

# Um Modelo Conceitual Compatível com a Plataforma EDUCOM/IMS para Comparação de Ambientes de Educação na WEB

**Sergio Crespo<sup>♦</sup>, Marcus Felipe M. C. da Fontoura e Carlos José P. de Lucena**

Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rua Marquês de São Vicente, 225, 22453-900 Rio de Janeiro, Brasil

[crespo, mafe, lucena]@inf.puc-rio.br

## ABSTRACT

This paper proposes a conceptual model for Web-based education environments (WBE), which is used as a basis for the comparison of various existent WBE environments. The proposed model is compatible with the EDUCOM/IMS platform, allowing content interoperability over the generated environments. The model implementation is made through an object-oriented framework and domain-specific languages.

## RESUMO

Este artigo propõe um modelo conceitual para ambientes de educação baseados na Web (WBE), que é utilizado como base de uma comparação de conceitos e funcionalidade entre varios ambientes existentes. O modelo conceitual proposto é compatível com a plataforma EDUCOM/IMS permitindo assim que os ambientes gerados tenham interoperabilidade de conteúdo. A implementação do modelo é feita através de um framework orientado a objetos e linguagens de domínio.

## 1. INTRODUÇÃO

A educação/treinamento baseada na Web (WBE) 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). Um processo de desenvolvimento da aprendizagem, em qualquer nível de instrução e treinamento, incorpora tipicamente as seguintes ações [7, 8]:

---

<sup>♦</sup> Professor do Departamento de Informática na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos-RS.

- 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.

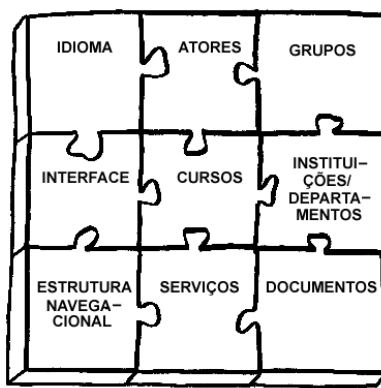
As tecnologias de educação/treinamento baseada na Web estão em pleno uso. Por exemplo, atualmente (maio de 1998) mais de 100 autores desenvolvem cursos usando o AulaNet<sup>TM</sup> (provenientes de 21 instituições) e 316 alunos estão matriculados nos 39 cursos oferecidos neste semestre; o Virtual-U e Web-CT também contam com uma grande comunidade de usuários e o mesmo vale para os demais ambientes estudados neste artigo.

No entanto, ainda existem problemas quanto a criação de conteúdo, sua disponibilização e forma de utilização. Este problema é gerado por ainda não existir uma plataforma comum para o aprendizado na Internet. Este tipo de estrutura é proposto pelo projeto EDUCOM/IMS [10], que é um investimento cooperativo de organizações acadêmicas, comerciais e governamentais dedicadas a facilitar o crescimento e viabilizar o aprendizado distribuído na Internet. O objetivo principal do EDUCOM/IMS é propor uma arquitetura aberta para o aprendizado na Web, especificando uma série de requisitos técnicos para a criação de material e ambientes de qualidade.

Um modelo conceitual foi elicitado a partir de vários ambientes estudados [2] e é utilizado neste artigo como base para uma comparação entre eles. Este modelo conceitual é implementado através de um framework orientado a objetos [11, 15] e linguagens de domínio [4] e possibilita o desenvolvimento de novos ambientes para WBE compatíveis com a plataforma EDUCOM/IMS.

## 2. UM MODELO CONCEITUAL PARA AMBIENTES DE EDUCAÇÃO NA WEB

Através de uma análise de domínio baseada em vários ambientes existentes definimos um modelo conceitual [2] baseado em componentes [11]. A Figura 1 ilustra esse modelo conceitual e cada um dos componentes é explicado em seguida. Os componentes funcionam como pontos de flexibilização [14, 16] do ambiente final. Desta forma a existência de cada um desses componentes em um ambiente significa que tal ambiente implementa a funcionalidade especificada pelo componente.



*Figura 1. Modelo conceitual baseado em componentes*

- Cursos: permite a criação e manutenção de cursos. O conteúdo de cada curso é controlado pelos componentes serviços e documentos;
- Atores: são as pessoas que interagem com o ambiente. Atores podem ter várias atribuições diferentes, como por exemplo alunos, professores e secretaria;
- Serviços: provêm a funcionalidade necessária para o curso. Serviços podem ser de vários tipos: serviços administrativos (agenda do curso, quadro de avisos, etc), serviços de comunicação (chat, e-mail, etc.), serviços didáticos (transparências, referências na Web, etc.) e serviços de avaliação (provas, auto-avaliação, etc.);
- Documentos: são os artefatos manipulados pelos serviços. Por exemplo, o serviço notícias do curso necessita de um documento que possua a informação de qual é a notícia a ser exibida;
- Grupos: possibilidade de se definir grupos, possibilitando trabalho cooperativo.

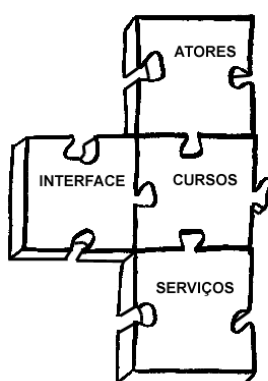
- Instituições e Departamentos: capacidade de definir e customizar o ambiente para diversas instituições e departamentos;
- Idiomas: suporte a autoria e consumo de cursos em vários idiomas;
- Interface: capacidade de customização da interface do ambiente;
- Estrutura Navegacional: capacidade de customização da estrutura navegacional do ambiente.

### 3. COMPARAÇÃO ENTRE ALGUNS AMBIENTES

Nesta seção iremos comparar seis ambientes para WBE com base no modelo conceitual apresentado. Uma lista dos serviços implementados por cada um desses ambientes também é apresentada.

#### 3.1 WCB

Web Course in a Box (WCB) [21] é uma ferramenta desenvolvida pela Virginia Commonwealth University para criação e manutenção de cursos na Web. Este ambiente permite a criação de páginas WWW para vários serviços tais como ementa de curso, agenda e home-page pessoais, além de funções interativas como forums de discussão e exercícios auto-corrigíveis. A autoria e o consumo do curso são ambos feitos através de browsers Web e não requerem conhecimento técnicos aprofundados.



*Figura 2. Modelo de componentes do WCB*

O WCB não implementa o suporte a múltiplos idiomas, a capacidade de customização da estrutura navegacional, o suporte ao trabalho cooperativo, customização por instituição/departamento e a definição dos documentos. A lista de serviços implementados por esse ambiente é apresentada a seguir.

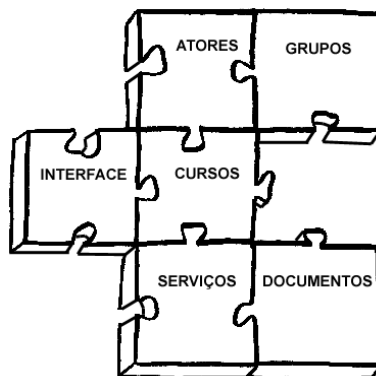
| Tipos de Serviços | Serviço  |
|-------------------|--|
| Comunicação       | Contato com professor<br>Chat                                |
| Administrativos   | Notícias do curso<br>Agenda                                  |
| Didáticos         | Transparências<br>Referências na Web                         |
| Gerais            | Home-page de alunos<br>Home-page de instrutores<br>WCB Forum |

**Tabela 1. Serviços do WCB**

### 3.2 Web-CT

WebCT [20] é uma ferramenta que permite a criação de ambientes de aprendizado na Web. Ela requer pouco conhecimento técnico, tanto por parte do desenvolvedor do material educacional quanto por parte do aluno.

O desenvolvedor do curso é o responsável por prover o seu conteúdo. A interatividade, estrutura navegacional e as ferramentas educacionais são fornecidas pelo ambiente, que também permite a incorporação de novas ferramentas e a alteração do layout do curso. WebCT foi desenvolvido pela University of British Columbia para facilitar a criação de diversos cursos internos [5].



*Figura 3. Modelo de componentes do Web-CT*

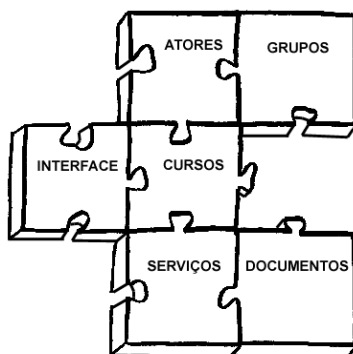
O Web-CT não implementa o suporte a múltiplos idiomas, a capacidade de customização da estrutura navegacional e a customização por instituição/departamento. A lista de serviços implementados por esse ambiente é apresentada a seguir.

| Tipos de Serviços | Serviço   |
|-------------------|---|
| Comunicação       | Correio eletrônico<br>News<br>Chat  |
| Administrativos   | Quadro de avisos<br>Divulgação de notas<br>Controle do progresso do aluno<br>Acompanhamento do curso                                    |
| Avaliação         | Testes periódicos   |
| Didáticos         | Glossário indexado<br>Facilidade para anotações de aluno<br>Material de referência do curso<br>Quadro branco compartilhado e interativo |
| Gerais            | Área de apresentação de alunos<br>Arquivos de imagem indexados<br>Indexação e busca automática  |

**Tabela 2. Serviços do WCB**

### 3.3 LearningSpace

A Lotus Education e a IBM são responsáveis pela pesquisa e desenvolvimento do Lotus LearningSpace [12], um ambiente para desenvolvimento de serviços de apoio à educação a distância. O LearningSpace é desenvolvido sobre o ambiente de groupware Lotus Notes.



*Figura 4. Modelo de componentes do LearningSpace*

O LearningSpace não implementa o suporte a múltiplos idiomas, a capacidade de customização da estrutura navegacional e a customização por instituição/departamento. A lista de serviços implementados por esse ambiente é apresentada a seguir.

| Tipos de Serviços | Serviço                    |
|-------------------|----------------------------|
| Comunicação       | Correio eletrônico<br>News |
| Administrativos   | Agenda                     |

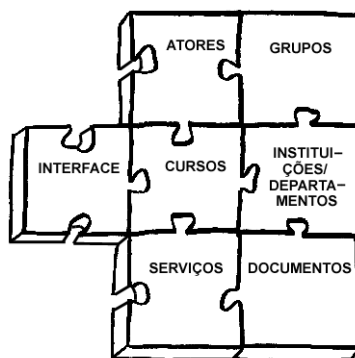
|                         |   |
|-------------------------|---|
| Avaliação               | Exercícios<br>Tarefas                               |
| Didáticos(Media Center) | Documentos multimídia<br>Imagens, som e vídeo       |
| General Services        | Perfis de aluno e professor<br>Gerente de avaliação |

**Tabela 3. Serviços do LearningSpace**

### 3.4 Virtual-U

Virtual-U [17] é um ambiente baseado na Web, desenvolvido pela Simon Fraser University, que permite a integração de ferramentas e templates para a criação, manutenção e consumo de cursos on-line. O Virtual-U possui as seguintes funcionalidades:

- Criação de páginas Web de cursos;
- Estruturação de discussões interativas e atividades cooperativas entre alunos, professores e colaboradores externos;
- Criação de recursos compartilhados para disseminação do conhecimento;
- Manutenção e evolução de cursos.



*Figura 5. Modelo de componentes do Virtual-U*

O Virtual-U não implementa o suporte a múltiplos idiomas e a capacidade de customização da estrutura navegacional. A lista de serviços implementados por esse ambiente é apresentada a seguir.

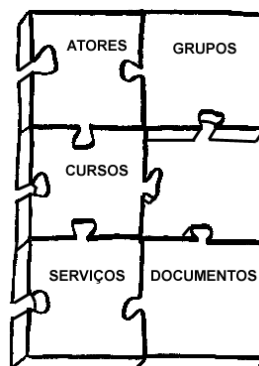
| Tipos de Serviços | Serviço                               |
|-------------------|---------------------------------------|
| Comunicação       | Correio eletrônico<br>News<br>Debates |
| Administrativos   | Agenda                                |

|           |   |
|-----------|---|
| Avaliação | Exercícios<br>Tarefas   |
| Didáticos | Seminários moderados por alunos<br>Times de projetos<br>Estabelecimento de metas<br>Conferência em tempo real<br>Chats 3D com troca de mensagem em tempo real |
| Gerais    | Estatísticas  |

**Tabela 4. Serviços do Virtual-U**

### 3.5 LiveBOOKS

O LiveBOOKs [3] é um ambiente distribuído para autoria e consumo de material educacional através da Web. O ambiente foi desenvolvido pelo Computer Systems Group, da University of Waterloo, com o intuito de facilitar a criação e manutenção de cursos.



*Figura 6. Modelo de componentes do LiveBOOKs*

O LiveBOOKs não implementa o suporte a múltiplos idiomas, a capacidade de customização da interface e da estrutura navegacional e a customização por instituição/departamento. A lista de serviços implementados por esse ambiente é apresentada na tabela 5.

| Tipos de Serviços | Serviço   |
|-------------------|---|
| Comunicação       | Contato com professor<br>Contato com tutor<br>Contato com monitor |
| Avaliação         | Auto-avaliação  |
| Didáticos         | LiveBOOK<br>Notas de rodapé<br>Biblioteca eletrônica              |

**Tabela 5. Serviços do LiveBOOKs**



### 3.6 AulaNet™

AulaNet™ [13] (<http://les.inf.puc-rio.br/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 assistência de cursos à distância.

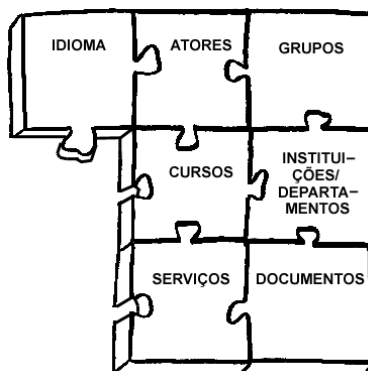
Concebido a partir da experiência vivenciada com a aplicação de três cursos durante o segundo semestre de 1997 [18, 9, 19], AulaNet™ se apoia nas seguintes premissas básicas:

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, que exige a especificação prévia, por parte do Autor, dos recursos didáticos que ele usará durante o desenvolvimento do curso.

A utilização de AulaNet™ possibilita a criação de cursos a distância através da Internet com bastante facilidade. Os cursos são dotados de elevado grau de interatividade e possibilitam intensa participação do aluno, sem requerer do autor um conhecimento aprofundado do ambiente Web. E mais, que o curso criado pode utilizar conteúdos já existentes, gravados em mídia digital.

Atualmente existem mais de 100 cursos sendo desenvolvidos por professores de várias áreas diferentes na PUC-Rio e em outras universidades brasileiras.



**Figura 2. Modelo de componentes do AulaNet**

O AulaNet<sup>TM</sup> não implementa a capacidade de customização da interface e da estrutura navegacional. A lista de serviços implementados por esse ambiente é apresentada abaixo.

| Tipos de Serviços | Serviço   |
|-------------------|---|
| Comunicação       | Grupo de interesse<br>Grupo de discussão<br>Contato com professor<br>Debate   |
| Administrativos   | Agenda<br>Notícias do curso<br>Cadastro de instrutores  |
| Avaliação         | Teste<br>Resultado de teste<br>Projeto<br>Resultado de projeto<br>Exercício<br>Resultado de Exercício                     |
| Didáticos         | Plano de aulas<br>Transparências<br>Apresentação gravada<br>Texto de aula<br>Livro texto<br>Demonstrações<br>Bibliografia |
| Gerais            | Tutorial sobre Internet<br>Home-page de alunos<br>Busca   |

**Tabela 6. Serviços do AulaNet**

#### **4. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL**

Essa seção apresenta uma breve descrição da implementação do modelo conceitual apresentado. Uma descrição detalhada é apresentada em [4]. Essa implementação, feita em Java e CGI-Lua [6], se baseia em um framework orientado a objetos que implementa todos os componentes apresentados no modelo e em linguagens de domínio que são utilizadas para a instanciação do framework.

Todos os componentes utilizados pelo novo ambiente que se deseja gerar são descritos através de programas nestas linguagens. O trecho de programa a seguir é um exemplo.

```
Institution "PUC-RIO", "Pontificia Universidade Catolica - Rio de Janeiro", "PUC.gif";  
Department "CETUC", "TELECOMUNICACOES", "CETUC.bmp";
```

```

Department "DI", "Informatica", "Inf.gif";
Actor Type Prof, "Professor"
    { nome String;
      descricao Memo;
      Foto String; };
Actor Type Aluno, "Aluno"
    { nome String;
      descricao Memo;
      periodo Integer;
      endereco String;
      CR Real; };
Course
    { nome String;
      codigo String;
      ementa Memo;
      descricao Memo;
      imagem String; };
Service "Noticias do Curso"
    { noticia Memo;
      inicio Date;
      fim Date; }
    read = [ Aluno ]
    write = [ Prof ];

```

Através da compilação do programa acima, por exemplo, o framework gera as classes necessárias para o armazenamento<sup>1</sup> e acesso de cada um dos componentes definidos. Note que cada operador da linguagem possui não só informações sobre os dados utilizados pelo ambiente, mas também meta-informações sobre as estruturas desses dados (por exemplo, a definição dos atributos de um curso no operador Course). Essa meta-informação é então utilizada para geração das meta-tags no padrão XML [10], permitindo assim que os ambientes gerados sejam compatíveis com a plataforma EDUCOM/IMS.

Os componentes de estrutura navegacional, interfaces e idiomas também são especificados através de linguagem de domínio, como pode ser visto pelo trecho de programa a seguir.

```

Idiom "Ingles"
Idiom "Portugues"
Text "title1", "Ingles", "Resources"
Text "title1", "Portugues", "Recursos"
Image "img1", "Ingles", "c:\ing\img.gif"
Image "img1", "Portugues", "c:\ing\img.gif"

b := template("c:\templates\templ.html")

```

---

<sup>1</sup> O armazenamento é feito através de um gerenciador de base de dados relacional.

```
b.next := c  
b.previous := a
```

O componente de documentos não é definido por nenhum operador descrito na linguagem, sendo gerado automaticamente pela meta informação descrita no operador de serviços (Service). Note que a semântica formal de cada um dos componentes do modelo conceitual pode ser descrita através dos operadores da linguagem de domínio [4].

## 5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O modelo conceitual apresentado mostrou-se adequado para a comparação dos conceitos e funcionalidades de ambientes para WBE. Essa comparação é bastante útil para o desenvolvimento de novos ambientes mais abrangentes.

Como o domínio de aplicação de ambientes para WBE ainda não é completamente entendido a necessidade de um ambiente que permita o desenvolvimento rápido de novos ambientes para WBE é uma meta desejável. O modelo conceitual aqui descrito é implementado [4] através de um framework orientado a objetos e linguagens de domínio permitindo o desenvolvimento de novos ambientes de maneira rápida e a baixos custos por professores com a assistência de engenheiros de software. Os ambientes gerados por essa arquitetura são compatíveis com os novos padrões estabelecidos no projeto EDUCON/IMS [10] permitindo a integração com outros servidores IMS, através do uso de meta-dados para garantir a interoperabilidade dos conteúdos gerados.

O componente de estrutura navegacional existe apenas no modelo conceitual, não sendo presente em nenhum dos ambientes analisados. A razão para isso é o fato de que a nova versão do AulaNet<sup>TM</sup> será gerada pela implementação do modelo e atenderá aos requisitos impostos por este componente.

Em paralelo estamos realizando o desenvolvimento de um novo ambiente para WBE, integrando os ambientes AulaNet<sup>TM</sup> e LiveBOOKs [1].

## 6. REFERÊNCIAS

1. P. Alencar, D. Cowan, S. Crespo, M. F. Fontoura, and C. J. Lucena, "OwlNet: An Object-Oriented Environment for WBE", Second Argentine Symposium on Object-Orientation, ASOO'98, Buenos Aires, Argentina, 1998.

2. P. Alencar, D. Cowan, S. Crespo, M. F. Fontoura, and C. J. Lucena, "Using Viewpoints to Derive a Conceptual Model for Web-based Education", MCC17/98, Monografias em Ciência da Computação, Departamento de Informática, PUC-Rio, 1998.
3. D. Cowan, "An Object-Oriented Framework for LiveBOOKs", Technical Report, CS-98, University of Waterloo, Ontario, Canada, 1998.
4. D. Cowan, S. Crespo, M. F. Fontoura, C. J. Lucena, and L. M. Moura, "ALADIN: An Architecture for Learningware Applications Design and Instantiation", MCC34/98, Monografias em Ciência da Computação, Departamento de Informática, PUC-Rio, 1998.
5. M. Goldeberg and S. Salari, "World Wide Web-Course Tool: An Environment for Building World Wide Web-based Courses", Computer Networks and ISDN Systems, 28, pages 1212-1231, 1996.
6. R. Iersalimschy, R. Borges, and A. M. Hester, "CGILua A Multi-Paradigmatic Tool for Creating Dynamic WWW Pages", Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, SBES'97, Fortaleza, Brazil, 1997.
7. International Data Corporation, Special Report, "Web-based Education/Training", 1997.
8. Internet 2, <<http://www.internet2.edu>>.
9. ICC, <<http://www.les.inf.puc-rio.br/icc>>.
10. IMS, <<http://www.imsproject.org/specs.html>>.
11. R. Johnson, "Frameworks = (Components + Patterns)", Communications of the ACM, Volume 40, Number 10, October 1997.
12. LearningSpace, <<http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/learnspace>>.
13. C. Lucena, H. Fuks, R. Milidui, L. Macedo, N. Santos, C. Laufer, M. Ribeiro, M. Fontoura, R. Noya, S. Crespo, V. Torres, L. Daflon, and L. Lukowiecki, "AulaNet<sup>TM</sup> - An Environment for the Development and Maintenance of Courses on the Web", International Conference on Engineering Education, ICEE'98, Rio de Janeiro, Brazil, 1998.

14. W. Pree, "Design Patterns for Object-Oriented Software Development", Addison-Wesley, 1995.
15. D. Roberts and R. Johnson, "Evolving Frameworks: A Pattern Language for Developing Object-Oriented Frameworks" in "Pattern Languages of Program Design 3", Addison-Wesley, 1997.
16. H. A. Schmid, "Systematic Framework Design by Generalisation", Communications of the ACM, Volume 40, Number 10, October 1997.
17. Simon Fraser University, <<http://virtual-u.cs.sfu.ca/vuweb/>>.
18. Sociedade da Informação, <<http://www.les.inf.puc-rio.br/socinfo>>.
19. Transferência de Calor, <<http://www.les.inf.puc-rio.br/transcal>>.
20. University of British Columbia, <<http://homebrew.cs.ubc.ca/webct/>>.
21. Virginia Commonwealth University, <<http://views.vcu.edu/wcb/intro/wcbintro.html>>.