AulaNet™
Um Ambiente para Desenvolvimento e Manutenção de Cursos na WWW

Carlos J. P. de Lucena, Hugo Fuks, Ruy Milidiú, Lucas Tofolo de Macedo, Neide Santos, Carlos Laufer, Marcus F. Fontoura, Paulo Neves, Sérgio Crespo, Eduardo Cardia e Viviane Torres

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
aulanet@les.inf.puc-rio.br

PUC-Rio.Inf.MCC45/97

Resumo

Ninguém ainda é especialista na aplicação das tecnologias da informaçao à educação e ao treinamento. No entanto, o recente reconhecimento do potencial do uso dos recursos da WWW para educação e treinamento faz com que esta seja uma das áreas de aplicação que mais cresce na Internet. Este grande potencial tem atraído a atenção de grupos de pesquisa e desenvolvimento da universidade e da indústria que se ocupam atualmente em desenvolver modelos e produtos para a educação e treinamento, baseados na Web. Neste trabalho apresentamos as característas do processo de ensino-aprendizagem baseado na Web, um modelo emergente para ambientes de desenvolvimento de cursos baseados na Web, denominado AulaNet, uma descrição do ambiente AulaNet para a geração por não especialistas de cursos baseados na Web, seu modelo de implantação e uma comparação preliminar do AulaNet com outros ambientes que se baseiam em arquiteturas com característcas semelhantes.

Palavras-Chave

WWW, aprendizado, software, tecnologia da informação

Abstract

As yet there are no experts in the application of information technology to learning and training. However this area is becoming a major one in the Internet. Researchers in industry and in the academic world are developing models and products for training and education based on the Web. In this work we present AulaNet, an environment for the creation and maintenance of Web-based courses designed for the layman. We also compare AulaNet to other similar Web-based environments.

Keywords

Web-based Education, learningware, software, information technology

1. Motivação

Do ponto de vista tecnológico, o primeiro aspecto da motivação que orientou o LES para o tema ensino/aprendizagem baseado na Web (Web-based Education [1]) está ligado às grandes transformações que a tecnologia Web tem trazido para o processo de desenvolvimento de software e para o próprio conceito de software. Cada vez mais desenvolver um sofware é sinônimo de desenvolver uma solução baseada em tecnologia Web (Web-based solution). Torna-se essencial que a pesquisa em Engenharia de Software investigue modelos, linguagens e ferramentas para a especificação e desenvolvimento de software baseado na Web.

O estudo de tecnologias de software de forma independente de domínios de aplicação, para os quais se possa, por exemplo, desenvolver estudos de caso realistas, leva muitas vezes a modelos, linguagens e ferramentas muito gerais e inapropriados para a maioria das situações práticas. Já o estudo das tecnologias no âmbito de um domínio específico não restringe a descoberta de métodos e ferramentas que são de propósito geral. Do ponto de vista metodológico o LES optou por dominar as soluções baseadas na Web enfocando o uso da Web na área de educação.

Evidentemente, a relevância da área de educação, que vivenciamos permanentemente no ambiente universitário, complementou naturalmente a motivação tecnológica descrita acima. As possibilidades da utilização das tecnologias Web na educação começaram a ser exploradas seriamente apenas no final de 1996 (quando o termo "Web-based Education" começou a se popularizar). Desde então, diversos projetos semelhantes ao que será discutido neste artigo começaram a ser desenvolvidos, sem que ninguém na comunidade acadêmica e tecnológica ainda possa se intitular um especialista no tema.

Um outro aspecto da motivação do LES para o tema educação/treinamento baseado na Web está ligado ao enorme potencial que esta área oferece à cooperação da universidade com a indústria e com a sociedade em geral. 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.

Há grandes esperanças de que a própria tecnologia da informação (Internet, Intranets, WWW etc) que está levando à construção da Sociedade da Informação seja portadora de soluções para o problema de oferecimento de educação e treinamento em grande escala e a custos mais acessíveis que os atuais.

A Internacional Data Corporation [1] 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 propulsionador 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".

A convergência das mídias tradicionais para o formato digital está levando à aproximação do computador ao telefone e a televisão, revelando resultados práticos ainda pouco entendidos pelos especialistas das áreas envolvidas.

Os recursos pedagógicos ao alcance de um educador para aulas presencias são inúmeros e incluiam, a título de exemplo: livros, apostilas e CDs; quadro negro e giz; transparências; entrevistas personalizadas com o professor e seus assistentes; grupos de discussão; filmes/vídeos ilustrativos; uso de laboratórios; excursões/visitas. Os recursos tecnológicos disponíveis para a educação a distância até o passado recente incluiam: apostilas (texto), rádio, telefone, tv além de videoconferência para interação

em tempo real. O otimismo com relação à educação e treinamento baseados na Web vem da constatação, sem precisar elaborar muito o argumento, que é fácil imaginar como a Web (com velocidades de transmissão adequadas, o que já é o caso em Intranets) pode simular com boa dose de realismo, todos os recursos utilizados na forma presencial.

A educação/treinamento baseada na Web usa a WWW como meio para a publicação do material didático, aplicação de tutoriais, aplicação de provas e testes e comunicação com estudantes. Também compreende o processo de uso da Web como veículo de comunicação para a apresentação de aulas à distância (conferência multimídia).

Nas seções que se seguem apresentamos: as características do processo de ensino-aprendizagem baseado na Web, um modelo emergente para ambientes de desenvolvimento de cursos baseados na Web denominado AulaNet, uma descrição do ambiente AulaNet, seu modelo de implementação, uma comparação do AulaNet com outros sistemas e conclusões e resultados previstos para o futuro.

2. Características do Processo de Ensino e Aprendizagem Baseado na Web

A IDC [1] propõe uma classificação simples dos servidores Web usados para educação e treinamento. Por um lado existem os servidores no estilo de campus: facilitadores do processo de ensino e aprendizagem e que utilizam múltiplas tecnologias (conteúdo multimídia interativa, interação com instrutores e entre os alunos, chats e muito mais). No projeto Internet 2 esta tecnologia está sendo chamada de “learningware” [2].

Por outro lado, existem os servidores para oferecimento de um curso multimídia projetado e desenvolvido através de uma tecnologia única (título baseado numa tecnologia específica—ex.: 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”.

Existe muito espaço para a integração de livros, CDs e sites na Web para usos educacionais e de treinamento (veja-se [3] como exemplo). O livro, que também pode estar publicado na forma multimídia, é estendido por animações e vídeos (de utilização difícil na Web devido a velocidade da Internet atualmente) e complementado por um site na Web (que prevê interatividade entre o professor e colegas, base de dados etc).

A tecnologia Web aplicada à educação acelera mudanças na área de tecnologia educacional, questionando, por exemplo, a ênfase no Desenho Instrucional. Originalmente, os especialistas em Desenho Instrucional caracterizavam suas atividades com sendo a tarefa de definir sistemas instrucionais para atender objetivos de aprendizado previamente definidos.

O movimento construtivista (ex: Papert [4]) e as novas tecnologias de comunicação (ex: Wilson, [5]) 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.

Com o tempo os que se ocupam da “educação a distância” talvez venham a se enxergar mais como “tecnólogos do aprendizado” do que como “tecnólogos da instrução” e mais como “especialistas em dar suporte ao aprendizado” do que como “desenhistas (designers) da instrução” [6].

Precisamos entender como sistemas de instrução estabelecidos (ex.: salas de aula) podem migrar para uma organização mais aberta, na qual, eventualmente, uma parte da instrução pode vir a se dar segundo o "modelo de comunidade dinâmica para o aprendizado".

Um processo de desenvolvimento da aprendizagem, em qualquer nível de instrução e treinamento, incorpora tipicamente as seguintes ações [2]:

- Estabelecimento dos objetivos da aprendizagem;
- Localização e revisão (ou criação) de material instrucional (ex: instrumentos de diagnóstico, livros texto, software para aprendizagem (courseware), testes etc);
- Avaliação do nível de conhecimento dos alunos;
- Atribuição de material apropriado aos estudantes;
- Definição da forma de acesso dos estudantes a componentes/módulos;
- Revisão e acompanhamento do progresso dos estudantes e gerência das intervenções necessárias;
- Provisão e gestão da comunicação estudante-professor e estudante-estudante (tanto síncrona quanto assíncrona);
- Avaliação da aprendizagem;
- Relatório dos resultados da aprendizagem

No ambiente instrucional tradicional, o processo acima é projetado, gerenciado e implementado pelo professor. Em um ambiente instrucional distribuído em rede este processo deve ser projetado pelo professor e gerenciado por um software e pode ser compartilhado por professores, alunos, e outras entidades tais como editores e provedores de informação.

O projeto AulaNet foi lançado no LES em junho de 1997. Professores de 3 disciplinas foram convidados a enumerar as ferramentas que iriam utilizar como apoio ao processo de desenvolvimento da aprendizagem que utilizariam nos seus cursos durante o segundo semestre de 1997. Os 3 cursos foram Introdução à Ciência da Computação [7], Sociedade da Informação [8] e Transferência de Calor [9].

Com base na disponibilidade de ferramentas testadas pelo LES no ano anterior ao lançamento do projeto foi proposto o seguinte check-list preliminar. As ferramentas selecionadas foram integradas de forma Ad Hoc para constituirem o servidor Web para cada curso.

- Publicação de livro texto na forma de hipertexto
- Publicação de textos associados às aulas
- Gravação das aulas presenciais
- Transmissão on-line de aulas presenciais
- Publicação dos projetos dos alunos
- Formas de avaliação dos alunos (provas, etc)
- Uso de transparências
- Uso de transparências + descrição das transparências
- Forma de Interatividade na Internet:
- Professor com alunos (pessoal, lista, chat, imagem, etc)

- Alunos com alunos (idem)
- Alunos com instrutores (idem)
- Uso de News
- Forma de suporte on-line à organização do Curso
- Alunos como provedores de informação
- Uso de animação, vídeo etc
- Uso de software pelos alunos
- Uso de tecnologia push
- Aulas de laboratório
- Explicitação do Processo de Desenvolvimento da Aprendizagem

Os recursos utilizados em [7] e [8] foram utilizados como base para a especificação do AulaNet que tem a capacidade de gerar cursos com as funcionalidades desses cursos.

3. Um Framework Conceitual para Aplicações de Tecnologias à Educação

O ambiente proporcionado peloAulaNet procura refletir um framework conceitual para a implementação de inovações tecnológicas em educação. Este se baseia em três argumentos:

- A adoção precede a mudança. Para que qualquer mudança pretendida ocorra, a inovação tem que ser adotada primeiro pelos alunos e professores;
- Realização é re-criação. O processo de implementação de uma inovação é, em essência, um processo de re-criação no qual os professores e os alunos reinterpretam a inovação em seus próprios termos. Desta forma a realização de uma inovação frequentemente reflete um conjunto de soluções de compromisso entre a forma nova e a antiga de fazer as coisas.
- Aprendizado é a evolução do conhecimento. Seres humanos são ativos criadores de conhecimento, mas falíveis. O conhecimento criado deve ser refinado pela crítica dos seus pares.

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

Para implantar estes objetivos os seguintes recursos foram previstos para o ambiente Aulanet:

(i) **Integração total**

AulaNet terá um conjunto de ferramenas para alunos e professores destinados aos vários estágios do processo de aprendizagem. Um ambiente integrado permite que alunos e professores interajam em múltiplas dimensões, analisem os mesmos dados com diferentes ferramentas e atinjam múltiplos objetivos no âmbito do mesmo ambiente.

(ii) **Colaboração global**

Aulanet foi projetado para proporcionar colo processo de aprendizagem. Um ambiente integrado permite que alunos e professores interajam em múltiplas dimensões, analisem os mesmos dados com diferentes ferramentas e atinjam múltiplos objetivos no âmbito dprendizado cooperativo de seus estudantes. Os alunos podem não apenas colaborar em projetos pré-estabelecidos como 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 usar 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, AulaNet permitirá que o usuário reutilize materiais com os quais já tem familiaridade. Por exemplo, um usuário pode carregar uma descrição de curso digitando diretamente em um formulário ou fazendo um upload de um arquivo de um editor de texto. Finalmente, AulaNet tem uma estrutura interna e mecanismos que permitem alunos e professores gerenciar e tornar 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 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. AulaNet prevê recursos para dar suporte tanto para formas antigas e novas de ensino/aprendizagem. Por um lado dá suporte ao uso de transparências e apostilas convencionais e por outro usa mecanismos como News e videoconferência.

(v) **Facilitação da construção e refinamento do conhecimento**

Para auxiliar o aluno a ver o processo de evolução do crescimento do conhecimento, o AulaNet armazena a história de suas várias possibilidades de interação. Permite também, por exemplo, que após a apresentação do conteúdo das aulas pelo professor, os alunos e professores continuem discutindo os temas passados através de um servidor de News.

(vi) **Tecnologia comum**

O uso de tecnologias disponíveis reduz o custo e auxilia a promoção da adoção reduzindo a tarefa de treinamento dos usuários. AulaNet coompreende um conjunto de ferramentas existentes interfaceadas pela Web.

(vii) **Evolução do conhecimento e habilidades**

Ao invés de oferecer um conjunto fixo de material instrucional o AulaNet permite que o ambiente de seus cursos evoluam permanentemente. Por

exemplo, os trabalhos dos alunos de um curso estarão disponíveis como subsídios para alunos do próximo curso.

(viii) **Acesso ao acervo do curso**
O conteúdo de cursos criados com o AulaNet evoluem no tempo e são armazenados em um banco de dados. Toda a informação disponível em um dado momento pode ser recuperada com facilidade.

4. Modelo Emergente para Servidores de Cursos Baseados na Web

Exemplos de centenas de cursos desenvolvidos na Web podem ser encontrados no World Lecture Hall da Universidade do Texas [10] e em [11]. Os cursos [7] e [8] desenvolvidos no LES fazem parte do World Lecture Hall. O nível de utilização de recursos tecnológicos utilizados pelos diferentes cursos lá apresentados varia consideravelmente. No entanto, com base na análise dos cursos lá contidos, na grande quantidade de referências disponíveis em [12] e no livro editado por Badrul H. Khan [13], foi possível identificar o surgimento de um modelo geral para desenvovimento e manutenção de cursos baseados na Web.

O modelo emergente é constituido por 7 etapas que estão descritas nas seções seguintes:

4.1. Criação do conteúdo

Opção 1: o professor é especialista em ferramentas para a Web.

Opção 2: o professor usa um ambiente de desenvolvimento que oculta os detalhes técnicos.

Observação: mesmo para professores especialistas na utilização de recursos da Web justifica-se a utilização de geradores de curso diante do volume de trabalho de programação envolvido.

4.2. Criação de um curso no servidor

O administrador de cursos cria um "gabarito" de curso de acordo com a solicitação do professor. O professor se conecta ao servidor e:

- Personaliza a interface com o aluno (usando menus);
- Cria uma home page do curso;
- Define os componentes desejados e recursos de navegação;
- Inscreve os assistentes (avaliadores);
- Inscreve os alunos.

4.3."Upload" do conteúdo para o servidor

O conteúdo do curso pode ser "uploaded"da máquina desktop do professor, onde foi criado, para a conta do curso no servidor.

4.4. Interação do administrador com o sistema

Liga-se ao sistema com o nome e senha do administrador a partir de qualquer máquina com conexão Internet e adiciona e remove cursos do servidor.

4.5. Interação do professor com o sistema

- Liga-se ao sistema com nome e senha (via Internet);

- Comunicação: Email, Newsgroup (Bulletin Board), Chat, anúncios;
- Atualiza conteúdo quando necessário;
- Atribui tarefas aos estudantes;
- Monitora o progresso dos alunos (exames, estatísticas sobre o site etc)

4.6. Interação do estudante com o curso

- Liga-se ao sistema com nome e senha (via Internet);
- Comunicação: Email, Newsgroup (Bulletin Board), Chat, lê anúncios;
- Assimila o conteúdo do curso (ritmo próprio, referências na Internet, acompanha tutoriais, monitora o próprio progresso (estatísticas), elabora a própria home page.

4.7. Interação do instrutor com o curso

- Liga-se ao sistema com nome e senha (via Internet);
- Comunicação: Email, Newsgroup (Bulletin Board), Chat, lê anúncios;
- Corrige exames e atribui notas aos alunos.

5. Transmissão de Imagem e Áudio

O curso Sociedade da Informação [8] foi ministrado na PUC-Rio durante o segundo semestre de 1997. Nesse curso foram testadas duas tecnologias que permitem a transmissão de imagem e áudio através da Internet. Este experimento foi posteriormente utilizado no projeto do ambiente Aulanet. O Rio Internet TV [14] deu apoio a esse curso através da transmissão e gravação das aulas.

O Rio Internet TV é um núcleo de pesquisa do LES que tem como objetivo o estudo da videoconferência como ferramenta para a cooperação em trabalhos em grupo. O experimento foi realizado em etapas visando observar a performance de várias tecnologias e configurações diferentes.

O consumo de uma aula por parte do 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 mais conveniente. A aula ao vivo oferece também a opção de interação entre o professor e o aluno.

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 [15] ou a versão acadêmica da Universidade de Cornell [16]—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, aulas onde existe uma interação constante entre o professor e os alunos, sessões de estudo entre alunos, sessões para esclarecimento de dúvidas, exercícios em conjunto, etc.

A outra tecnologia testada durante o curso Sociedade da Informação foi a tecnologia Real, que permite o broadcast 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 um

plugin de um browser, permitindo assim que a imagem e o áudio sejam apresentados dentro de um site WWW.

A tecnologia Real não oferece a possibilidade de interação entre o professor e o aluno. A vantagem dessa tecnologia é que ela utiliza o protocolo TCP/IP para a transmissão dos pacotes de áudio, o que permite que haja uma certeza de que os pacotes chegarão sem erro. Dessa forma é possível se fazer uma buferização do lado do cliente e garantir uma continuidade do som que é crítica para o entendimento da informação sendo transmitida ao aluno.

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.

As aulas ao vivo utilizam uma combinacão das duas tecnologias. A tecnologia Real se mostra mais adequada para a transmissão da imagem e do áudio na forma de broadcast, enquanto a tecnologia CU-SeeMe é utilizada para a interacão entre o professor e o aluno.

O consumo assíncrono das aulas que necessitam de interação é feito através da gravação das aulas ao vivo que são posteriormente colocadas no site do curso, onde podem ser acompanhadas em conjunto com o texto das transparências exibidas durante a apresentação, como pode ser visto na figura abaixo.

As aulas que não necessitam de interação entre o professor e os alunos podem ser gravadas previamente e editadas através dos 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 vídeos e animações. O arquivo final é então digitalizado e convertido para o formato Real sendo então colocado a disposição no site do curso para consumo assíncrono.

Na primeira etapa foi utilizado o Refletor Rio Internet TV para a transmissão da aula. Uma sala especial foi criada no Refletor e apenas a máquina instalada na sala de aula tinha permissão para enviar áudio e vídeo. Os demais participantes podiam apenas se comunicar via chat. Essa etapa foi dividida em três fases. Na primeira fase as outras salas do Refletor permaneceram abertas ao público e a taxa de transmissão da aula foi de 80kbps. Na segunda fase as demais salas do Refletor foram fechadas também para envio de áudio e vídeo, o que melhorou a performance da transmissão. Na terceira fase a taxa de transmissão foi elevada para 300 kbps. Dentro da rede interna da PUC a recepção da aula foi muito boa com uma continuidade de áudio e uma imagem com bastante definição. Fora do ambiente PUC a recepção variou muito dependendo das conexões dos participantes. O maior problema foi a descontinuidade no áudio já que o CU-SeeMe não efetua bufferização das informações.

Na segunda etapa, além da transmissão pelo Refletor, o áudio da aula passou também a ser transmitido e gravado via tecnologia Real a uma taxa de 6,5 kbps. Verificou-se que o áudio transmitido pelo Real chegava com mais continuidade apesar de um retardo maior do que o do CU-SeeMe. Além disso o Real efetua uma bufferização da transmissão o que faz com que exista menos perda de informação, que no caso do áudio é crítica.

Na terceira etapa passou-se a transmitir e gravar tanto o áudio como o vídeo. Para isso foi utilizada uma máquina com maior capacidade de processamento. A taxa de transmissão do conjunto áudio e vídeo através do Real foi de 20 kbps. 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.

Como a partir da segunda etapa as aulas passaram a ser gravadas, essa informação ficou disponível aos alunos em um site do curso. Dessa forma os alunos passaram a ter a possibilidade de assistir às aulas de forma assíncrona.

6. Descrição do AulaNet

AulaNet é um ambiente de software baseado na Web, desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software—LES—do Departamento de Informática da PUC-Rio, para criação e assitência de cursos à distância.

Concebido a partir da experiência vivenciada com a aplicação de três cursos durante o segundo semestre de 1997 [7, 8, 9], AulaNet se apóia nas seguintes premissas básicas:

1. Os cursos criados devem possuir grande capacidade de interatividade, de forma a atrair a participação intensa do aluno no processo de aprendizado (“learningware”).

2. O autor do curso não precisa ser necessariamente um especialista em Internet.

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, por exemplo, da importação de arquivos.

O atendimento das premissas acima levou à formulação do conceito ***de Processo de Desenvolvimento do Aprendizado—***PDA—abordado acima, que exige a especificação prévia, por parte do Autor, dos recursos didáticos que ele usará durante o desenvolvimento do curso, como pode ser visto na figura abaixo.

A utilização de AulaNet possibilitará, assim, que sejam criados cursos a distância através da Internet com bastante facilidade, dotados de elevado grau de interatividade e com intensa participação do aluno, sem requerer do seu autor um conhecimento aprofundado do ambiente Web. E mais, que o curso criado utilize conteúdos já existentes, gravados em mídia digital.

6.1 Autoria

A criação de um curso no AulaNet se faz em etapas sucessivas, todas elas comandadas pelo Autor do curso, quais sejam:

1. Identificação do Autor
2. Informações Gerais sobre o Curso
3. Seleção de Recursos
4. Plano de Aulas
5. Entrada de Conteúdos

A execução de algumas dessas etapas corresponde à implantação de conceitos desenvolvidos no âmbito do AulaNet, que estão explicados a seguir.

6.2 Atores

AulaNet considera os seguintes atores envolvidos no processo de criação/aprendizado:

1. Autor: é o criador do curso, participando desde a descrição inicial do mesmo até a entrada dos conteúdos. Poderá ser ou não o responsável pela aplicação do curso. Caso positivo, assume também a função de Professor, podendo contar ou não com o auxílio de Monitor, que é quem trata da parte prática e do suporte na avaliação dos alunos.

2. Aluno: é o usuário final do curso, representando o público-alvo para quem se destina o produto final obtido pela utlização do AulaNet.

3. Administrador: é o facilitador da integração professor/curso/aluno, tratando de questões de natureza eminentemente operacional, como inscrição do aluno, divulgação da agenda e das notícias do curso etc.

6.3 Recursos

Quando da criação do curso, AulaNet oferece ao Autor a possibilidade de selecionar recursos diversos que serão utilizados por ele ou pelos demais atores na montagem final do curso e que serão, posteriormente, convertidos em serviços. Os recursos, no AulaNet, estão agrupados em:

1. Recursos Didáticos: correspondem ao instrumental pedagógico que deverá ser utilizado durante a aplicação do curso e que devem ser previamente selecionados pelo Autor.

2. Recursos de Avaliação: correspondem aos formatos que serão utilizados pelo professor na avaliação do aproveitamento dos alunos.

3. Recursos Administrativos: são recursos necessários para o estabelecimento de uma comunicação operacional entre os alunos e a instituição responsável pela chancela do curso.

4. Recursos Fixos: são recursos utilizados em qulquer tipo de curso, que suportam operações básicas do AulaNet.

6.4 Serviços

Os recursos selecionados pelo Autor são mapeados em serviços suportados pelo AulaNet. A tabela a seguir mostra a correspondência entre os recursos e os correspondentes serviços do AulaNet.

Recursos Didaticos	**Servicos AulaNet**
Transparência	PPT-Like, Upload de ".ppt"
Apresentacação	Upload do Real
Texto de Aula	Upload de ".rtf"
Demonstração	Download, URL
Bibliografia	URL, Upload de ".rtf"
Grupo de Interesse	News
Grupo de Discussão	Listas
Debate	Chat, Videoconferencia Digital
Tutorial	Tutorial sobre Internet
Recursos Administrativos	**Serviços AulaNet**
Agenda	Formulário
Notícias do Curso	Formulário
Cadastro de Instrutores	Formulário
Recursos de Avaliação	**Serviços AulaNet**
Prova	Prova, Nota de Prova
Trabalho	Trabalho, Nota de Trabalho
Exercício	Exercício, Nota de Exercício
Recursos Fixos	**Serviços AulaNet**
Registro de Aluno	Cadastro de Aluno, Home Page de Aluno
Busca	Mecanismo de Busca
Contato com o Professor	Correio Eletrônico
Identificação do Curso	Formulário

Para prover todos os serviços necessários, AulaNet integra um conjunto de ferramentas de software, algumas tipo freeware (a maioria) disponíveis na Internet, outras desenvolvidas pela equipe do LES.

O quadro abaixo mostra a cesta de ferramentas de software utilizada para o desenvolvimento de AulaNet, com indicação das correspondentes origens.

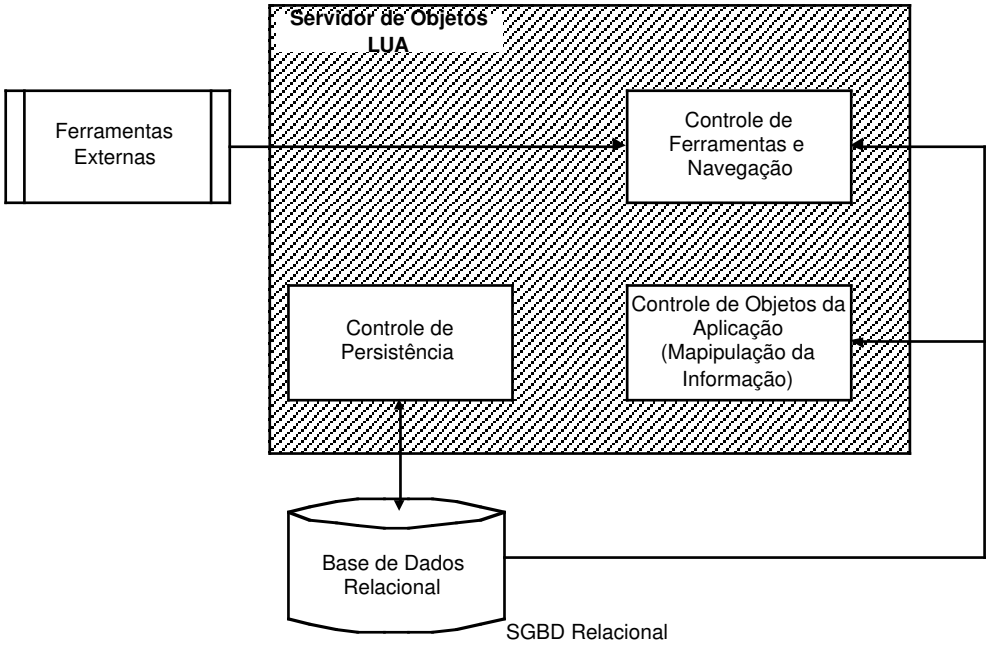
ConferenceRoom	CHAT	WebMaster Inc.
RTF2HTML	Conversor de RTF para HTML	Chris Hector
HTML Upload Script v.201	Transferência de Arquivos	Webcom
Listserv Lyris	Servidor de lista de discussão	Lyris Inc.
Editor de transparências	PPT-Like	LES
Servidor de News		LES

7. Arquitetura do Ambiente

A arquitetura do AulaNet é baseada em WWW, onde está desenvolvida a interface do ambiente, e CGI (Common Gateway Interface) [17], que implanta toda a funcionalidade do servidor. A figura abaixo é uma visão em camadas dessa arquitetura.

Todos os objetos manipulados pelo ambiente, como por exemplo cursos, alunos, instituições e departamentos, estão armazenados em uma base de dados relacional, que é a responsável pela persistência desses objetos. A interface CGI entre a base de dados e a aplicação é feita por uma camada de objetos Lua. Essa camada é responsável pela manipulação de todas as informações do ambiente e também pela integração do AulaNet com ferramentas externas, utilizadas para realizar alguns de seus serviços, como grupo de discussão (listserv) e transferência de arquivos via WWW (file upload).

A camada servidor de objetos Lua é também a responsável pela definição da interface de objetos dos servidores AulaNet. Ela funciona assim como uma fachada, conforme definido no design pattern Facade [18]. O mapeamento entre as classes orientadas a objetos que modelam os objetos AulaNet e o sistema de persistência relacional também é feito nesta camada. A figura abaixo é uma visão do modelo de implantação dessa camada.



Os servidores AulaNet, tanto de autoria quanto de aprendizado, foram implementados em CGILua [19] e são clientes do servidor de objetos Lua. As respectivas interfaces são responsáveis pela validação de dados no lado do cliente, via JavaScript [20]. Dessa forma o processamento do AulaNet é distribuído, uma vez que as interfaces (clientes) são responsáveis pela validação dos dados de entrada e os servidores são responsáveis pela persistência, manipulação das informações e controle da navegação.

7.1 CGILua

CGILua usa a linguagem de extensão Lua [21] tanto na sua implantação, como uma linguagem de configuração para todo o pacote, quanto como linguagem de script para construção de páginas CGI. Desta forma, CGILua herda a maioria das características de Lua: portabilidade, sintaxe simples e parecida com Pascal, poucos contrutores e flexibilidade. Grande parte desta flexibilidade é devido a sua arquitetura, baseada no uso de linguagem de extensão. Um núcleo, escrito em C, provê os serviços básicos genéricos. A parte de configuração, escrita em Lua, dá ao programa sua forma final. Com essa arquitetura, muitas características como política de segurança e inclusão de bibliotecas podem ser facilmente alcançadas.

CGILua está sendo usada para a construção de aplicações reais desde 1996. Sua documentação e código podem ser acessados em [22].

7.2 Reuso de Software

Com a arquitetura proposta para o ambiente AulaNet conseguimos atingir uma alta taxa de reuso através do uso de componentes. O repositório, representado pela base de dados relacional, além de armazenar objetos do domínio do ambiente armazena também componentes de software reutilizáveis, tais como rotina JavaScript, e CGILua.

8. Comparação Preliminar com outros Sistemas

Todos os ambientes para educação e treinamento baseados na Web, que seguem o modelo emergente descrito na seção 3, são muito recentes (foram desenvolvidos no

final do ano de 1996 ou ao longo de 1997). Examinamos mais detidamente os seguintes seis ambientes para a realização de uma comparação preliminar:

- Classnet, desenvolvido pelo Iowa State University Computation Center [23]
- Web-Course-in-a-Box, desenvolvido na Virginia Commonwealth University [24]
- Virtual-U, produzido na Simon Fraser University [25]
- WebCT, desenvolvido na University of British Columbia [26]
- Webstudy, ambiente comercial para o mercado de universidades [27]
- Serf, desenvolvido na University of Delaware [28]
- Learning Space (comercial – IBM)

A comparação desses sistemas precisa ser preliminar porque todos os sistemas encontram-se ainda em fase de beta teste, ou seja, no início dos seus ciclos de vida. Neste sentido, o sistema mais amplamente testado, até o momento, é o ambiente WebCT da Universidade de British Columbia que conta com a cooperação de diversas outras universidades para teste do sistema.

Do ponto de vista de suas funcionalidades, os sete sistemas comparados com o AulaNet têm maior preocupação com a avaliação do aluno do que com recursos para autoria e interatividade. De uma maneira geral, o AulaNet utiliza mais ferramentas e recursos da Web do que todos os demais sistemas.

A redução da ênfase em avaliação na versão atual do AulaNet tem duas justificativas: no curto prazo a preocupação principal do AulaNet está na sua aceitação por parte de professores e alunos enquanto, no meio tempo, um sistema de avaliação completo está em desenvolvimento no LES para futura integração ao ambiente.

A criação e acompanhamento de cursos através do AulaNet parece mais simples do que nos demais sistemas, mas esta é uma comparação muito preliminar que deverá ser confirmada a medida que cresçam as comunidades de usuários dos vários ambientes.

9. Conclusões e Resultados Futuros

O futuro do ambiente AulaNet, assim como o dos sistemas mencionados na seção anterior, dependerá fortemente de suas aceitações por uma ampla comunidade de usuários. É muito provável que a interação da equipe de desenvolvimento com os usuários leve a modificações sensíveis, por exemplo, na interface do sistema.

Os autores acreditam, diante das experiências realizadas concomitantemente com o desenvolvimento do AulaNet, que a utilização da Web de forma complementar ou exclusiva (ex.: treinamento “just-in-time”) para o oferecimento de cursos enriquece substancialmente as práticas atuais de aplicação de tecnologias à educação.

No LES, o mesmo laboratório onde foi desenvolvido o AulaNet, foi também desenvolvida a linguagem visual e ambiente Spider [29]. Em Spider, tanto a lógica quanto a interface de um sistema podem ser expressos graficamente desde que uma arquitetura de classes seja desenvolvida para uma determinada área de aplicação. Já está disponível uma arquitetura para aplicações baseadas na Web que será complementada por uma arquitetura baseada nas classes da aplicação AulaNet. Antecipa-se que proximamente a evolução do AulaNet terá lugar, com facilidade, através desta estratégia.

10. Referências

[1] International Data Corporation, Special Report, "Web-based Education/Training", fev. 1997.

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

[3] Papert, S; "The Connected Family", Longstreet Press, 1996

[4] Papert, S. "LOGO: Computadores e Educação". Editora Brasiliense, 1985

[5] Wilson, B.;"Dynamic Learning Communities: An Alternative to Instructional Design Systems", University of Colorado at Denver, Educational Technology Research and Development, Março de 1976

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

[7] ICC: <http://www.les.inf.puc-rio.br/~course/icc>

[8] Sociedade da Informação: <http://www.les.inf.puc-rio.br/~course/socinfo>

[9] Transcal: <http://www.les.inf.puc-rio.br/~course/transcal>

[10] World Lecture Hall: <http://www.utexas.edu/world/lecture/>

[11] Distance Education on the Web: <http://www.ems.uwplatt.edu/>

[12] WBT Information Center: <http://www.filename.com/wbt/index.html>

[13] Khan, Badrul H.; (Ed.) "Web-Based Instruction", Educational Technology Publications, 1997

[14] Rio Internet TV: <http://www.inf.puc-rio.br/~refletor/>

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

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

[17] Dutt, G. D.: "CGI and the World Wide Web", Dr. Dobb's Journal, Fev 1996.

[18] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. E., Vlissides, J.: "Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software", Addsion-Wesley 1995

[19] Hester, A., Borges, R., Ierusalimschy, R.: "CGILua: A Multi-Paradigmatic Tool for Creating Dynamic WWW Pages", Anais do XI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Fortaleza, 97

[20] Tessier, T.: "Using JavaScript to Create Interactive Web Pages", Dr. Dobb's Journal, Março, 1996

[21] Ierusalimschy, R.,Figueiredo, L. H.,Celes, W.: "Lua - An extensible extension language", Software: Pratice & Experience, 26(6):635-652,1996

[22] CGILua: <http://www.tecgraf.puc-rio.br/scripts/cgilua/manuais/cgilua/cgilua.html/>

[23] Iowa State University Computation Center: <http://classnet.cc.iastate.edu/>

[24] Virginia Commonwealth University: <http://views.vcu.edu/wcb/intro/wcbintro.html>

[25] Simon Fraser University: <http://virtual-u.cs.sfu.ca/vuweb/>

[26] University of British Columbia: <http://homebrew.cs.ubc.ca/webct/>

[27] http://www.webstudy.com/ (comercial)

[28] University of Delaware: <http://www.udel.edu/serf/index.html>

[29] Moura, L. M., Lucena, C. J. P.; "O Ambiente Visual Spider para o Desenvolvimento de Aplicações para a Internet", Monografias em Ciência da Computação, no. 36/97