

AulaNet: Ajudando Professores a Fazerem seu Dever de Casa

Carlos J. P. Lucena, Hugo Fuks, Ruy Milidui, Carlos Laufer, Marcelo Blois, Ricardo Choren, Viviane Torres, Fabio Ferraz, Gustavo Robichez e Leandro Daflon

Laboratório de Engenharia 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: {lucena, hugo, milidui, laufer, blois, choren, viviane, ferraz, guga, daflon}@inf.puc-rio.br

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.

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 that are ever present in most of the other environments.

I. Introdução

A International Data Corporation 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 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* [UCAID 99].

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 [Papert 96] e as novas tecnologias de comunicação [Wilson 76] 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 [Rider 94].

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 [UCAID 99]: (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 <ead.les.inf.puc-rio.br/aulanet> e em inglês <english.les.inf.puc-rio.br/aulanet>. Na sua versão em português, existem mais de 1800 alunos e mais de 60 professores registrados. Estes professores estão desenvolvendo 40 cursos (dos quais 19 já estão publicados, i.e. disponíveis para consumo) sobre os mais variados assuntos.

Nas próximas seções apresentamos uma abordagem cooperativa para a instrução baseada na Web, uma descrição do ambiente AulaNet, incluindo aspectos relativos a sua implementação e, finalmente, as nossas conclusões.

II. 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, conseqüentemente, 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 [Baer 98].

III. 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 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.

III. 1. Atores

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

(i) 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.

(ii) 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.

(iii) 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.

III. 2. A Interface do Professor

A figura abaixo mostra a interface do professor em um curso no AulaNet. Neste caso específico, o autor está na área de Mecanismos de Cooperação, que será detalhada mais adiante.

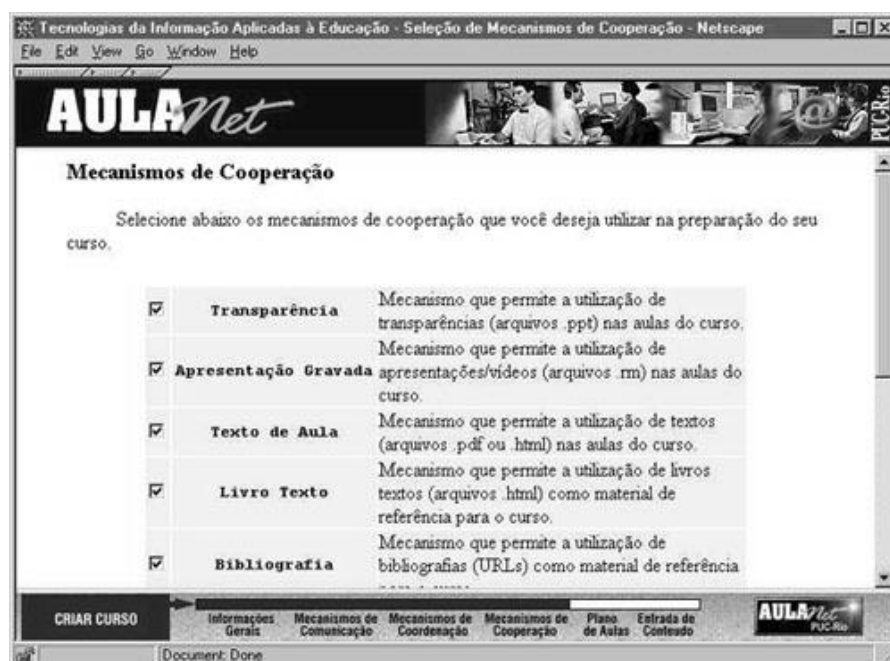


fig. 1: A interface do professor.

O AulaNet oferece uma orientação pedagógica ao professor, em seis passos, para facilitar a criação e as futuras atualizações de um curso. Esta orientação é realizada pela barra de progresso do curso, mostrada em detalhe na figura abaixo.



fig. 2: 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.

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:

- (i) não há necessidade de se configurar qualquer um dos mecanismos selecionados;
- (ii) 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 deve ser 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 acima, vêm classificados nos três grupos mostrados abaixo.

III.2.a. 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:

- (i) **Contato com o professor** permite a comunicação assíncrona, através de correio eletrônico entre os alunos e o professor;
- (ii) **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;
- (iii) **Grupo de Interesse** permite a discussão encadeada sobre um assunto específico, como é feito nas ferramentas de Newsgroups, e;

(iv) **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®.

É verdade que a baixa disponibilidade de banda é um problema geral, principalmente para aquele usuário conectado à Internet através de um modem. Por esta razão, o AulaNet é direcionado principalmente para a comunicação assíncrona ao invés da comunicação síncrona, que tipicamente necessita de grande banda passante. 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.

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.

III.2.b. 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:

- (i) **Agenda** é o mecanismo para o planejamento de eventos como chats e anúncios de prazos;
- (ii) **Notícias do Curso** é um quadro de avisos onde as notícias sobre o desenrolar do curso são colocados;
- (iii) **Prova** permite a avaliação dos alunos através de provas;
- (iv) **Trabalho** permite a avaliação dos alunos através de trabalhos, e;
- (v) **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 [Noya, Ribeiro & Fuks 98]. 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.

III.2.c. Mecanismos de Cooperação

Estes mecanismos provêm os meios para a cooperação entre o professor e os alunos e entre alunos. Neste caso, cooperação [Harasim, et. al. 97] 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. O AulaNet oferece os seguintes mecanismos de cooperação:

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

(ii) **Apresentação Gravada** [Laufer, Fuks e Lucena 98] é o mecanismo que permite a utilização de apresentações gravadas (arquivos RM) como material certificado do curso;

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

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

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

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

(vii) **Co-autoria de Professor** é o mecanismo que permite que o professor convide outros professores para serem co-autores de seu curso;

(viii) **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, 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-autoria de Aluno**, são de natureza diferente. Eles permitem que o professor convide outros professores, e também alunos, para dividirem sua área de trabalho, a fim de construírem conhecimento juntos.

III.3. A Interface do Aprendiz

O poder do aprendiz 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. 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.

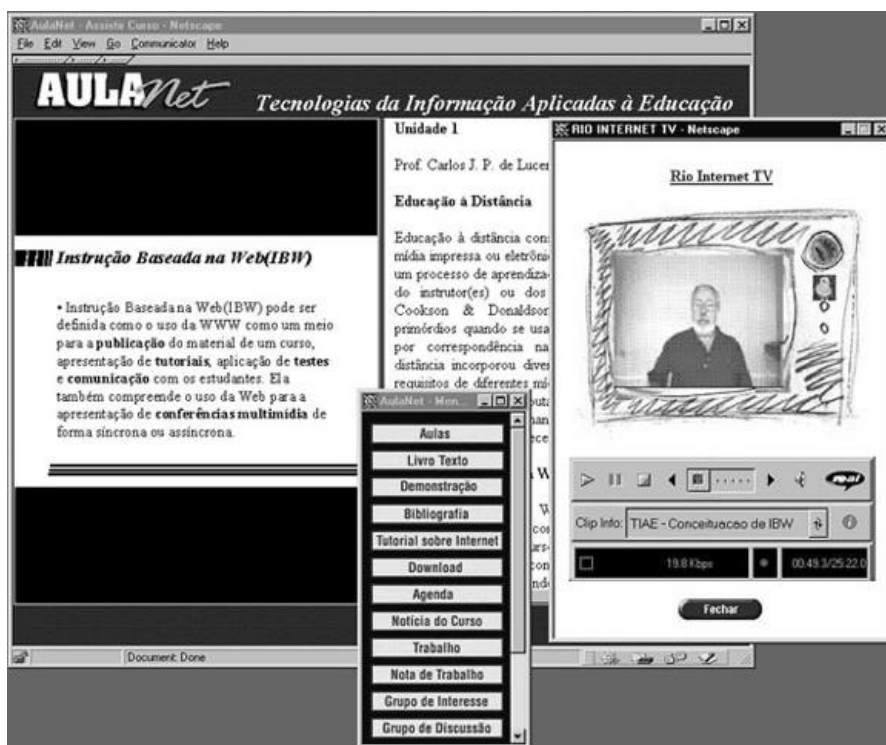


fig. 3: A interface do aprendiz, mostrando o controle remoto

A figura 3 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.

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.

IV. A Arquitetura do AulaNet

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

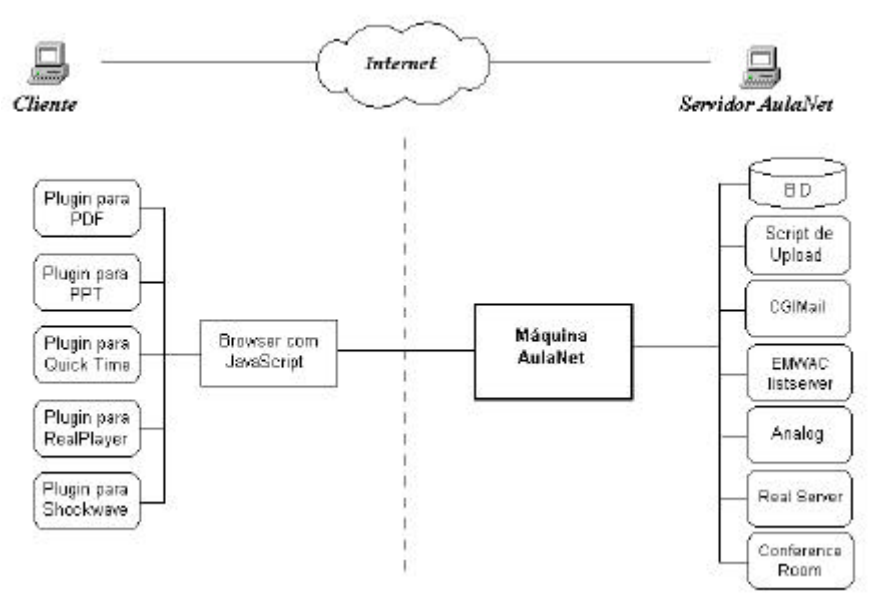


fig. 4: A arquitetura do ambiente AulaNet

O cliente deve ter um browser (Netscape Navigator® 4.0 or Microsoft Internet Explorer® 4.0) acrescido de alguns plugins que lhe permitirão ver tipos especiais de materiais. Todos estes software —browser e plugins—estão disponíveis na Internet.

(i) Microsoft Animation Player®, para arquivos de transparência no formato PPT;

- (ii) RealPlayer®, para arquivos multimídia no formato RM;
- (iii) Adobe Acrobat Reader®, para arquivos de texto no formato PDF;
- (iv) Macromedia Shockwave®, para arquivos multimídia no formato SWF e DCR;
- (v) Quick Time®, para visualizar arquivos multimídia no formato MOV.

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 CGI Lua [Hester, Borges & Ierusalimschy 97], 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 [Tessier 96]. 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 camada de objetos Lua faz a interface entre a máquina central e o banco de dados, através de ODBC®.

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

V. Conclusão

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 [Lucena, et. al. 98].

O principal beneficiário 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, intitulado *Ensinado Matemática para Crianças*, utilizando o ambiente CLEW [Ribeiro, Noya & Fuks 98].

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.

Referências Bibliográficas

BAER, M. *Smart Kids? Who Needs 'Em*. Wired Magazine, Setembro, 1998.

HARASIM, L., et. al. *Learning Networks: A Field Guide to Teaching and Online Learning*, MIT Press 3a. ed, 1997

HESTER, A., BORGER, R., e IERUSALIMSKY, R. *CGILua: A Multi-Paradigmatic Tool for Creating Dynamic WWW Pages*. Anais do 11º Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Fortaleza, 1997.

LAUFER, C., FUKS, H., e LUCENA, C. J. P. *Rio Internet TV—AulaNet: Using Videoconference in Web-based Learning*, Proceedings of WebNet'98—World Conference of the WWW, Internet and Intranet, Orlando, USA, Novembro, 1998.

LUCENA, C. J. P., et. al. *AulaNet-An Environment for the Development and Maintenance of Courses on the Web*. ICEE'98-International Conference On Engineering Education, Rio de Janeiro, RJ, 1998

NOYA, R., RIBEIRO, M, e FUKS, H. *Quest - An Assesment Tool for Web-Based Learning*, Proceedings of WebNet'98—World Conference of the WWW, Internet and Intranet, Orlando, EUA, Novembro, 1998.

PAPERT, S. *The Connected Family*, Longstreet Press, 1996.

- RIBEIRO, M, NOYA, R., e FUKS, H. *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, Alemanha, Junho, 1998.
- RYDER, M. *Augmentation of the Intellect: Network Tools and Environments for Learning*. Internet WWW page, at URL <<http://www.cudenver.edu/~mryderaugment.html>> (1994).
- TESSIER, T. *Using JavaScript to Create Interactive Web Pages*. Dr. Dobb's Journal, Março, 1996.
- UCAID. *The Internet2 Project*. Internet WWW page, at URL <<http://www.internet2.edu>> (versão atual de 9 de Abril de 1999).
- WILSON, B. *Dynamic Learning Communities: An Alternative to Instructional Design Systems*. Univ. of Colorado at Denver, Educational Technology Research and Development, Março, 1976.