AulaNet
Ajudando Professores a Fazer seu Dever de Casa

Carlos J. P. de Lucena, Hugo Fuks, Ruy Milidiú, Carlos Laufer,
Marcelo Blois, Ricardo Choren, Viviane Torres, Leandro Daflon

Laboratório de Engenharia de Software - LES
Instituto de Tecnologia de Software
Departamento de Informática
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
R. M. S. Vicente 225, Gávea, Rio de Janeiro
22453-900, Brasil

email: aulanet@les.inf.puc-rio.br

PUC-RioInf.MCC043/98 December, 1998

Abstract: In this paper we present AulaNet, an environment for the creation and maintenance of Web-based courses designed for the layman. Why the layman? Because the teacher is the one who needs help in the task of creating a Web-based course. AulaNet separates content from navigation and relieves teachers from the Internet programming burden. It differs from other Web-based instruction environments because it lacks the physical elements of the traditional school which are ever present in most of the other environments.

Keywords: Web-based instruction, learningware, communication, coordination, cooperation

Resumo: Neste artigo apresentamos o AulaNet, um ambiente para a criação e manutenção de cursos baseados na Web projetados para o leigo. Por que para o leigo? Porque o professor é a figura que precisa de assistência para a criação de um curso baseado na Web. O AulaNet separa o conteúdo da navegação, aliviando o professor da tarefa de programar para a Internet. O AulaNet difere dos outros ambientes de instrução baseada na Web porque não possui referências a elementos físicos da escola tradicional que estão sempre presentes na maioria dos outros ambientes.

Palavras-chave: instrução baseada na Web, learningware, comunicação, coordenação, cooperação

1. INTRODUÇÃO

A International Data Corporation [1] acredita que a adoção da educação e do treinamento baseados na Web, tanto através de Intranets corporativas quanto através da Internet, apenas começou no segundo semestre de 1997 e se tornará um mercado de 2 bilhões de dólares no ano 2000. O que mais incentiva o treinamento baseado na Web é a necessidade de se encontrar métodos para trazer o treinamento diretamente para o desktop de uma forma *just-in-time* contínua.

A IDC [1] propõe uma classificação dos servidores Web utilizados para a educação e treinamento em dois tipos diferentes. Por um lado, existem os servidores no estilo de campus que facilitam o processo de ensino e aprendizagem e que utilizam múltiplas tecnologias—conteúdo multimídia interativa, interação com instrutores e entre aprendizes, chats e etc. No projeto Internet2 esta tecnologia está sendo chamada de *learningware* [2].

Por outro lado, existem os servidores que oferecem cursos multimídia projetados e desenvolvidos através de uma tecnologia única—um título baseado em uma tecnologia específica, por exemplo, authorware, que utiliza a técnica de Desenho Instrucional. Neste caso, o site na Web substitui o CD como mídia para o oferecimento de um *courseware*.

O movimento construtivista [3] e as novas tecnologias de comunicação [4] desafiaram esta concepção, propondo que esta não é a única forma de se dar suporte ao aprendizado. Cada vez mais as pessoas aprendem sem o apoio do Desenho Instrucional. Em várias circunstâncias, o aprendizado natural é mais eficiente do que o aprendizado baseado em um Desenho Instrucional [5].

Precisamos entender como sistemas de instrução estabelecidos (como por exemplo, as salas de aula) podem migrar para uma organização mais aberta, na qual parte da instrução poderia, talvez, ser dada de acordo com o "modelo de comunidade dinâmica para aprendizagem".

Um processo de aprendizado, em qualquer nível de instrução e treinamento, normalmente incorpora as seguintes ações [2]: (a) estabelecer os objetivos do processo de aprendizagem; (b) encontrar e revisar (ou criar) os materiais instrucionais; (c) avaliar o nível de conhecimento dos alunos; (d) fornecer material apropriado aos alunos; (e) definir a forma de acesso dos alunos aos componentes/módulos; (f) revisar e acompanhar o progresso dos alunos e intervir quando necessário; (g) oferecer e gerenciar a comunicação entre aluno e instrutor e entre alunos (tanto síncrona quanto assíncrona); (h) avaliar o processo de aprendizagem, e; (i) preparar relatórios com os resultados do processo de aprendizagem.

O AulaNet é um ambiente de aprendizagem cooperativo baseado na Web desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software (LES) do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), para a criação e assistência de cursos a distância. Atualmente, o AulaNet está disponível em português <www.les.inf.puc-rio.br/aulanet>, em inglês <english.les.inf.puc-rio.br/aulanet> e a sua versão em espanhol está em desenvolvimento. Na sua versão em português, existem 1050 alunos e 240 professores registrados. Estes professores estão desenvolvendo 72 cursos (dos quais 22 estão publicados, i.e. disponíveis para consumo) sobre os mais variados assuntos, com um total de 509 alunos matriculados.

Nas próximas seções apresentamos uma abordagem cooperativa para a instrução baseada na Web e um framework conceitual para a aplicação de tecnologias de informação à educação. Também apresentamos uma descrição do ambiente AulaNet, incluindo aspectos relativos a sua implementação. Finalmente, apresentamos nossas conclusões e os resultados que acreditamos que serão alcançados no futuro.

2. UMA ABORDAGEM COOPERATIVA PARA A INSTRUÇÃO BASEADA NA WEB

A maioria dos ambientes digitais de aprendizado utilizam metáforas físicas da escola tradicional: corredores, quadros negros, secretarias, salas de aula, bibliotecas, etc. No entanto, acreditamos que o aprendizado e os aspectos intelectuais do trabalho—onde estas metáforas não se aplicam tão bem—estão se tornando a mesma coisa. Assim, propomos uma abordagem cooperativa, baseada na idéia de que para cooperarem, as pessoas têm que se coordenar e para se coordenarem, as pessoas têm que se comunicar. Desta forma, as palavras-chave da nossa abordagem são *comunicação*, *coordenação* e *cooperação*.

A explosão do número de ambientes de educação a distância pode ser creditada, em parte, à Internet, sede virtual da cultura de comunicação digital em constante expansão. Existem três aplicações Internet essenciais ao AulaNet: o correio eletrônico, a World Wide Web e a videoconferência digital.

A cultura de comunicação digital está forçando uma mudança do paradigma *push* da educação tradicional que ocorre no confinamento entre quatro paredes de uma instituição—uma herança dos tempos da Revolução Industrial—para um sistema de educação no estilo *pull*, onde escolha e qualidade são essenciais. Portanto, os aspectos de entretenimento dos materiais didáticos deverão, consequentemente, se tornar um fator decisivo quando os alunos saírem a procura de cursos. Os professores e as suas respectivas instituições deverão se preparar para competirem em um mercado no qual, por exemplo, a Lucas Learning está lançando seu primeiro título, o *Star Wars DroidWorks*, que ensina adolescentes os princípios do magnetismo, energia, eletricidade e força em uma fábrica de robôs virtual [6].

3. UM FRAMEWORK CONCEITUAL PARA A APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO À EDUCAÇÃO

Os objetivos do AulaNet são: (a) promover a adoção da Web como um ambiente educacional; (b) contribuir com mudanças pedagógicas, dando suporte a re-criação, e; (c) encorajar a evolução do conhecimento—tanto para os alunos quanto para os professores.

Para implementar estes objetivos, os seguintes recursos foram previstos para o ambiente AulaNet:

(i) **Integração Total**: o AulaNet tem um conjunto de ferramentas para alunos e professores, projetados para os diversos estágios do processo de aprendizado. Um ambiente integrado permite que alunos e professores interajam em múltiplas dimensões, analisem os mesmos dados com diferentes ferramentas e atinjam diversos objetivos no âmbito do mesmo ambiente.

(ii) **Colaboração Global**: o AulaNet foi criado a fim de dar assistência ao processo de aprendizado. Os alunos podem não apenas colaborar em projetos pré estabelecidos, mas também iniciar novos projetos e encontrar novos parceiros.

(iii) **Tecnologia Transparente**: para promover a sua adoção, o AulaNet está sendo projetado para funcionar da maneira mais transparente possível para os usuários. Para isso, ele usa um Web browser como interface. Desta forma, tecnicamente, o único software que um usuário precisa é um browser. Em segundo lugar, a natureza de independência de plataforma da Web evita que o usuário precise mudar de plataforma. Em terceiro lugar, o AulaNet permite que o usuário reutilize materiais com os quais já tem familiaridade. Finalmente, o AulaNet possui uma estrutura interna e mecanismos que permitem que alunos e professores gerenciem e tornem disponíveis seus dados em um servidor Web. Os usuários não precisam saber nada sobre programação ou codificação e transferência de documentos Web (ex.:

HTML, CGI, FTP, JAVA, HTTP, etc.).

(iv) **Flexibilidade**: para promover a sua adoção e re-criação, o AulaNet está sendo projetado com o máximo de flexibilidade em termos de crenças pedagógicas. O AulaNet prevê recursos para dar suporte tanto para formas antigas e novas de ensino e aprendizagem. Por um lado, dá suporte ao uso de transparências e apostilas convencionais e, por outro lado, usa mecanismos como News e videoconferência.

(v) **Facilitação da Construção e Refinamento do Conhecimento**: para auxiliar o aluno a ver a evolução do crescimento do conhecimento, o AulaNet mantém um histórico das várias possibilidades de interação. O AulaNet também possui a facilidade para que alunos e professores continuem discutindo os temas passados através de um servidor de News, após a sua apresentação pelo instrutor.

(vi) **Tecnologia Comum**: o uso de tecnologia disponível reduz o custo e encoraja a adoção, reduzindo a tarefa de treinamento de usuários. O AulaNet possui um conjunto de ferramentas existentes interfaceadas pela Web.

(vii) **Evolução do Conhecimento e das Habilidades**: ao invés de oferecer um conjunto fixo de material instrucional, o AulaNet cria um ambiente onde os cursos possam estar em um estado de evolução permanente. Por exemplo, os trabalhos dos alunos de um curso estarão disponíveis como subsídios para alunos do próximo curso.

(viii) **Acesso ao Acervo de Cursos**: o conteúdo de curso criados com o AulaNet evoluem no tempo e são armazenados em um banco de dados. Toda informação pode ser facilmente recuperada a qualquer momento.

Os cursos do AulaNet se baseiam nas seguintes premissas:

1. O autor do curso não precisa ser necessariamente um especialista em Internet;
2. Os cursos criados devem possuir grande capacidade de interatividade, a fim de atrair a participação intensa do aluno no processo de aprendizado;
3. Os recursos oferecidos para a criação de cursos devem corresponder aos de uma sala de aula convencional, acrescidos de outros normalmente disponíveis no ambiente Web;
4. Deve ser possível a reutilização de conteúdos já existentes em mídia digital, através da importação de arquivos, por exemplo.

4. DESCRIÇÃO DO AULANET

O projeto AulaNet começou em junho de 1997, no Laboratório de Engenharia de Software (LES), do Departamento de Informática da PUC-Rio. Com base na disponibilidade de ferramentas testadas no LES, a seguinte lista preliminar foi proposta: (a) publicação de livro texto na forma de hipertexto; (b) publicação de textos associados às aulas; (c) gravação das aulas presenciais; (d) transmissão online das aulas presenciais; (e) publicação de projetos dos alunos; (f) avaliação dos alunos (provas, etc); (g) utilização de transparências junto com suas descrições; (h) interatividade na Internet; (i) uso de News; (j) forma de suporte online para organização de cursos; (k) alunos como provedores de informação; (l) uso de animação, vídeo, etc; (m) uso de software pelos alunos; (n) aulas de laboratório, e; (o) definição do Processo de Desenvolvimento de Aprendizagem.

Com o AulaNet será mais fácil criar cursos a distância através da Internet que possuem um alto nível de interatividade, sem necessitar que o autor seja um *expert* em ambientes para a Web. Além disso, o curso criado irá reutilizar conteúdos que já existem em formato digital.

Por outro lado, muito trabalho deve ser feito para preparar materiais didáticos de boa qualidade, isto é, mesmo sem restringir a criatividade, existe pouco espaço para improvisações. É importante que seja oferecido apoio institucional. Embora o esforço inicial gaste muito tempo, os professores devem sempre ter em mente que a maioria dos materiais preparados serão reutilizados em períodos subsequentes. Além disso, o AulaNet é somente uma ferramenta e não assegura automaticamente a qualidade dos curso que serão oferecidos através de sua utilização.

4.1 ATORES

O AulaNet considera que os seguintes atores estão envolvidos no processo ensino/aprendizagem:

1. O Administrador, que facilita a integração professor/curso/aprendiz, e lida com as questões de natureza predominantemente operacionais, como a matrícula de alunos e outras tarefas de secretaria.
2. O Aluno, que agora se transforma em Aprendiz e é o usuário final do curso, representando o público alvo, para quem se destina o produto final obtido da utilização do AulaNet.
3. O Professor, que é o cliente principal do AulaNet. Ele é o criador do curso, aquele que participa desde a sua descrição inicial até a entrada de conteúdo. Ele pode ou não ser o responsável pela aplicação do curso. Caso ele seja, então ele também faz o papel de instrutor, que pode ou não ter o auxílio de um monitor, que lida com os aspectos práticos do curso, além de ajudar a avaliar os alunos.

O maior problema encontrado pelos professores que desejam colocar seus materiais na Internet é aprender e dominar uma variedade de linguagens de programação, que é necessária para esta tarefa. Acreditamos que o professor precisa dominar a sua área de conhecimento e não necessariamente ser obrigado a ter um conhecimento profundo sobre Internet. Levando isso em consideração, o AulaNet foi projetado para facilitar a tarefa do professor. Como? Principalmente por separar conteúdo da navegação.

Deve ser possível se criar conteúdo sem lançar mão de qualquer tipo de navegação de baixo nível, como por exemplo, hiperlinks. O professor, agora atuando como autor, deve utilizar seu processador de texto usual para preparar documentos e salvá-los em formatos suportados pelo AulaNet, como por exemplo HTML. Fazendo isso, o autor se concentra apenas no seu tema de trabalho, evitando a necessidade de qualquer programação para a Internet. A atualização, reutilização e migração destes materiais é facilitada para o autor.

Na próxima seção, apresentamos a interface do professor, ilustrando que, por separar o conteúdo da navegação, o professor é liberado da tarefa de programação para Internet.

4.2 A INTERFACE DO PROFESSOR

O AulaNet oferece uma orientação pedagógica ao professor para facilitar a criação e as futuras atualizações de um curso. Esta orientação é realizada pela barra de progresso do curso, mostrada na figura 1 abaixo. Esta barra está localizada no frame inferior da interface do professor (ver figura 2 na subseção 4.2.3 abaixo).

Figura 1: A barra de progresso do curso, vista pelo professor.

O primeiro passo é fornecer as informações gerais sobre o curso.

Os passos 2 a 4 são relacionados à seleção de diversos mecanismos que serão convertidos em serviços—facilidades de navegação de alto nível—para os alunos. O AulaNet vem com um conjunto pré selecionado de mecanismos como um ponto inicial para o professor. Ele pode, sempre que quiser, marcar ou desmarcar os mecanismos de acordo com as suas necessidades pedagógicas. Contudo, o AulaNet não é um software “à prova de idiotas”, isto é, os professores devem entender que, por exemplo, se o método de avaliação de seus cursos são baseados em provas, eles têm que selecionar **Provas** nos mecanismos de coordenação. Além disso, se eles desmarcarem o mecanismo de comunicação de **Grupo de Discussão**, todas as mensagens previamente armazenadas serão perdidas.

O passo 5 é usado para se definir o plano de aulas do curso.

Finalmente, o passo 6 é dedicado à entrada de conteúdo para as lições definidas no passo 5, de acordo com os diversos mecanismos selecionados nos passos 2 a 4. Dois pontos devem ser clarificados sobre este passo: (a) não há necessidade de se configurar qualquer um dos mecanismos selecionados, e; (b) inserir conteúdo basicamente significa realizar a mesma tarefa que é necessária para se fazer uma transferência de um arquivo no seu computador pessoal executando o Windows. Primeiro o material é preparado e salvo em um formato aceito pelo AulaNet. Então, durante a entrada de conteúdo para um serviço específico, o professor é levado a selecionar o arquivo que deverá ser transferido para o servidor AulaNet. Os materiais podem ser preparados pelos professores utilizando ferramentas de autoria ou podem ser obtidas de terceiros. O que o professor precisará no passo 6 é simplesmente o arquivo que será mostrado como conteúdo.

Os mecanismos do AulaNet, como podem ser vistos na barra de progresso da figura 1 acima, vêm classificados nos três grupos mostrados nas subseções seguintes.

4.2.1 MECANISMOS DE COMUNICAÇÃO

Estes mecanismos oferecem os meios para a comunicação ente o professor e os alunos e entre alunos. O AulaNet oferece os seguintes mecanismos de comunicação:

Contato com o professor permite a comunicação assíncrona, através de correio eletrônico entre os alunos e o professor;

Grupo de Discussão é a lista de discussão do curso. Toda mensagem postada é enviada para a caixa de correio de todos os participantes do curso, além de ser armazenada no ambiente para futuras consultas;

Grupo de Interesse permite a discussão encadeada sobre um assunto específico, como é feito nas ferramentas de Newsgroups, e;

Debate permite a comunicação síncrona que pode ser puramente textual, utilizando-se uma ferramenta de chat, ou multimídia, utilizando-se o software de videoconferência de baixo custo, chamado CU-SeeMe [7, 8].

O AulaNet é uma *high-tech solution* para o *low end user*, e a baixa disponibilidade de banda é um problema geral, principalmente para aquel usuário conectado à Internet através de um modem usando POTS (Plain Old Telephone System). Por esta razão, o AulaNet é direcionado principalmente para a comunicação assíncrona ao invés da comunicação síncrona, que tipicamente necessita de grande banda passante. Uma ferramenta de chat e um software de videoconferência de baixo custo são utilizados para suprir as formas de comunicação síncrona. Sem mencionar o problema de banda passante, a comunicação síncrona é bastante cara e difícil de gerenciar, como por exemplo, organizar uma videoconferência ao vivo em um horário específico, envolvendo pessoas de diversas partes do mundo, que vivem em fusos horários diferentes. Além disso, a comunicação síncrona é uma característica reminescente da classe da escola tradicional.

Comunicação assíncrona por outro lado, usa menos banda passante, e permite a possibilidade de consumo sob demanda, o que, por exemplo, minimiza o problema de fuso horário mencionado acima. Ela também oferece aos alunos a liberdade de escolha para escalonar suas tarefas de aprendizado de acordo com as suas possibilidades.

4.2.2 MECANISMOS DE COORDENAÇÃO

O AulaNet oferece mecanismos de coordenação para o planejamento de tarefas e para a avaliação. O AulaNet oferece os seguintes mecanismos de coordenação:

Agenda é o mecanismo para o planejamento de eventos como chats e anúncios de prazos;

Notícias do Curso é um quadro de avisos onde as notícias sobre o desenrolar do curso são colocados;

Prova permite a avaliação dos alunos através de provas;

Trabalho permite a avaliação dos alunos através de trabalhos, e;

Exercício permite a avaliação dos alunos através de exercícios.

Enquanto **Agenda** e **Notícias do Curso** são mecanismos de coordenação baseados em tempo, os outros mecanismos de coordenação—**Prova**, **Trabalho** e **Exercício**—são baseados em competência.

O AulaNet oferece três métodos de avaliação: **Prova**, **Trabalho** e **Exercício**. Através de exercícios e trabalhos, os aprendizes podem debater, criar projetos e compartilhar experiências, isto é, participar ativamente do processo de aprendizado. As provas são gerenciadas por uma ferramenta de criação e correção automática desenvolvida no LES, chamada Quest [9]. Esta é a única ferramenta de autoria fornecida pelo ambiente AulaNet, e permite que o autor crie provas online para fazer a avaliação formativa do processo de aprendizagem, enfatizando a importância dos aspectos cognitivos da aprendizagem.

Os objetivos do Quest são: auxiliar o autor na criação de provas para uma grande audiência, dar feedback aos alunos e gerar relatórios para o professor. Estes relatórios são importantes para que o professor seja capaz de avaliar o quanto os alunos aprenderam e o seu relacionamento com os objetivos do processo de aprendizagem.

4.2.3 MECANISMOS DE COOPERAÇÃO

Estes mecanismos provêm os meios para a cooperação entre o professor e os alunos e entre alunos. Neste caso, cooperação [10] deve ser entendida como a preparação do material que os alunos consumirão e também, numa visão construtivista, como a permissão para que outras pessoas (outros professores e alunos) possam preparar materiais que poderão ser incorporados ao curso. Acreditamos que, como o mestre Zen, deve-se oferecer ao professor o peixe e a vara de pescar. O AulaNet oferece os seguintes mecanismos de cooperação:

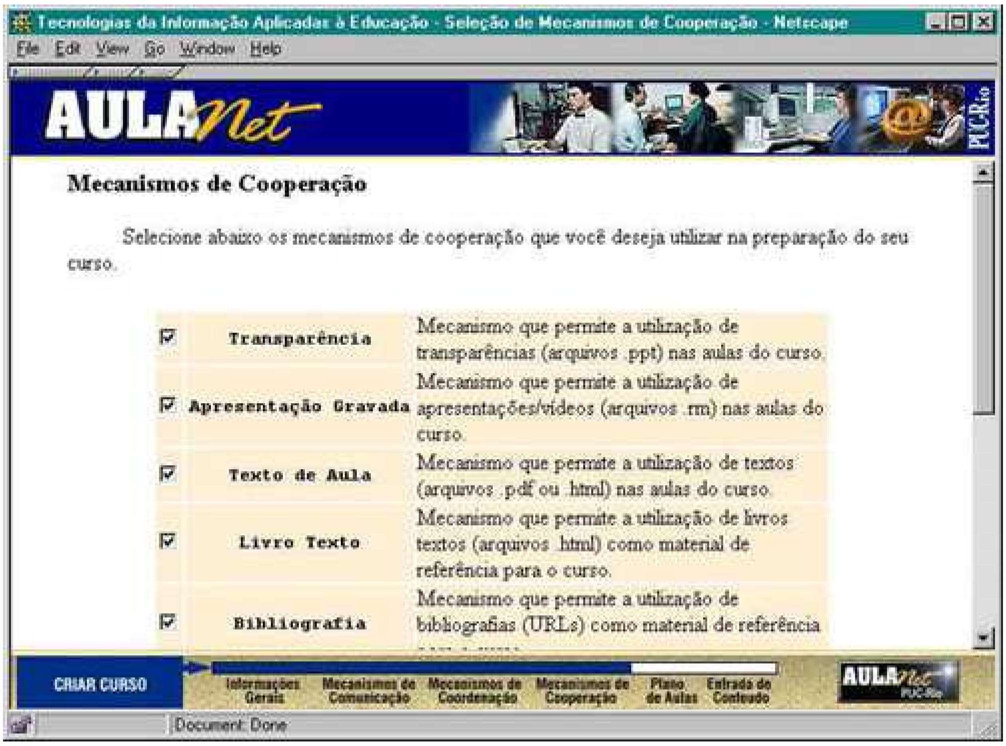

Figura 2: Os mecanismos selecionados pelo autor são convertidos em serviços suportados pelo AulaNet

Transparência é o mecanismo que permite a utilização de transparências (arquivos PPT) como material certificado do curso;

Apresentação Gravada [11] é o mecanismo que permite a utilização de apresentações gravadas (arquivos RM) como material certificado do curso;

Texto de Aula é o mecanismo que permite a utilização de textos (arquivos PDF ou HTML) como material certificado do curso;

Livro Texto é o mecanismo que permite a utilização de livros texto (arquivos HTML) como material certificado do curso;

Bibliografia é o mecanismo que permite a utilização de bibliografias (URLs ou referências) como material certificado do curso;

Demonstração é o mecanismo que permite a utilização de demonstrações (arquivos GIF, JPG, RM, AVI, MOV) como material certificado do curso;

Co-Autoria de Professor é o mecanismo que permite que o professor convide outros professores para serem co-autores de seu curso; e

Co-Autoria de Aluno é o mecanismo que permite que o professor escolha alunos para prepararem materiais para o curso. Estes materiais deverão ser certificados pelo professor antes de sua utilização no curso.

Quando o professor seleciona **Transparência**, **Texto de Aula** ou **Apresentação Gravada**, ele está, de fato, criando uma área de trabalho que se tornará o que o ambiente chama de **Aula**. No passo 6 da Criação de Cursos (ver 4.2 acima), o professor insere conteúdo na área de trabalho de uma aula. Digamos que um professor de biologia selecionou estes três mecanismos de cooperação, e quer fazer bom uso deles para introduzir o conceito de Divisão

Celular. Uma sugestão seria apresentar transparências mostrando a visão de uma célula específica através de um microscópio, um texto explicando como ocorre a divisão celular e um vídeo mostrando células se dividindo.

Os dois últimos mecanismos de cooperação, **Co-Autoria de Professor** e **Co-Autorioa de Aluno**, são de natureza diferente. Eles permitem que o professor convide outros professores, e também alunos, para dividirem sua áres de trabalho, a fim de construírem conhecimento juntos.

4.3 A INTERFACE DO ALUNO

O poder do aluno é epitomizado pelo controle remoto. Ele oferece o menu de serviços—facilidades de navegação de alto nível—configurado pela seleção, feita pelo professor, dos mecanismos de comunicação, coordenação e cooperação. Os alunos estão familiarizados com o controle remoto por sua utilização nos eletrodomésticos de sua casa. Utilizando o controle remoto, os alunos escolhem entre os diferentes serviços, como por exemplo o Contato com o Professor, Lista de Discussão, Grupo de Interesse, Agenda, etc.

A figura 3 abaixo mostra a interface do aluno para uma aula de um curso no AulaNet. Neste caso específico, o autor usou todos os materiais possíveis permitidos para a área de trabalho de uma aula. Este curso—Tecnologias de Informação Aplicadas a Educação—foi criado pelos autores deste artigo para fomentar o uso da educação a distância, utilizando o AulaNet.

Figura 3: A interface do aluno mostrando o controle remoto

O AulaNet deliberadamente não oferece nenhum tipo de sincronização entre os diferentes materiais pois acreditamos que o aluno deve ter o controle. Um aluno poderia colocar o vídeo em segundo plano e simplesmente ouvi-lo, reiniciar ou avançar o vídeo, fechar a janela de vídeo, mover a divisão entre as transparências e o texto de aula para maximizar a visão de um ou de outro, entre outras tantas opções que existem para otimizar a área de sua tela.

5. A ARQUITETURA DO AMBIENTE

A arquitetura do ambiente AulaNet está baseada na Web. A figura 4 abaixo mostra um esquema da arquitetura do ambiente enfocando seu aspecto cliente-servidor.

O cliente deve ter um browser (Netscape Navigator 4.0 [12] or Microsoft Internet Explorer 4.0 [13]) acrescido de alguns plugins que lhe permitirão ver tipos especiais de materiais. Os plugins necessários são: (i) Microsoft Animation Player [13], para visualizar arquivos de transparência no formato PPT, (ii) RealPlayer [14], para visualizar arquivos multimídia no formato RM to view RM, (iii) Adobe Acrobat Reader [15], para visualizar arquivos de texto no formato PDF, (iv) Macromedia Shockwave [16], para visualizar arquivos multimídia no formato SWF e DCR, e (v) Quick Time [17], para visualizar arquivos multimídia no formato MOV. Todos estes software —browser e plugins—estão disponíveis na Internet.

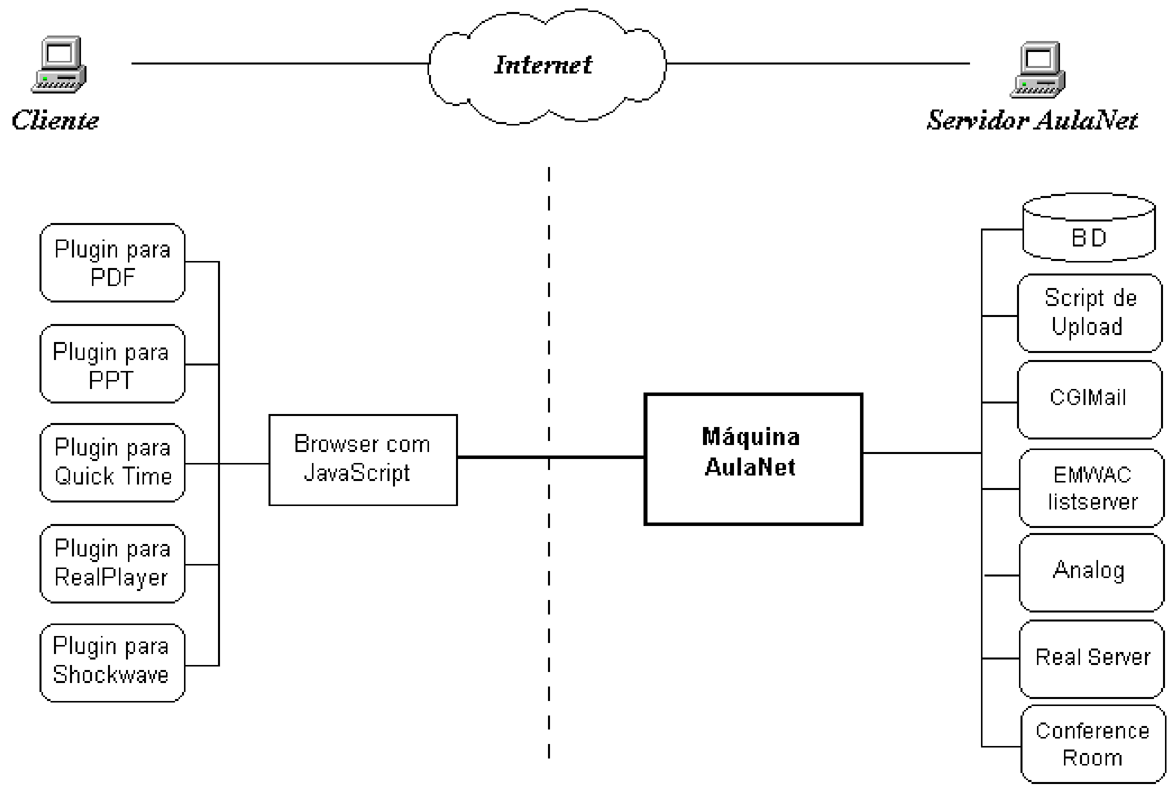

Figura 4: A arquitetura do AulaNet

Uma máquina central, um banco de dados e outros software específicos compõem o servidor AulaNet. A máquina AulaNet é um conjunto de moldes HTML e scripts em CGILua [18], que implementam os módulos de desenvolvimento e assistência do ambiente. Cada módulo é responsável por validar os dados de entrada no lado do cliente através de código JavaScript [19]. Todos os objetos manipulados pela máquina central, como por exemplo, usuários (professores e alunos), instituições e cursos são armazenados em um banco de dados relacional, que é responsável pela persistência destes objetos. Uma camade de objetos Lua faz a interface entre a máquina central e o banco de dados, através de ODBC [13].

Software externos são utilizados para executar os outros serviços oferecidos pelo ambiente. Estes software incluem: Real Networks Basic Server [14]; WebMaster ConferenceRoom [20]; o servidor de listas EMWAC [21]; o script CGIMail [22]; e o Webcom Upload Script [23]. Finalmente, o Analog [24] é usado para gerar estatísticas a partir dos arquivos de log do servidor Web. Somente os dois primeiros software listados acima são comerciais.

6. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

O AulaNet difere da maioria dos ambientes digitais de aprendizagem disponíveis porque se baseia em uma abordagem cooperativa—*comunicação*, *coordenação* e *cooperação*—enquanto a maioria dos outros ambientes relacionados virtualizam os elementos físicos da escola tradicional: corredores, quadros-negros, secretarias, salas de aula, bibliotecas, etc. Para uma comparação preliminar com ambientes relacionados, por favor se refira a [25].

O beneficiário principal deste ambiente é o professor. Com o AulaNet, o professor não precisa saber nenhuma linguagem de programação para a Internet para poder criar, atualizar e oferecer cursos a distância. O AulaNet promove a separação entre o conteúdo e a navegação, liberando o professor da tarefa de programação. Desta forma, a princípio, não existe ônus algum para a migração de conteúdos desenvolvidos para o ambiente AulaNet para outros ambientes similares. É importante enfatizar que, a menos da ferramenta de geração de provas, não existem ferramentas de autoria no AulaNet pois já existem diversas ferramentas de prateleira que são convenientes. O ambiente Web do AulaNet é melhorado com o uso de plugins que possibilitam o consumo dos mais diversos tipos de arquivos através da Web. Até o momento, estamos adaptando o AulaNet a fim de se ajustar aos laboratórios virtuais de outros desenvolvedores. Nesta linha, estamos desenvolvendo o laboratório virtual, entitulado *Ensinado Matemática para Crianças*, utilizando o ambiente CLEW [26].

Os aprendizes—alunos ativos—também se beneficiam da utilização do ambiente. Ao invés de hiperlinks de baixo nível, a navegação é feita através de um menu de serviços de alto nível, que ajudam a reduzir o problema de "perdido no hiperespaço". Cursos oferecidos usando o ambiente se parecem estruturalmente, aumentando o sentido de orientação do aprendiz.

Nosso objetivo é oferecer ambientes de construção de conhecimento para comunidades que compartilham o mesmo tipo de interesse. Neste sentido, o AulaNet está sendo moldado para o estabelecimento de uma área de trabalho, pois, conforme mencionado anteriormente, este é um ambiente tanto para a educação quanto para o trabalho, isto é, um ambiente para a criação e gerência de conhecimento por um grupo de pessoas.

Finalmente, muita pesquisa relacionada à tecnologia orientada a objetos está em andamento no Laboratório de Engenharia de Software. Esta pesquisa é duplicada: ao mesmo tempo que o AulaNet está sendo desenvolvido usando esta tecnologia [27], está se realizando uma pesquisa para o desenvolvimento de frameworks [28] orientados a objetos. Esta pesquisa vê o AulaNet como um exemplo deste framework junto com geradores de ambiente de comércio eletrônico como o 2BuyNet [29], que é outra solução baseada na Web concebida e desenvolvida neste laboratório.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente finaciado pela Fundação Padre Leonel Franca <www.fplf.org.br> e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) através de seu Programa de Núcleos de Excelência (PRONEX) bolsa nº 76.97.1029.00 (3366) e também através de bolsas individuais do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) <www.cnpq.org.br>: Carlos José Pereira de Lucena bolsa nº 300031/92-0, Hugo Fuks bolsa nº 524557/96-9, Carlos Laufer bolsa nº 143296/96-5, Marcelo Blois bolsa nº 574638/97-0, Ricardo Choren bolsa nº 141780/98-0, e Leandro Daflon bolsa nº 113459/95-5.

REFERÊNCIAS

[1] International Data Corporation, Web-based Education/Training, February (1997).

[2] Internet 2: <http://www.internet2.edu>.

[3] S. Papert, The Connected Family, Longstreet Press, (1996).

[4] B. Wilson, Dynamic Learning Communities: An Alternative to Instructional Design Systems, Univ. of Colorado at Denver, Educational Technology Research and Development, March (1976).

[5] M. Ryder, Augmentation of the Intellect: Network Tools and Environments for Learning <http://www.cudenver.edu/~mryderaugment.html> (1994).

[6] M. Baer, Smart Kids? Who Needs 'Em. Wired Magazine, September (1998).

[7] White Pine <http://www.wpine.com>.

[8] CU-SeeMe <http://cu-seeme.cornell.edu>.

[9] R. Noya, M. Ribeiro and H. Fuks, Quest - An Assesment Tool for Web-Based Learning, Proceedings of WebNet'98—World Conference of the WWW, Internet and Intranet, Orlando, USA, November (1998).

[10] L. Harasim, S. R. Hiltz, L. Teles and M. Turoff, Learning Networks: A Field Guide to Teaching and Online Learning, MIT Press 3rd ed (1997).

[11] C. Laufer, H. Fuks and C. J. P. Lucena, Rio Internet TV—AulaNet: Using Videoconference in Web-based Learning, Proceedings of WebNet'98—World Conference of the WWW, Internet and Intranet, Orlando, USA, November (1998).

[12] Netscape Navigator © Netscape Communications Corporation <http://home.nestcape.com>.

[13] Microsoft Internet Explorer and Microsoft PowerPoint Animation Player © Microsoft Corporation <http://www.microsoft.com>.

[14] Real Basic Server and Real Player © RealNetworks <http://www.real.com>.

[15] Acrobat Reader © Adobe Systems Incorporated <http://www.adobe.com>.

[16] Shockwave © Macromedia Inc. <http://www.macromedia.com>.

[17] QuickTime © Apple Computer <http://www.apple.com>.

[18] A. Hester, R. Borges and R. Ierusalimschy, CGILua: A Multi-Paradigmatic Tool for Creating Dynamic WWW Pages. Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Software Engineering, Fortaleza, (1997).

[19] T. Tessier, Using JavaScript to Create Interactive Web Pages. Dr. Dobb's Journal, March (1996).

[20] ConferenceRoom © WebMaster Inc. <http://www.Webmaster.com>.

[21] EMWAC Internet Mail Services for Windows NT © European Microsoft Windows NT Academic Centre (EMWAC) <http://emwac.ed.ac.uk/html/internet_toolchest/ims/ims.htm>.

[22] CGIMail <http://www.stalkerlab.ch/SMailers/download.html>.

[23] Upload Script © WebCom <http://www.Webcom.se>.

[24] Analog: <http://www.statslab.cam.ac.uk/~sret1/analog/>.

[25] C. J. P Lucena,. H. Fuks et all; AulaNet—An Environment for the Development and Maintenance of Courses on the Web, Proceedings of ICEE'98—International Conference On Engineering Education, Rio de Janeiro, August (1998).

[26] M. Ribeiro, R. Noya and H. Fuks , CLEW a Collaborative Learning Environment for the Web, Proceedings of 10th ED-Media'98—World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, pp 1157-1162, Freiburg, Germany, June (1998).

[27] S. Crespo, M. F. Fontoura and C. J. P. and Lucena, AulaNet – An Object-Oriented Environment for Web-based Education. ICLS'98: International Conference of the Learning Sciences, Atlanta, USA, December (1998).

[28] M. F. Fontoura, L. Moura, S. Crespo and C. J. P. Lucena, ALADIN: An Architecture for Learningware Applications Design and Instantiation, MCC34/98, Monografias em Ciência da Computação, Departamento de Informática, PUC-Rio, (1998).

[29] L. X. Fortunato, 2BuyNet: Um ambiente para suporte ao Desenvolvimento e Manutenção de Web Sites comerciais, Master Thesis to appear, (1999).