar 24 horas por dia e é executado na máquina refletor.inf.puc-rio.br do Laboratório de Informática (Lab-DI) do Departamento de Informática da PUC-Rio. Essa máquina é uma estação Sun UltraSPARC, 160Mhz, 256 Mb de ram, executando o sistema operacional Solaris 2.1.

A outra tecnologia testada durante o curso Sociedade da Informação foi a tecnologia Real <http://www.real.com>, que permite o *broadcast* e a gravação de áudio e imagem. Essa tecnologia também utiliza 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.

Os primeiros *sites* a utilizarem vídeos na WWW transferiam integralmente seu conteúdo para a máquina onde era executado o *browser*—lado cliente—e só então os

exibiam. Com a demora na transferência, o tempo decorrido para a recepção dos arquivos contendo imagens, mesmo os pequenos, quase sempre superava o tempo de exibição. 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 é que ela utiliza uma *buferização* 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.

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.

Para o experimento deste trabalho foi utilizado um servidor Real—Basic Server— instalado na máquina logum-ede.inf.puc-rio.br do Lab-DI. Essa máquina é uma estação Sun SPARC-5, 80Mhz, 64 Mb de ram, executando o sistema operacional Solaris 2.1.

5. Experimento

O experimento foi dividido em etapas e fases para que se pudesse fazer uma avaliação passo a passo das tecnologias utilizadas. A seguir são descritas detalhadamente as diversas etapas e fases do experimento.

5.1. Etapa 1

A primeira etapa teve como objetivo a transmissão ao vivo da aula para que esta pudesse ser acompanhada à distância em conjunto com o *site* do curso.

Para essa etapa foi utilizado o Refletor Rio Internet TV. Uma sala especial (sala 10) foi criada no Refletor e apenas a máquina instalada na sala de aula tinha permissão para enviar áudio e vídeo. Os demais participantes da aula podiam apenas se comunicar via *chat*.

Para a transmissão da aula foi utilizado um computador Pentium 100 com 40 Mb de ram executando o sistema operacional Windows 95. A câmera utilizada foi uma QuickCam Colour <http://www.connectix.com>, que dispensa o uso de uma placa de captura de vídeo. Essa câmera é conectada diretamente à porta paralela do computador e todo o processamento da imagem é executado por software. Para a captação do som foi utilizada uma mesa de 4 canais com 2 microfones a ela conectados. Um microfone de lapela foi utilizado pelo professor para a transmissão da aula e um outro microfone foi utilizado para que os alunos presentes fizessem perguntas ao final da aula.

Como o professor utilizava o software Power Point da Microsoft para exibir as transparências da aula, a mesma máquina utilizada para a transmissão também executava o software de exibição. O equipamento da sala era portanto um Pentium 100, uma QuickCam Colour, uma mesa de 4 canais, 2 microfones e um *datashow*.

Essa primeira etapa foi dividida em três fases. Na primeira fase a sala pública do Refletor permaneceu aberta ao público e a taxa de transmissão da aula foi de 80kbps. A figura 1 a seguir apresenta a janela de vídeo do professor Lucena e a janela de participantes do curso que eram exibidas nas telas dos alunos que acompanhavam a aula remotamente durante a etapa 1.

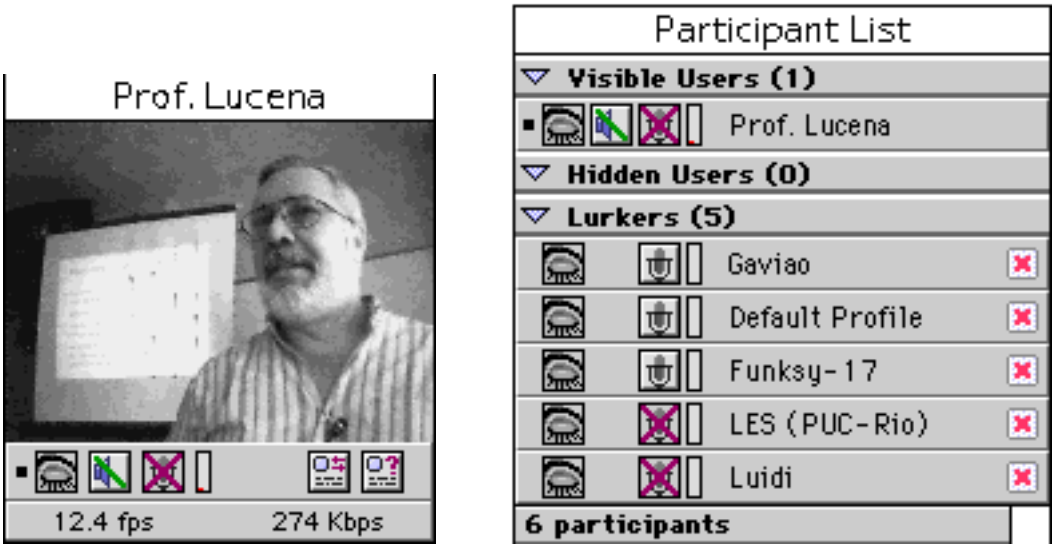

Figura 1 - Janela de vídeo e janela de participantes do CU-SeeMe (etapa 1)

Na segunda fase a sala pública do Refletor foi fechada também para envio de áudio e vídeo, o que melhorou a qualidade do áudio e do vídeo recebidos pelos alunos. Trechos do áudio da aula gravados por alunos participando remotamente das aulas nos foram enviados atestando a boa recepçao.

A formato de apresentação da aula era semelhante ao formato de apresentação de uma palestra. Apenas ao final da exposição do professor eram permitidas perguntas feitas pelos alunos. Essa estratégia procurou minimizar a interação durante a aula. Como só havia um microfone para os alunos presentes à sala de aula, e os alunos não estavam acostumados a esse tipo de aula transmitida ao vivo, haveria uma perda das discussões durante a aula, pois os alunos não se lembrariam sempre de fazer suas perguntas falando ao microfone. Dessa forma, optou-se pela estrutura mais rígida de uma palestra. Ao final da aula, os alunos presentes fisicamente à sala de aula faziam as suas perguntas falando ao microfone e os alunos localizados remotamente faziam as suas perguntas através da janela de *chat* do CU-SeeMe. As perguntas dos alunos localizados remotamente eram recebidas por um assistente do professor e lidas em voz alta através do microfone da platéia. Dessa forma era como se um aluno presente fisicamente na sala de aula estivesse fazendo a pergunta ao professor.

Na terceira fase a taxa de transmissão foi elevada para 300 kbps e foi utilizado um Pentium 200 com 64 Mb de ram executando o sistema operacional Windows NT, exclusivo para a transmissão via CU-SeeMe.

Ao final dessa etapa o equipamento da sala era portanto um Pentium 100, um Pentium 200, uma QuickCam Colour, uma mesa de 4 canais, 2 microfones e um *datashow*.

5.2. Etapa 2

A segunda etapa teve como objetivo a transmissão ao vivo da aula e a sua gravação para posterior consumo pelos alunos. Além da transmissão pelo Refletor, a aula passou também a ser transmitida e gravada via tecnologia Real. Para isso utilizou-se um programa específico da Real—*live encoder*— para a codificação ao vivo da aula, transmitida para o servidor localizado na máquina do Lab-DI.

Essa etapa foi dividida em três fases. Na primeira apenas o áudio foi transmitido pela tecnologia Real utilizando-se para isso o Pentium 100. O Pentium

200 continuou fazendo a transmissão da aula através do CU-SeeMe—áudio, vídeo e *chat*.

A segunda fase envolveu a gravação do áudio através da tecnologia Real. Como a transmissão e gravação do áudio via Real demandava uma capacidade de processamento maior, substituiu-se o Pentium 100 por um outro Pentium 200 pois a compressão do sinal de áudio gerado é feita pelo processador durante a transmissão. A taxa utilizada para a transmissão de áudio através do Real foi de 6,5 kbps.

A terceira fase envolveu a gravação também do vídeo através da tecnologia Real. A figura 2 a seguir apresenta a tela do computador de um participante remoto acompanhando uma aula durante esta fase. Pode-se ver as janelas do CU-SeeMe e também a janela do RealPlayer com a imagem do professor Lucena.

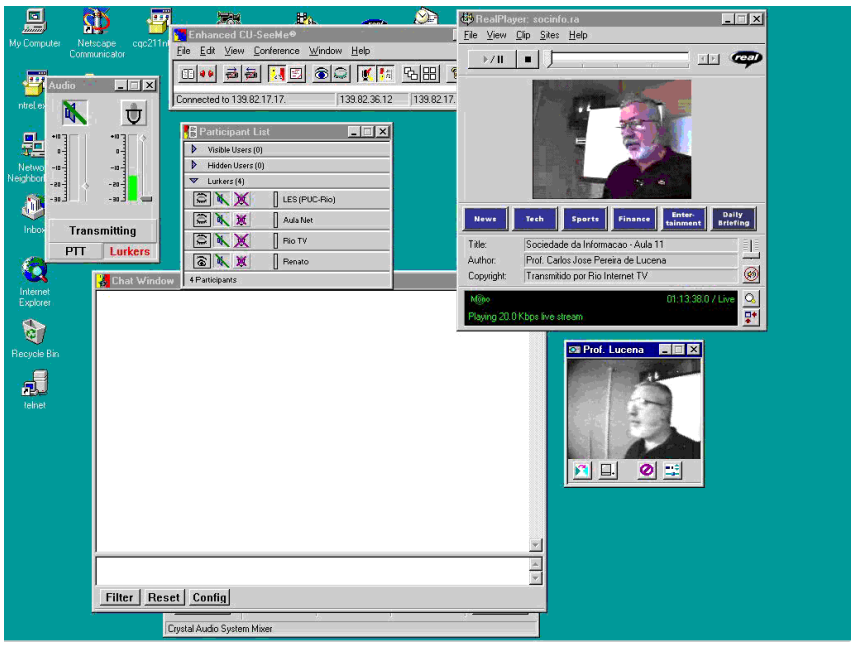

Figura 2 - Tela de um participante remoto com o CU-SeeMe e o Real

Para que a gravação do vídeo fosse possível foi necessária a aquisição de uma máquina bem mais potente do que as utilizadas anteriormente no experimento. A máquina especificada foi um Dual Pentium Pro 200 com 128 Mb de ram, sistema operacional Windows NT,uma placa de captura de vídeo Osphrey 100 e uma câmera de vídeo Videolabs Flexcam Pro com saída S-Vídeo ao invés da QuickCam. A taxa de transmissão do conjunto áudio e vídeo através do Real foi de 20 kbps. Os arquivos gerados pelo Real ocuparam aproximadamente 3 Mb por hora de gravação, o que é bastante reduzido comparado a outros formatos digitais de vídeo. Um vídeo em formato avi com 34 frames de uma chícara colorida girando com 3 segundos e meio de duração ocupa 86kb. Convertendo esse arquivo para o formato Real este ocuparia aproximadamente 8kb.

5.3. Etapa 3

A terceira etapa teve como objetivo tornar disponível aos alunos as aulas gravadas para que estas pudessem ser consumidas de modo assíncrono.

O *site* do curso foi então reformulado permitindo ao aluno acompanhar o áudio e o vídeo da aula em conjunto com as transparências apresentadas pelo professor, a partir de um *browser* acionado em qualquer plataforma. Para isso, é necessária a instalação do Real *plugin* (*freeware*) no *browser* a ser utilizado. O *download* desse

plugin pode ser feito a partir do próprio *site* do curso assim como a orientação para a sua instalação.

A figura 3 a seguir apresenta uma página do *site* do curso Sociedade da Informação contendo um *frame* com as transparências e outro *frame* com o vídeo de uma das aulas apresentadas pelo professor Lucena.

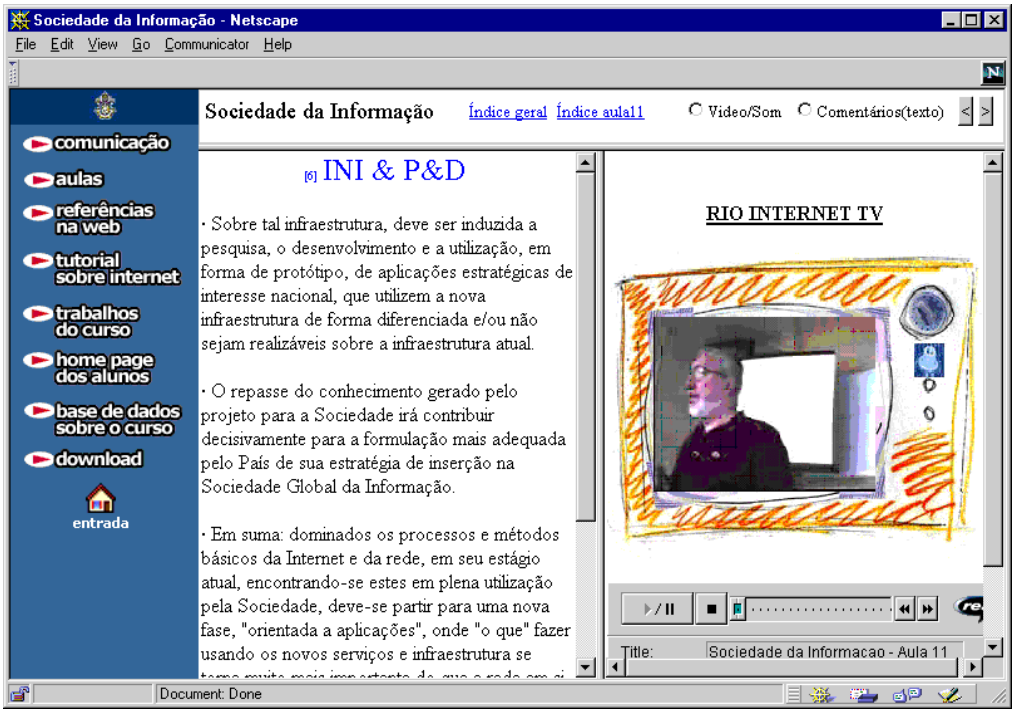

Figura 3 - Página do *site* do curso Sociedade da Informação relativa a uma aula

6. Avaliação

Dentro da rede interna da PUC-Rio a recepção da aula através do CU-SeeMe foi muito boa apresentando uma continuidade de áudio e uma imagem com bastante definição. Fora do ambiente PUC-Rio a recepção variou muito dependendo das conexões dos participantes. O maior problema foi a descontinuidade no áudio pois o CU-SeeMe não efetua a *bufferização* das informações.

Verificou-se que o áudio transmitido pelo Real chegava com mais continuidade apesar de um retardo inicial superior ao do CU-SeeMe. Na figura 2 é possível perceber uma defasagem entre as imagens apresentadas na janela do CU-SeeMe e na janela do Real. Esse retardo é proporcionado pela *bufferização* da transmissão efetuada pelo Real, o que faz com que haja menos perda de informação e maior continuidade—no caso de áudio é crítica. Os relatos de participantes remotos davam conta de uma boa recepção do áudio e do vídeo com algumas interrupções no áudio, porém como existe a *bufferização* a informação foi recebida.

Paralelamente às experiências descritas anteriormente, foram realizadas outras atividades com o objetivo de melhor avaliar o acompanhamento remoto das aulas. Durante o curso foi montada uma sala em outro local dentro da PUC-Rio, porém dentro da mesma LAN, onde alguns alunos puderam acompanhar uma aula dentro do ambiente da rede interna da PUC-Rio. Nesse ambiente, a velocidade da rede era mais alta, aproximadamente 2Mb, do que a obtida por um aluno acompanhando o curso através de um provedor de acesso utilizando um modem de 28.8 kbps. Uma das aulas do curso foi transmitida a partir de Boston pelo professor Eduardo Costa (aula 15) e

foi acompanhada por toda a turma na própria sala de onde o professor Lucena fazia suas apresentações.

A turma de alunos que assistiu a aula em outro local dentro da PUC-Rio, três grupos de dois alunos, relatou que conseguiu de certa forma uma concentração maior, pois necessitou fixar mais a sua atenção para acompanhar a aula. Como essa turma de alunos já havia assistido, fisicamente presentes, a varias aulas na sala onde se encontrava o professor Lucena, eles puderam fazer comparações entre os ambientes da sala de aula e da sala remota. Eles relataram que o ambiente da sala de aula, escuro devido a exibição das transparências, além da grande quantidade de equipamentos utilizados para a transmissão, tornavam o ambiente da própria sala de aula, de certo modo, menos agradável do que o ambiente da outra sala onde acompanharam a aula remotamente. O som dentro do ambiente PUC-Rio chegou com bastante clareza e permitiu um bom acompanhamento da aula.

A troca de transparências foi uma das dificuldades encontradas pelos participantes remotos. As transparências de cada aula do curso eram colocadas no *site* do curso. Durante uma aula ao vivo os alunos remotos podiam receber o áudio e o vídeo do professor Lucena, transmitidos através do CU-SeeMe e do Real, e acompanhar o seu conteúdo através das transparências colocadas no *site*. Como não foi utilizado um mecanismo de sincronização entre o *browser* da sala de aula e os *browsers* dos ambientes remotos, os participantes remotos não sabiam quando o professor Lucena efetuava uma troca de transparências. Esse problema foi minimizado com a indicação que um dos assistente do professor fornecia através do *chat* do CU-SeeMe, informando quando uma troca de transparências era efetuada. O próprio professor, durante o curso, foi se adaptando ao fato de haverem alunos assistindo remotamente a aula, indicando sempre que possível a transparência corrente.

Outra dificuldade encontrada pelos participantes deste experimento foi relacionada à parte técnica das transmissões e gravações. Noções de iluminação de cena, posicionamento de câmera, para citar dois exemplos, podem fazer uma grande diferença no resultado técnico final. Tanto o professor como o pessoal encarregado da manipulação dos equipamentos não tinham experiência nesse tipo de atividade. O professor ministrava a aula normalmente dirigindo-se à platéia presente, o que não é necessariamente o melhor posicionamento para os participantes remotos. A parte de edição das aulas gravadas também não oferecia muitos recursos. Muitas intervenções e eventuais erros ocorridos durante uma aula ao vivo não fazem sentido em uma aula gravada. Infelizmente, no momento, os recursos de edição dos arquivos no formato Real são bem precários, o que dificulta a supressão desses erros.

Como avaliação geral podemos concluir que os participantes remotos conseguiram consumir as aulas, tanto síncrona como assincronamente, recebendo as informações com clareza, principalmente o áudio transmitido através da tecnologia Real. As aulas síncronas puderam ser acompanhadas através das duas tecnologias, com a interação sendo realizada através do *chat* do CU-SeeMe.

7. Recomendaçôes

Nesta seção são apresentadas algumas recomendações úteis para a equipe de gravação de uma apresentação transmitida através da *web*.

Como os algoritmos de compressão de vídeo são baseados nas mudanças ocorridas na imagem gerada é aconselhável que a câmera não apresente movimentos bruscos. A tabela 1 a seguir apresenta algumas recomendações que podem melhorar a qualidade de uma imagem para consumo via web.

Montar a câmera de vídeo sobre um tripé para evitar o balanço natural que ocorre quando o operador segura a câmera na mão
Definir um quadro de imagem que tenha um fundo que não apresente movimentos (evitar por exemplo um quadro de imagem com carros passando ao fundo)
Utilizar uma iluminação que realce o contraste das imagens
Evitar imagens muito próximas ao rosto de uma pessoa falando pois nesse caso a área de imagem em movimento será maior do que se a câmera estiver com seu foco mais aberto
Evitar ao máximo as transições de imagens como por exemplo *zoom* e *pan*
Evitar cortes bruscos de imagens

Tabela 1 - Recomendações para a transmissão e gravação de aulas via *web*

Recomenda-se também que as aulas transmitidas ao vivo sejam gravadas em algum suporte físico. É aconselhável que se utilize uma câmera que possua um mecanismo para gravação de fita, como é comum em câmeras VHS, diferentemente de câmeras projetadas especialmente para *desktops*, como a QuickCam, que apenas captam a imagem para o computador. Dessa forma é possível digitalizar o vídeo gravado em formatos diferentes do formato Real, além de se ter um *backup* da aula original. Essas imagens podem então ser manipuladas e depois serem convertidas para o formato Real com qualidades e taxas de transmissão diferentes. Pode-se, por exemplo, gerar uma versão com 3 fps—*frames* por segundo—a uma taxa de 28kbps para consumo através de modem e uma outra versão com 5 fps a uma taxa de 45 kbps para consumo em uma Intranet.

A equipe de gravação deve ter em mente que a produção de um vídeo para *webcasting* tem suas próprias características. Como essas imagens são mais simples do que as produções consumidas pelo *broadcast* de televisão, um equipamento de pequeno porte—uma ou duas câmeras fixas em tripés com uma pequena mesa de áudio e um chaveador simples de imagens—pode produzir resultados bastante satisfatórios. O mais importante é que o consumidor consiga capturar o conteúdo que se deseja transmitir, a informação propriamente dita.

8. Conclusões e Trabalho Futuro

O experimento deste trabalho envolveu a utilização de duas tecnologias de videoconferência através da Internet em um curso regular da pós-graduação do Departamento de Informática da PUC-Rio.

A tecnologia CU-SeeMe se mostra adequada para eventos síncronos com necessidade de interação entre os participantes, reuniões para estudo em grupo, sessões de esclarecimentos de dúvidas entre monitores e alunos, etc.

A tecnologia Real se mostra adequada para o *broadcast*—sem interação—de informações, já que tem uma boa qualidade de áudio e vídeo a baixas taxas de transmissão e com uma boa garantia de continuidade do áudio, que na maioria dos casos é a parte mais crítica.

Há outras tecnologias disponíveis para transmissão de vídeo na Internet, como por exemplo, o WebCam32 <http://www.kolban.com/webcam32/>. Essa tecnologia permite que se coloque uma imagem ao vivo diretamente em uma página exibida em um *browser*, sem capacidade de interação e sem áudio.

As tecnologias de videoconferência através da web ainda estão em sua fase inicial e apresentam várias limitações. Os vídeos tem que ser gravados especialmente

para esse tipo de tecnologia com cuidados especiais que tornem menos inconvenientes essas limitações. Essas tecnologias entretanto vêm se desenvolvendo em ritmo bastante acelerado, acompanhando de certa forma o velocidade de adaptação das pessoas a esse novo tipo de comunicação.

Uma questão que ficou bastante clara foi a necessidade de experiência tanto do professor/apresentador como da equipe de gravação nesse tipo de evento. A transmissão de áudio e vídeo ou mesmo a sua gravação exige pessoal capacitado na área de comunicação. O professor precisa ter uma postura adequada frente à câmera de vídeo, além de uma boa empostação vocal. Aspectos que consideramos detalhes, como por exemplo, a cor da roupa utilizada pelo professor, podem ter efeitos que somente profissionais ligados a esse tipo de trabalho têm capacidade para avaliar e orientar de forma correta. O vídeo e o áudio gerados precisam atender a requisitos que os tornem interessantes não apenas do ponto de vista do seu conteúdo mas também do ponto de vista da mídia utilizada. Estamos diante de uma nova forma de consumo de informações. Os professores terão que desenvolver novas habilidades de comunicação em conjunto com profissionais da área de comunicação.

As aulas tendem a se aproximar cada vez mais de um formato relacionado às áreas de entretenimento. A nova geração educada sob a cultura de comunicação digital está sendo acostumada ao consumo de informações descentralizado em oposição ao modelo clássico de confinamento—um professor em uma determinada data e hora passa as informações a um grupo de alunos confinados em um determinado espaço físico—com uma interface cada vez mais parecida com a dos jogos e softwares de entretenimento.

As aulas que não necessitam de interação entre o professor e os alunos podem ser gravadas previamente e editadas através de inúmeros softwares de edição de imagens digitalizadas ou mesmo através dos métodos analógicos lineares tradicionais. O vídeo final da aula pode ser uma composição de imagens do professor em conjunto com outros vídeos e animações. O arquivo final pode então ser digitalizado e convertido para o formato Real sendo então colocado a disposição no *site* do curso para consumo assíncrono.

Como trabalhos futuros estão previstos experimentos com outras tecnologias de videoconferência disponíveis para a Internet como por exemplo o NetShow da Microsoft, o RealFlash da Real—inclusão de recursos gráficos nos vídeos, o novo software LearningPoint da White Pine—voltado para aplicações educacionais. Além dessas pesquisas o desenvolvimento do AulaNet™ implica em novos experimentos utilizando a tecnologia de videoconferência em ambientes para aprendizado através da *web*. Uma outra área de grande interesse é a pesquisa de formas de sincronização de diversas informações diferentes, como por exemplo a sincronização de informações apresentadas no *browser* com o áudio e imagem exibidos em uma outra janela.

9. Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq: Carlos Laufer processo nº 143296/96-5, Hugo Fuks processo nº 352820/96-9, Carlos J. P. Lucena processo nº 300031/92-0. Gostaríamos também de agradecer a toda a equipe do AulaNet™ pela sua colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

10. Referências

Bender, R., Creating communities on the Internet: electronic discussion lists in the classroom, Computers in Libraries v15, n5, pp 38-43, May 1995

Calvo, R., Jeronimo, V., The Internet: Access Avenue for Videoconferencing, Proceedings of Inet'96, Montreal, Canada, June 96 <http://info.isoc.org/isoc/whatis/conferences/inet/96/proceedings/g1/g1_2.htm>

IDC, Web-based Education/Training, International Data Corporation, Special Report, February 1997

Elsworth, J. H., Education on the Internet, Sams Publishing, 1994

Laufer, C., Fuks, H., Distributed Administration—Service Integration on the World Wide Web, Proceedings of WebNet'97, pp 675-676, November 1997

Lucena, C.J.P., Fuks, H., Milidiú, R., Macedo, L.T., Santos, N., Laufer, C., Fontoura, M.F., Neves, P., Crespo, S., Cardia, E., Torres, V., AulaNet™: Um Ambiente para Desenvolvimento e Manutenção de Cursos na WWW, Monografias em Ciência da Computação, MCC45/97, Departamento de Informática, PUC-Rio, Dezembro 1997

McLuhan, M.; Understanding Media: The Extensions of Man; New American Library, New York, 1964

Quintana, Y., Evaluating the Valeu and Effectiveness of Internet-Based Learning, Proceedings of Inet'96, Montreal, Canada, June 96 <http://info.isoc.org/isoc/whatis/conferences/inet/96/proceedings/c1/c1_4.htm>

Rice, J., Farquhar, A., Piernot, P. & Gruber, T., Using the Web Instead of a Window System; Proceedings of Computer-Human Interface, pp 103-110, April 1996

Romiszowsky, A.,J., Web-Based Distance Learning and Teaching: Revolutionary Invention or Reaction to Necessity?, Web-based instruction, pp 25-37, Educational Technology Publications, New Jersey, 1997

Schindler, E., Video Conferencing in the Real World, Network Magazine, pp 52-58, September 1997 <http://www.networkmagazine.com>

Tapscott, D., Growing Up Digital: The Rise of the Net Generation, McGraw-Hill, New York, 1998