

Laboratórios Virtuais para a Melhoria do Processo de Ensino-aprendizagem

Marco A. S. Trentin³

Antônio Venicius dos Santos¹

Carlos Samúdio Perez²

Carlos Amaral Hölbig³

Universidade de Passo Fundo
Instituto de Ciências Exatas e Geociências
Curso de Ciência da Computação
Campus I, Bairro São José, CEP 99001-970
Caixa Postal 611/631
Passo Fundo – RS
Email: trentin@upf.tche.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo investigar as ferramentas e técnicas mais adequadas na construção de laboratórios virtuais na Internet, a serem usados como complemento de aulas presenciais, bem como na Educação à Distância (EAD). Estes laboratórios virtuais estão inseridos dentro de um ambiente de apoio, cujo objetivo é de auxiliar os alunos em seus experimentos. Objetiva também avaliar os impactos da tecnologia e dos ambientes de laboratórios virtuais na educação e no desenvolvimento dos processos cognitivos dos alunos.

Palavras-chave : Educação à Distância, Internet, Realidade virtual

1. Introdução

No estágio atual em que se encontram as redes de computadores com acesso à Internet, pode-se afirmar que no Brasil já existe uma infra-estrutura de rede capaz de suportar novas tecnologias de auxílio na educação, mesmo aquelas que necessitam de grande largura de banda. Pode-se afirmar, também, que a Rede Nacional de Pesquisa (RNP), responsável pela Internet acadêmica no Brasil, já permite atualmente que um grande número de usuários tenham um bom acesso a ela (tempo de resposta aceitável e largura de banda que suporta altos tráfegos gerados). Quanto ao *backbone* comercial brasileiro (que conduz o tráfego dos provedores de acesso comerciais), também pode-se afirmar que ele se encontra atualmente bem dimensionado para

¹Aluno de graduação do curso de Ciência da Computação, bolsista do CNPq.

²Professor do ICEG/UPF.

³Professor do curso de Ciência da Computação da UPF, aluno do doutorado do PGIE da UFRGS.

suportar o tráfego, além de estar em constante atualização. Também contribuem para esta afirmação a disseminação e facilidade de uso, existente hoje, de diversos softwares utilizados para interagir na Internet, e que há cerca de 4 anos não existia (principalmente os *browsers* de navegação no WWW) [TRE97]. Toda essa infra-estrutura e demais características benéficas à educação se justificam

imediatamente, uma vez que, além da maioria das universidades brasileiras, escolas de primeiro e segundo graus estão começando a ter acesso à Internet, sem contar os inúmeros provedores de acesso comerciais que permitem que pessoas que possuam computador, modem e linha telefônica possam acessar a Internet. O que se percebe então é que a Internet hoje, no Brasil, tem condições de auxiliar (e já está começando a auxiliar) na educação, em todos os níveis.

Evidências já pesquisadas afirmam que a informação aprendida é armazenada por muito mais tempo se o aluno é um participante ativo do processo de aprendizado e se a apresentação envolve muitos dos sentidos do aluno. Um estudo relata que as pessoas retêm aproximadamente 25% daquilo que ouvem, 45% daquilo que vêem e ouvem e 70% daquilo que vêem, ouvem e fazem [KAE97].

A partir do início dos anos 90 têm sido desenvolvidos ambientes de aprendizagem baseados em computador orientados por um conjunto de pressupostos do construtivismo e do sócio-interacionismo. Em tais ambientes, enfatiza-se a aprendizagem como um processo de construção no qual os alunos devem ser os principais responsáveis pela sua aprendizagem. Diversos desses ambientes utilizam a hipermídia como ferramenta cognitiva para apoiar processos de construção do conhecimento. Por este motivo, esta tecnologia está sendo considerada bastante promissora para o uso educacional. Estes ambientes, conhecidos como ambientes enriquecidos, de aprendizagem intencional ou aprendizagem produtiva, são interativos, orientados para o aprendiz, e construtivistas, ao mesmo tempo em que engajam os alunos no uso de habilidades de pensamento de nível mais elevado. Desta forma, a aprendizagem é assumida como um processo de construção, ao invés de reprodução do conhecimento, no qual os alunos devem estar no controle de sua aprendizagem e do seu fazer.

Enfim, o laboratório virtual tem por objetivo permitir que alunos realizem práticas e experimentos em um laboratório que fisicamente não existe ou é de difícil acesso, e que este laboratório seja reproduzido com a maior fidelidade possível. Pode ser usado, ainda, para a realização de práticas, como uma espécie de preparação, antecedendo o uso de um laboratório real, por um período indeterminado de tempo, além de ser acessível 24 horas por dia e 7 dias por semana. Este laboratório virtual está inserido dentro de um ambiente de aprendizagem, composto de vários módulos, serviços e recursos adicionais com a finalidade de auxiliar os estudantes em seu aprendizado, tanto na forma individual como em grupo.

2. Proposta de Construção de Laboratórios Virtuais

Este laboratório virtual que está sendo proposto tem por objetivo principal permitir que alunos realizem práticas de conteúdos de disciplinas vistos em aula que requeiram experimentações em laboratórios a fim de melhorar a compreensão e, conseqüentemente, o aprendizado. Química,

Física, Biologia, entre outros, são exemplos clássicos de temas e assuntos que permitem a utilização de laboratórios podendo, conseqüentemente, serem modelados em laboratórios virtuais a Internet. Para a construção dos mesmos, está sendo analisada as teorias de aprendizagem, além de toda a tecnologia de informática e redes de computadores mais adequada ao acesso e bom uso dos ambientes de laboratórios virtuais.

2.1. Fundamentação Teórica

O construtivismo acredita que a realidade é construída pelo aprendiz, baseado em suas experiências [SIL97]. Para que um ambiente de ensino seja construtivista, é fundamental que o professor conceba o conhecimento sob a ótica levantada por Piaget, ou seja, que todo e qualquer desenvolvimento cognitivo só será efetivo se for baseado em uma interação muito forte entre o sujeito e o objeto [FER97]. Juntamente com o construtivismo, pretende-se também usar pressupostos do sócio-interacionismo na concepção do ambiente de laboratório virtual.

Segundo o construtivismo, uma das primeiras exigências é que o ambiente permita, e em muitos casos obrigue, uma interação muito grande entre o aluno e o objeto de estudo. Esta interação não significa apenas apertar as teclas ou escolher entre opções de navegação. A interação deve ir além, integrando o objeto do estudo à realidade do sujeito, dentro de suas condições, de forma a estimulá-lo e desafiá-lo, mas ao mesmo tempo permitindo que novas situações criadas possam ser adaptadas às estruturas cognitivas existentes, propiciando o seu desenvolvimento. A interação deve abranger, não só o universo aluno-computador mas, preferencialmente, também o aluno-aluno e aluno-professor.

2.2 Requisitos Tecnológicos

A construção e utilização de Laboratórios Virtuais, a serem usados através do WWW, na Internet, já é possível atualmente. Mesmo que a construção de um ambiente de Laboratório Virtual seja complexo, envolvendo várias tecnologias, e também o seu posterior acesso, uma vez pronto, necessita de outras tantas tecnologias envolvidas, percebe-se atualmente que todo este conjunto heterogêneo e complexo de pré-requisitos, já existem e estão a disposição, inclusive em nosso país (Brasil). Nos sub-itens abaixo são apresentados uma série de requisitos tecnológicos que justificam e suportam a implementação de laboratórios virtuais.

2.2.1 Ambientes “Userfriendly”

Devido a sua interface gráfica e suporte a mouse, os browsers atuais propiciam que qualquer pessoa, apenas com noções mínimas de informática, possam interagir, com uma relativa facilidade, com ele. Os browsers estão cada vez mais completos, permitindo ao usuário executar diferentes tarefas e se beneficiar de diversas funcionalidades, todas estas através dele.

2.2.2 Exibição Multimídia

Os principais sistemas operacionais, mais recentes, utilizados em microcomputadores, já trazem consigo a capacidade de exibir aplicações de áudio e vídeo sem a necessidade de programas

adicionais (*plugins*). Os browsers mais atuais, além de terem a capacidade de exibir arquivos hipermídia, também possuem esta característica. Abaixo, é apresentado alguns exemplos de formatos destas aplicações já suportadas pelos browsers:

- wave;
- avi;
- midi;
- mpeg;
- vml;
- gif animado;
- aplicações em Flash;
- aplicações em Director.

2.2.3 Técnicas de Programação

Outra grande vantagem propiciada com o advento do WWW foi a capacidade de permitir interação entre páginas de um browser e uma base de dados remota (junto ao servidor de páginas HTML), e também a de gerar conteúdo dinâmico, a partir da entrada de dados pelo usuário que se encontra interagindo com uma página no WWW (CGI). Também, a poucos anos atrás, páginas HTML começaram a “carregar” junto com seu código HTML, códigos de programas, permitindo que as páginas se tornassem mais elaboradas e interativas. São exemplos destes códigos Java, Javascript, XML, PHP e Flash.

2.2.4 Redes Velozes

Um dos maiores entraves percebidos atualmente em relação a Internet, no Brasil, é a velocidade de acesso. Geralmente ela é lenta, com um tempo de resposta, muitas vezes, acima do desejado. Por este motivo, aplicações feitas para o WWW tem utilizado, na maioria das vezes, muito pouco dos recursos de multimídia possíveis e outros que viriam a permitir páginas mais elaboradas, pois as pessoas que constroem estas mesmas páginas estão cientes destas limitações. Porém, esforços no sentido de amenizar este problema já estão sendo realizados, tanto a nível mundial quanto nacional. Podemos citar como exemplo, a nível mundial, a Internet2, e a nível nacional a RNP2 (Rede Nacional de Pesquisa), que teve, muito recentemente, seus enlaces principais de seu backbone aumentado significativamente, a fim de dar vazão a este novo tipo de tráfego que está começando a se tornar cada vez mais presente (de aplicações multimídia) no WWW. Como exemplos de novas tecnologias de redes, com o intuito de propiciar velocidades de conexão maiores, pode-se observar atualmente que existem diversas possibilidades neste sentido. Entre elas:

- Internet2
- Cable Modem
- xDSL
- RNP2
- Fibra óptica
- Wireless

2.2.5 Interação

Com os avanços na área de informática, principalmente nos últimos anos, tanto a nível de hardware quanto a nível de software, percebe-se que novas formas de interação estão surgindo, e cada vez se possibilitando esta interação cada vez mais próxima ao natural. Como exemplo, podemos citar periféricos que permitem esta interação homem-máquina:

- mouse;
- joystick;
- comando de voz;
- monitor touch screen.

2.2.6 Aplicações com Bom Grau de Realismo

Já é possível hoje simular, com grande grau de realismo, aplicações simulando uma realidade, em uma tela de computador ou outros periféricos, que permitam a interação do ser humano, através de seus sentidos. Hoje a realidade virtual já é uma "realidade", possibilitando uma visualização em 3 dimensões, com interação através de capacetes, luvas, caves, etc. Conceitos e aplicações de imersão e tele-imersão também já estão começando a aparecer com maior frequência nas instituições de pesquisa e também de ensino.

2.2.7 Técnicas de Programação

Atualmente, com o avanço e disseminação da Internet, várias novas linguagens e técnicas de programação surgiram, muitas delas poderosas, robustas e flexíveis, e ao mesmo tempo de fácil aprendizado, permitindo que aplicações construídas sejam dinâmicas, bem elaboradas e interativas. Dentre estas linguagens e tecnologias, com capacidade de trabalhar com aplicações na Internet, cabe destacar CGI (C, Perl, Shell Script), Java, Javascript, XML, entre outras.

2.2.8 Capacidade de Armazenamento

Percebe-se, a cada ano que passa, um aumento da capacidade de armazenamento dos discos rígidos de computadores e, ao mesmo tempo, uma redução gradativa e constante do valor dos mesmos. Uma vez que os laboratórios virtuais, como proposto neste trabalho, devam utilizar recursos multimídia sempre buscando uma grande aproximação do real, estes exigirão dispositivos com grande capacidade de armazenamento. Neste sentido, a esta tecnologia atende perfeitamente bem as necessidades de armazenamento de aplicações relacionadas a laboratórios virtuais. O baixo custo dos discos rígidos pode propiciar, também, que disseminação de várias cópias (mirrors) de ambientes de laboratórios virtuais ocorra, com o objetivo de facilitar o acesso (diminuir o tempo de resposta) por parte dos alunos.

2.2.9 Capacidade de Processamento

Com a capacidade fantástica dos processadores dos computadores *desktop* atuais, todos os requisitos citados nos itens acima (ambientes userfriendly, interação em tempo real, realismo, realidade virtual em 3 dimensões, etc), já são perfeitamente possíveis. Enfim, esta capacidade de processamento possibilitará, finalmente, um realismo cada vez maior nas aplicações gráficas que se

utilizam de multimídia e, inclusive, suportar aplicações inteligentes (agentes inteligentes).

2.3. Ambiente de Apoio

Uma vez que a Internet já suporta bem, em grande parte do backbone da RNP e também do backbone comercial no Brasil, tráfego multimídia e também possui uma boa base de ferramentas, técnicas e metodologias (WWW, HTML, CGI, VRML, Java, Javascript, aplicações de áudio e vídeo *on-demand* e *realtime*, entre outros) para desenvolvimento de aplicações multimídia para auxiliar em aulas presenciais, como forma de complemento, bem como podendo ser usada em atividades de Educação à Distância (EAD), propõe-se desenvolver métodos de construção de laboratórios virtuais, considerando que um laboratório é um componente importante de uma aula, onde alunos irão exercitar, “obter a experiência prática”. Particularmente o WWW oferece bons recursos para a simulação de um laboratório real, usando animações e interatividade, além de ser um ambiente “*userfriendly*”, de fácil utilização e interação, mesmo por pessoas com pouco conhecimento, e até mesmo leigas.

Uma mudança significativa, que vem acentuando-se nos últimos anos, é a interação com a Internet não somente através de texto, mas também mediante vídeos, animações, sons, imagens e textos, integrando mensagens e tecnologias multimídia. Então, um laboratório virtual é composto, além de todos os equipamentos tradicionais que um laboratório possui, de um ambiente paralelo de apoio aos alunos. Este ambiente de apoio tem uma série de tecnologias, principalmente multimídia, tais como gráficos em 2 e 3 dimensões, planilhas, imagens utilizando realidade virtual, vídeos, artigos técnicos, boletins informativos, capítulos de livros, referências à Internet, entre outros materiais, e estariam disponíveis para consulta, de acordo com a metodologia de trabalho e a necessidade de cada aluno, para que se possa recorrer a eles sempre que for necessário. Um exemplo poderia ser o seguinte: ao longo de um experimento virtual, o estudante possui dúvidas e gostaria de acessar a aula em que o conteúdo necessário para concluir determinada experiência se encontra. Então, consultando um banco de dados de aula, ele acessa o áudio, vídeo e notas da aula, ou conteúdo adicional do assunto em questão, para auxiliar na conclusão de seu experimento.

Esse ambiente paralelo de apoio conta também com um módulo onde os alunos tem acesso a uma proposta “flexível” de sequência a ser seguida, quando utilizando o laboratório virtual, com o objetivo de ter um melhor aproveitamento. Nele estariam descritos, por exemplo, uma introdução ao experimento a ser realizado, o aparato necessário, os procedimentos a serem seguidos, as análises a serem feitas, referências, entre outros.

Tem se percebido, nos últimos anos, o surgimento de ambientes de aprendizagem inteligentes (ILE - Intelligent Learning Enviroments), ambientes estes que empregam conceitos de inteligência artificial para avaliarem tanto a evolução do aluno perante a utilização do sistema de aprendizado que está sendo utilizado, quanto os benefícios educacionais que os sistemas desenvolvidos se propõem [DUN98]. Como complemento ao laboratório virtual, propõe-se um sistema integrado com o objetivo de gerenciar o aprendizado dos alunos, acompanhado o crescimento de cada aluno e/ou da turma.

O laboratório virtual também guardará os passos executados em um experimento, que possa

tanto estar correto quanto incorreto, para auxiliar posteriormente o estudante na compreensão daquilo que fez, bem como o professor para acompanhar o desempenho de seus alunos. Neste aspecto, o erro deixa de ser uma arma de punição e passa a ser uma situação que leva a entender melhor as ações e conceitualizações. Em um ambiente de aprendizagem que pretenda ter a conduta de acordo com as descobertas de Piaget, é preciso lidar corretamente com o fator do erro e da avaliação. Em uma abordagem construtivista, o erro é uma importante fonte de aprendizagem. O aprendiz deve sempre questionar sobre as consequências de suas atitudes e, a partir de seus erros e acertos, ir construindo seus conceitos, ao invés de servir apenas para verificar o quanto do que foi repassado para o aluno foi realmente assimilado, como é comum nas práticas empiristas. Neste contexto, as formas e a importância da avaliação mudam completamente, em relação às práticas convencionais [FER97].

O laboratório virtual também pretende apoiar a realização de experiências por membros de uma equipe que se encontram dispersos geograficamente. Isto é possível através da Internet. Então, este laboratório usaria a Internet de duas maneiras distintas. Uma primeira forma seria a possibilidade deste laboratório virtual poder ser acessado remotamente por estudantes e/ou outros para realizarem seus experimentos nele. Uma segunda forma seria a possibilidade de um grupo de pessoas realizar um experimento, porém não estando todos presentes fisicamente em um mesmo local, ou seja, permitir atividades em grupo. Um exemplo poderia ser um professor realizando um experimento com a colaboração de alunos remotos. Neste caso, o laboratório virtual possuiria um ambiente interativo para discussões e atividades de grupo, vindo a integrar, neste caso, o professor aos alunos.

3. Laboratório Virtual de Física - Mecânica dos Fluídos

Para alcançar os objetivos deste projeto de pesquisa, decidiu-se construir um ambiente de laboratório virtual na Internet, a fim de facilitar, ao longo da construção, em todas as suas etapas, a investigação e o mapeamento de todos os requisitos necessários na construção do mesmo. Como primeiro tema, optou-se pela área de Física, mais especificamente na área de Mecânica dos Fluídos, por permitir uma boa modelagem gráfica e também possuir capacidade de interação. Na construção deste primeiro ambiente, tivemos o apoio do professor de Física da Universidade de Passo Fundo, Dr. Carlos Samúdio Perez, cuja contribuição maior foi a de permanentemente validar o laboratório que estava sendo construído.

3.1 Ambiente de Apoio do Laboratório Virtual de Física - Mecânica dos Fluídos

Este laboratório virtual de Mecânica dos Fluídos se encontra incluído dentro de um Ambiente de Apoio ao aprendizado de Física através do WWW, com o objetivo de permitir ao aluno o acesso a conteúdos complementares em relação ao visto em sala de aula, além do laboratório virtual propriamente dito para a realização de práticas. Este ambiente de apoio é composto de:

–*Introdução*: é a parte teórica do tema (conceitos), na forma de textos, figuras e animações, explicando o que é “Mecânica dos Fluídos”. O objetivo deste é permitir que o aluno

- tenha acesso ao conteúdo que posteriormente ele irá necessitar para interagir e compreender nas suas futuras experiências realizadas no Laboratório Virtual. Também aqui é apresentado para o aluno situações reais de onde esta tecnologia é empregada; por exemplo: mecânica dos fluídos é muito utilizada em macacos e prensas hidráulicas;
- Exemplos*: neste item é apresentado para o aluno alguns exemplos sobre o tema, no qual ele pode interagir com o mesmo, isto é, quando o aluno for olhar os exemplos, ele encontrará um ambiente no qual ele poderá interagir diretamente na experiência. Por exemplo, no laboratório virtual de Mecânica dos Fluídos, ele poderá escolher a quantidade de água e óleo a ser colocada em um determinado vaso comunicante. Desta forma, ele terá realizado uma experiência virtual simulando um ambiente real;
 - Mural Eletrônico*: conterá as informações atualizadas sobre o assunto em questão, como por exemplo, notícias sobre novas tecnologias que se utilizam de Mecânica dos Fluídos, pesquisas realizadas sobre o assunto, sites que tratam sobre o mesmo, etc. Este mural é atualizado por professores e também pelos próprios alunos. Sendo assim, o Mural Eletrônico funcionará como uma espécie de "quadro de avisos" para informar os interessados sobre Mecânica dos Fluídos. Mas também pode servir, este mesmo mural eletrônico, como um fórum de discussões entre alunos e/ou alunos e professor;
 - Vídeos*: neste módulo pode-se visualizar filmes de experiências reais sobre o mesmo assunto proposto no ambiente virtual junto com comentários técnicos em forma de áudio (neste caso, poderá ser visualizado trechos de experiências realizadas em um laboratório real). Enfim, o aluno poderá ver a experiência sendo feita na prática antes de fazer a sua própria;
 - Exercícios Propostos*: aqui o aluno tem a possibilidade de exercitar seu conhecimento fazendo os exercícios propostos. Estes são semelhantes aos encontrados em livros de Física;
 - Exercícios Resolvidos*: também semelhantes aos livros, o aluno poderá visualizar como exercícios típicos sobre o assunto são resolvidos;
 - Download*: este módulo, na verdade, é uma área que possui mecanismos para enviar e acessar arquivos que são disponibilizados por/para pessoas autorizadas (professores e alunos). A idéia é de que estes arquivos sejam programas ou textos relacionados ao assunto do laboratório virtual específico;
 - Links e Bibliografia*: neste módulo se encontram as referências bibliográficas, tanto de livros e periódicos, bem como de *sites* da Internet, cujo assunto é relacionado ao tema deste laboratório virtual.

4. Resultados e Discussões

Na construção do primeiro laboratório virtual, pode-se observar que existem várias tecnologias que já se encontram robustas para auxiliarem na construção do mesmo. Por motivos de acessibilidade, facilidade de interação e representação através de várias mídias, foi decidido que o laboratório virtual fosse acessado via WWW. Propõe-se a utilização do WWW, através de seus *browsers*, para apoiar o laboratório virtual, pois, como já visto anteriormente, o WWW já possui bons mecanismos para simular um laboratório físico, usando principalmente animações e interatividade através de *forms*, vídeo, e outros recursos multimídia. Outra razão para a utilização do WWW é a sua facilidade em construir sistemas portáteis, extensíveis e modulares [TED97].

Para verificar quais as tecnologias de software mais apropriadas a serem utilizadas na construção do ambiente de laboratório virtual, foi inicialmente pesquisado na Internet e em outras fontes (livros, revistas especializadas de informática, listas de discussões, entre outras), ferramentas e técnicas possíveis de serem utilizadas na construção de ambientes gráficos interativos acessíveis através dos *browsers* no WWW. Das várias tecnologias analisadas, duas se destacaram na construção de ambientes gráficos: VRML e Director. Após testes e análises, optamos em construir o laboratório virtual utilizando o software Director, juntamente com o seu *plug-in* ShockWave. A principal razão desta decisão se deve ao fato de que aplicações feitas em VRML não permitem uma grande interação com o usuário, principalmente no que tange a entrada de valores através de teclado (valores numéricos, por exemplo) e a consequente resposta do modelo de acordo com os dados de entrada. Enfim, percebemos que modelos gráficos feitos em VRML não conseguem reagir fielmente conforme informações entradas pelos os usuários no modelo virtual. Já o Director permite que aplicações gráficas recebam valores e esta mesma aplicação se comporte de acordo com os valores de entrada, bem como os modelos deste laboratório virtual reagir adequadamente a movimentos de *mouse*.

Os motivos, mais detalhados, da escolha do software Director para a construção do laboratório virtual multimídia são os seguintes:

- permite a construção de ambientes que simulam com bom grau de realismo uma realidade;
- o *plugin* necessário para visualizar aplicações feitas no Director, através dos *browsers*, ShockWave, é *freeware* (sem custo), e disponível na Internet;
- permite várias formas de interatividade;
- trabalha com várias mídias (áudio, vídeo, animação);
- aplicações geradas ocupam pouco espaço (arquivos de pequeno tamanho) que, conseqüentemente, trafegam mais rapidamente em uma rede;
- permite a inserção de aplicações gráficas feitas com outras ferramentas, como por exemplo: Flash, VRML, Java dentre outros;
- em pequenas aplicações não é necessário usar diretamente o código fonte para desenvolvê-la, mas pode-se usar a linguagem de programação Lingo, que vem junto com o Director, para deixar o aplicativo mais dinâmico, e também poder trabalhar com equações matemáticas;
- o Director possui a tecnologia Xtras, que permite um melhor desempenho, criação, e importação.

O laboratório virtual deverá vir acompanhado de instruções e procedimentos para realização dos experimentos. Estas orientações também devem seguir as mesmas técnicas e cuidados utilizados em EAD, uma vez que os experimentos serão realizados pelos alunos, muitas vezes sem a presença do professor. É importante que, junto ao laboratório virtual, se permita incluir os objetivos e passos que devam ser seguidos e alcançados, para que se obtenha um bom aproveitamento do laboratório virtual, ou seja, que venha realmente auxiliar no aprendizado do aluno.

Um laboratório virtual, como proposto acima, e principalmente quando se propõe apoiar a realização de experiências por membros de uma equipe que se encontram dispersos

geograficamente, necessita de toda uma infra-estrutura para ser suportado. Necessita de servidores, conexões de redes e tecnologias adequadas, principalmente quando se trata de transferência de aplicações multimídia, aplicações estas que requerem grande largura de banda e também grande capacidade de armazenamento. Para tanto, está sendo analisada as tecnologias de rede que melhor suportam tais necessidades, como por exemplo, envio de vídeo e áudio usando IP multicast, serviços de reserva de banda passante (RSVP), envio de *streams* de áudio e vídeo em tempo real (RSTP), entre outros.

5. Conclusão

Portanto, no momento atual em que se encontram as redes de computadores com acesso à Internet e, conseqüentemente, ao WWW, pode-se dizer que já existe uma infra-estrutura capaz de suportar novas tecnologias de auxílio na educação, mesmo aquelas que necessitam de grande largura de banda. Pode-se afirmar também que já existe disponível, na Internet, várias ferramentas (softwares), muitas delas *freeware* (software livre) que possibilitam a construção de ambientes de apoio a aprendizagem, tais como a descrita neste projeto.

Ambientes de apoio a aprendizagem, como o proposto neste trabalho, permitirão que professores utilizem este instrumento como complemento de suas aulas, possibilitando com isto um incremento no processo de ensino-aprendizagem, dado que todo um conjunto de informações sobre o tema estarão disponíveis neste ambiente, sob a forma de diversas mídias (hipertexto, animações, áudio, vídeo, realidade virtual, etc)..

6. Bibliografia

- [BAC99] BACON, J. **Director 7 and Lingo Bible**. Chicago: IDG Books Worldide, 1999. 964p.
- [BER98] BERNHOLDT D.; et al. **Synchronous Learning at a Distance: Experiences with TANGO**. Documento *on-line* no WWW.
<<http://www.npac.syr.edu/users/trscavo/jsuspring98/>>
- [CAV96] CAVERLY, D.; PETERSON, C. **Foundations for a Constructivist Approach to College Developmental Reading**. Documento *on-line* no WWW.
<http://www.schooledu.swt.edu/Dev.ed/PLAN/Plan_text>
- [DUN98] DUNCAN, D.; BRNA P. **Flexible Intelligent Learning Enviroments (ILEs): Using Agent-based Software Engineering to Build New Agents**. Documento *on-line* no WWW.
<<http://www.caad.ed.ac.uk/~dave/papers/peg2.html>>
- [FER97] FERREIRA, L. **Ambiente de Aprendizagem Construtivista**. Documento *on-line*

no WWW.

<<http://penta.ufrgs.br/~luis/Ativ1/Construt.html>>

- [GRO00] GROSS, P. **Macromedia Director 7 e Lingo – guia autorizado**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2000. 855 p.
- [KAE97] KAESTNER, C.; EBERSPÄCHER, H. **Arquitetura de um Sistema de Autoria para Construção de Tutores Inteligentes Hiperídia**. In: VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 18 a 20 de novembro de 1997. São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, ITA,1997. p. 163-180.
- [KHA99] KHAN, B. H. **Web-based instruction**. New Jersey : Educational Technology , 1999. 463 p.
- [MAJ95] MARTINS, J. A.; PINTO, J. S. **O WWW e o Ensino e Treino à Distância**. Conferência Nacional WWW, 6 a 8 de 1995, Universidade do Minho, Braga, Portugal. Documento *on line* no WWW.
<http://www.inesca.pt/~jsp/p_jsp6.html>
- [MOR96] MORAN, J. M. **A Escola do Futuro - Um Novo Educador para uma Nova Era**. 1.º Congresso Paranaense de Instituições de Ensino. Documento *on line* no WWW.
< http://www.pucpr.br/institutos/sinepe//pales_jm.htm>
- [OTS97] OTSUKA, J. L. **Fatores Determinantes na Efetividade de Ferramentas de Comunicação Mediada por Computador no Ensino à Distância**. Trabalho Individual. CPGCC-UFRGS. 1997.
- [POR97] PORTER, L. **Creating the Virtual Classroom : Distance Learning with the Internet**. [S.l.]: Wiley Computer Publishing, 1997. 260p.
- [SIL97] SILVA, C. **O Construtivismo nos Ambientes de Aprendizagem Baseados na Hiperídia**. In: VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 18 a 20 de novembro de 1997. São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, ITA,1997. p. 441-452.
- [SCO97] SCOTT, J; BUCHANAN, J.; HAIGH, N. **Reflections on Student-Centred Learning in a Large Class Setting**. British Journal of Educational Technology, vol. 28, nº 1, p. 19-30, 1997.
- [TED97] TEDESCO, P.; BARROS, F.; SOUZA, F. **SEI- Sistema de Ensino Inteligente**. In: VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 18 a 20 de novembro de 1997. São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, ITA,1997. p. 49-60.
- [TRE97] TRENTIN, M. **Serviços de Rede para Apoiar um Centro de Ensino Remoto Interativo**. Dissertação de Mestrado. CPGCC - UFRGS 1997.

