

## **Um Sistema Hipermídia Adaptativo para o Ensino de Simulação de Sistemas**

Silene de Freitas Fernandes

Faculdade de Ciência da Computação/Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, Brasil – 55 12 3947-1085

[silene@univap.br](mailto:silene@univap.br)

Germano de Souza Kienbaum

Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Brasil – 55 12 39456000

[germano@lac.inpe.br](mailto:germano@lac.inpe.br)

Lamartine N. Frutuoso Guimarães

Divisão de Energia Nuclear, Instituto de Estudos Avançados – IEAV, Brasil, 55 12 3944-1177

[guimarae@ieav.cta.br](mailto:guimarae@ieav.cta.br)

### **Resumo**

Este trabalho propõe uma arquitetura para o desenvolvimento de um sistema WWW que faz uso de hipermídia adaptativa e de recursos de simulação para criar um ambiente computacional colaborativo de apoio ao Programa de Pós-Graduação do INPE. O trabalho descreve as linhas gerais da arquitetura proposta, e apresenta como plataforma básica para a construção do ambiente o sistema TelEduc, desenvolvido na Universidade de Campinas, dando ainda como exemplo de aplicação o próprio curso de Simulação de Sistemas da CAP/INPE. O ambiente apresenta como principais características: 1) uso intensivo de recursos de simulação para construção do conhecimento; 2) uso de uma estrutura hierárquica para o conteúdo, baseada em rede de nós de conhecimento e em objetos de aprendizado; 3) uso de hipermídia adaptativa e modelo do estudante para navegação do sistema; 4) proposta pedagógica baseada em projetos e em um paradigma de avaliação inversa; 5) estrutura passível de generalização para utilização em cursos de engenharia.

### **1. Introdução**

Com o rápido avanço das tecnologias para WWW, o uso de ferramentas para o ensino baseado em Internet também cresceu rapidamente. A maioria dessas ferramentas é composta apenas por páginas hipermídias estáticas que apresentam para todos os usuários o mesmo conteúdo. Os hipertextos educacionais adaptativos ao contrário se modificam de acordo com o perfil do usuário. Este mecanismo permite personalizar a interação com cada estudante, proporcionando um ambiente atraente para usuários com diferentes estilos de aprendizagem. Na maioria dos ambientes hipermídia educacionais adaptativos existe uma estrutura que é comum a todas as páginas. Entretanto, para integrar diferentes conteúdos com a estrutura geral, este trabalho adota a linguagem de marcação eXtensible Markup Language (XML). A principal meta deste trabalho é propor uma arquitetura para o desenvolvimento de um sistema educacional adaptativo baseado em Web.

### **2. Arquitetura geral do sistema**

A arquitetura do sistema será baseada nos seguintes modelos: modelo do domínio, modelo do estudante, e modelo de gerenciamento, conforme definidos a seguir:

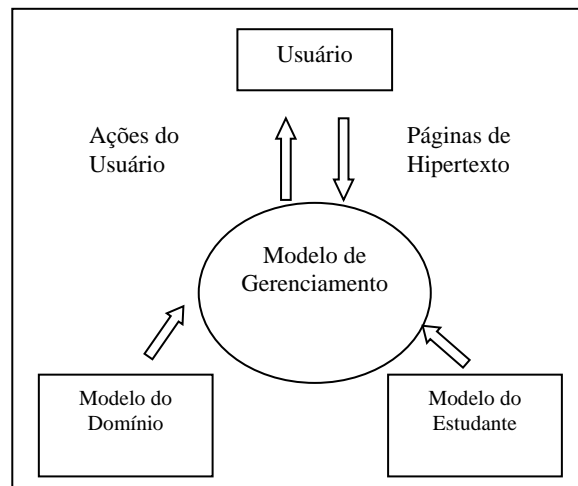
1. Modelo de Domínio: contém o domínio do conhecimento, estruturado na forma de uma rede acíclica de nós que representam módulos de conhecimento, que por sua vez são compostos por

elementos simples denominados objetos de aprendizado, e a relação semântica entre os nós e entre os objetos. Estas relações semânticas são utilizadas para orientar a navegação hipermídia do estudante no sistema.

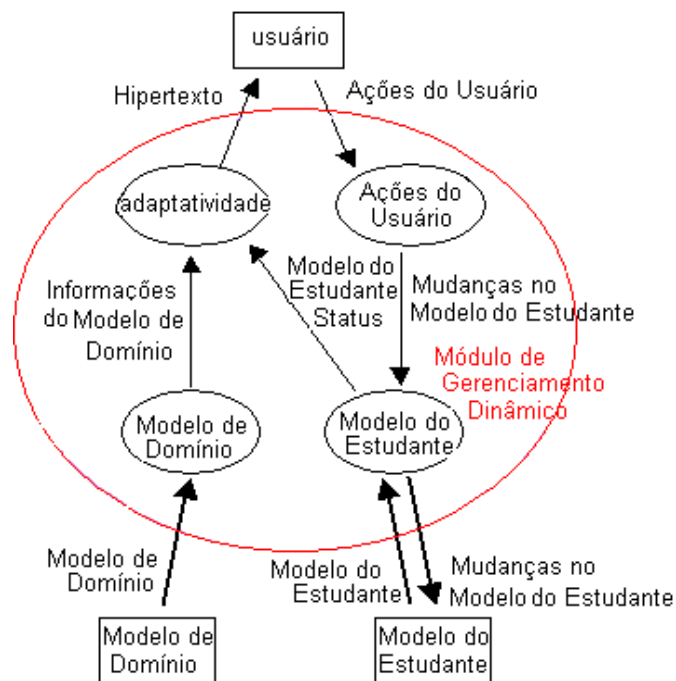
2. Modelo do Estudante: representa a crença do sistema sobre o grau de conhecimento do estudante. O modelo do estudante manterá um registro para cada usuário e alterará isso dinamicamente de acordo com a interação do estudante com o sistema.

3. Modelo de Gerenciamento Dinâmico: utiliza informações obtidas tanto no modelo do estudante quanto no modelo do domínio para a produção dinâmica das páginas hipermídia a serem apresentadas ao estudante.

A arquitetura geral do sistema é apresentada na Figura 1 e o detalhamento do módulo de gerenciamento do conhecimento é mostrado na Figura 2.



**Fig. 1 – Arquitetura geral do sistema**



**Fig. 2 – Módulo de gerenciamento**

### **3. Requisitos de projeto**

O ambiente apresenta como principais requisitos de projeto: 1) uso intensivo de recursos de simulação para construção do conhecimento; 2) uso de uma estrutura hierárquica para o conteúdo, baseada em rede de nós de conhecimento e em objetos de aprendizado; 3) uso de hipermídia adaptativa e modelo do estudante para navegação do sistema; 4) proposta pedagógica baseada em projetos e em um paradigma de avaliação inversa; 5) estrutura passível de generalização para utilização em cursos de engenharia. A seguir são detalhados estes requisitos.

#### **3.1. O Uso de recursos de simulação**

Sabe-se que a simulação tende a ser mais motivadora que as atividades de aprendizagem tradicionais, pois sendo inerentemente interativa, estimula o aprendiz a explorar um grande número de hipóteses. A facilidade de poder-se variar os parâmetros e visualizar imediatamente as conseqüências destas variações torna-se uma verdadeira ampliação do aprendizado.

A utilização de simuladores no ensino tem trazido grandes benefícios aos alunos ao ajudá-los a visualizar as diferentes situações teóricas consideradas fundamentais para o desenvolvimento de um bom profissional. No passado recente, estes simuladores consistiam em programas sofisticados que exigiam consideráveis recursos computacionais. O advento da linguagem Java e da ferramenta Flash, propiciaram o aparecimento de pequenos programas aplicativos de uso via Internet, permitindo uma grande interação entre o material didático, textual e a simulação. Naturalmente, o uso dos simuladores por si só não é eficiente, mas pode-se tornar bastante interessante, didaticamente falando, se forem devidamente acoplados à metodologia de ensino, junto aos demais materiais acadêmicos. Atualmente, a aprendizagem através de projetos é muito recomendada, mas muitos experimentos não são executados devido aos altos custos dos materiais e também devido a periculosidade inerentes em alguns casos. A simulação computacional desses experimentos pode ser uma alternativa, por isso este trabalho pretende possibilitar a inserção de diferentes recursos interativos para simulação, principalmente baseados nas tecnologias Java e Flash.

Três diferentes tipos de ambientes de simulação serão desenvolvidos:

- a) Ambientes simulados baseados em "Java applet". Serão usados para prover ambientes de simulação interativos com os quais o usuário poderá interagir ativamente;
- b) Ambientes de simulação baseados em animações. Serão usados para prover rígidos (não interativo) ambientes visuais, tal como filmes virtuais;
- c) Ambientes simulados baseados em VRML. Serão utilizados para produzirem palavras interativas e virtuais, as quais reproduzirão uma situação real que pode ser explorada pelo usuário.

#### **3.2. Uso de estrutura hierárquica para o conteúdo**

O modelo de navegação será baseado no paradigma de construção do conhecimento, que é livre a princípio, porém o usuário será monitorado e passará a receber orientação de acordo com sua interação e o nível do conhecimento demonstrado. Todo esse processo será determinado no modelo de domínio.

Para ser dinamicamente processado o modelo precisa ser estruturado. Este trabalho propõe estruturar o domínio em um conjunto de nós e relacionamentos entre os nós, formando com isso um mapa conceitual, como mostrado simplificadaamente na Figura 3.

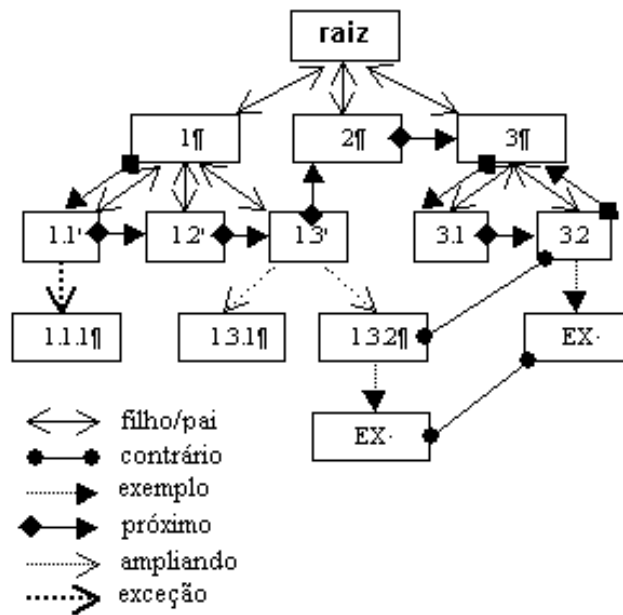


Fig. 3 – Um exemplo de modelo de domínio

### 3.3. Uso de hipermídia adaptativa e modelo do estudante

#### Hipermídia adaptativa

Os hipertextos educacionais adaptativos ao contrário se modificam de acordo com o perfil do usuário. Este mecanismo permite personalizar a interação com cada estudante [1].

A linguagem de marcação XML (eXtensible Markup Language) irá explorar o gerenciamento e atualização das estruturas do sistema baseadas em hipertexto adaptativo. O conteúdo disponibilizado ao aluno será composto por módulos formados por objetos de aprendizagem (AO). Tais OAs formarão estruturas de dados, interfaces e links com outros objetos até concluírem a página a ser disponibilizada ao usuário. A Figura 4 ilustra o esquema de montagem das páginas dinâmicas.

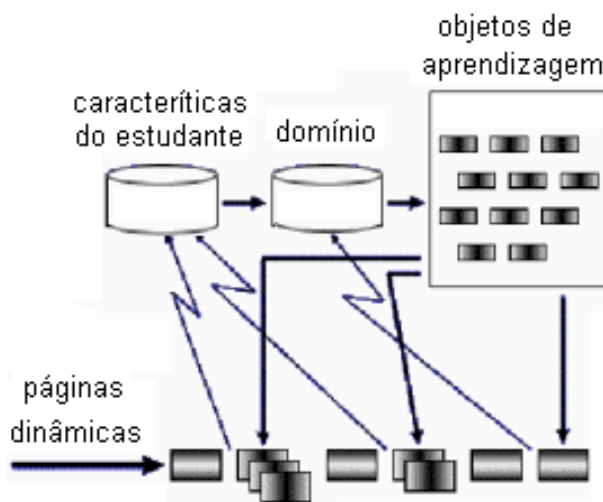


Fig. 4 – Esquema para páginas dinâmicas

Visando motivar os estudantes com diferentes estilos de aprendizagem o sistema proposto possibilitará além dos recursos de simulação, a visualização dos dados nos seguintes formatos:

a) Textos e Gráficos. Esse tipo de material é incorporado em páginas HTML que constituem um hyperbook educacional representando a informação fundamental. Essas páginas serão entregues ao browser do usuário dependendo do status corrente do conhecimento do mesmo, quando necessário;

b) Áudio Digital. Será usado para gravar palestras reunindo as situações do mundo real. O sistema permitirá que os estudantes escutem as palestras e comentários gravados e os acompanhem com textos mostrados em HTML;

c) Vídeo Digital. Será usado para gravar e disponibilizar palestras em vídeo e para prover explicações e conselhos aos estudantes durante as atividades.

### **Modelo do estudante**

O modelo do estudante é uma estrutura que tem como meta fornecer informações sobre o conhecimento, metas e preferências do usuário para que o sistema personalize as páginas que serão entregues. Existem 2 caminhos para abordar o problema do modelo do estudante: modelo sobre camada (overlay model) e o modelo esteriótipo (stereotype model) [4]. O primeiro representa o conhecimento do usuário como camadas do domínio do conhecimento. O segundo sugere classificar o usuário em diferentes categorias [3]. Este trabalho propõe o uso da mistura dos 2 caminhos para implementar o modelo do estudante.

As informações contidas no modelo do usuário são enviadas ao modelo de gerenciamento que as utiliza junto com as informações enviadas pelo modelo de domínio para construir conteúdos adaptados para cada estudante.

### **3.4. Proposta pedagógica baseada em projetos e avaliação inversa**

A metodologia pedagógica que será aplicada a este projeto é a metodologia construtivista de aprendizagem por projetos. A prática pedagógica por meio do desenvolvimento de projetos deve ter as seguintes características:

- Considerar as expectativas, potencialidades e necessidades dos alunos;
- Criar espaço para que professores e alunos tenham autonomia para desenvolver o processo de aprendizagem de forma cooperativa, com trocas recíprocas, solidariedade e liberdade responsável;
- Desenvolver as capacidades de trabalhar em equipe, tomar decisões, comunicar-se com desenvoltura, formular e resolver problemas relacionados com situações contextuais;
- Desenvolver a habilidade de aprender a aprender, de forma que cada um possa reconstruir o conhecimento, integrando conteúdos e habilidades segundo o seu universo de conceitos, estratégias, crenças e valores;
- Incorporar as novas tecnologias não apenas para expandir o acesso à informação atualizada, mas principalmente para promover uma nova cultura do aprendizado por meio da criação de ambientes que privilegiem a construção do conhecimento e a comunicação.

A aprendizagem por projetos ocorre por meio da interação e articulação entre conhecimentos de distintas áreas, envolvendo um processo de construção, participação, cooperação e articulação [2].

### **Avaliação por perda de pontos**

A avaliação deve ser um mecanismo para estimular o aluno a prosseguir nos estudos, evitando a evasão do curso que é muito comum na modalidade de EAD.

Este trabalho propõe o uso do modelo de avaliação formativa progressista, tendo como principal preocupação diagnosticar falhas; observar o desempenho e valorizar outros instrumentos que não a prova [4]. Para tanto o processo avaliatório será baseado na observação do comportamento do aluno, sua participação nos chats, fóruns de discussão, nas atividades colaborativas (projetos) e no rendimento das provas. A visão progressista é inerente a metodologia pedagógica de aprendizagem baseada em projetos, pois valoriza a ação coletiva, a concepção investigativa e

reflexiva, atua como mecanismo de diagnóstico da situação, enfatiza a postura cooperativa entre professor e aluno, privilegia a compreensão e incentiva a conquista da autonomia do aluno [4].

Uma ferramenta para elaboração e correção automática de avaliações somativas e formativas será desenvolvida e terá como principal característica a pontuação inversa.

O processo de avaliação inversa obriga o comprometimento do aluno com seu aprendizado, uma vez que o mesmo inicia o processo de aprendizagem com nota máxima e a medida que os prazos das tarefas a serem cumpridas vão se esgotando, o aluno é avaliado e o não cumprimento das obrigações ocasiona a perda de pontos. Este tipo de avaliação tem como principal vantagem a possibilidade do aluno refazer sua avaliação quantas vezes forem necessárias enquanto os prazos limitantes não se esgotarem.

É importante ressaltar a importância do professor no processo avaliatório de um modelo de aprendizado baseado em projetos. Neste caso o professor deverá levar em consideração a capacidade de síntese, análise, comparação, relacionamento de temas e conceitos, julgamento crítico, criatividade e expressão do alunado. Portanto, o professor não pode ficar preso somente aos processos automáticos de avaliação.

### **3.5. Generalização para cursos de engenharia**

Um dos objetivos deste trabalho é elaborar um ambiente que possa ser utilizado por outros domínios, principalmente domínios voltados para os cursos de engenharia, que de uma forma geral são muito receptivos a aprendizagem baseada em projetos e possibilitam a partir de simuladores computacionais, a redução de custos e a extinção dos perigos inerentes aos experimentos.

## **4. O ambiente Teleduc como plataforma inicial para desenvolvimento**

O ambiente TelEduc é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na Web. O TelEduc foi desenvolvido por pesquisadores do Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Unicamp. A metodologia de ensino/aprendizagem proposta pelo ambiente é a execução de atividades práticas com orientação constante e on-line do formador, aprendizagem de conhecimentos teóricos de forma contextualizada com a execução dessas atividades, comunicação entre os participantes e discussão de assuntos teóricos.

### **4.1. Escolha do TelEduc**

A escolha do ambiente de ensino/aprendizagem TelEduc foi feita através dos seguintes critérios: o tipo de distribuição e aquisição do sistema, suas funcionalidades e o seu idioma.

A distribuição do sistema refere-se ao modo de como é feita a obtenção do ambiente. O TelEduc é um software livre para distribuição e/ou modificação e está disponível através do site do projeto da Universidade de Estadual de Campinas.

O critério sobre as funcionalidades do sistema, engloba as ferramentas oferecidas tanto para a criação de cursos, por parte dos professores ou formadores, quanto para o aprendizado no ambiente por parte dos alunos.

### **4.2. Estrutura do ambiente Teleduc**

A Figura 5, apresenta a estrutura do ambiente TelEduc.

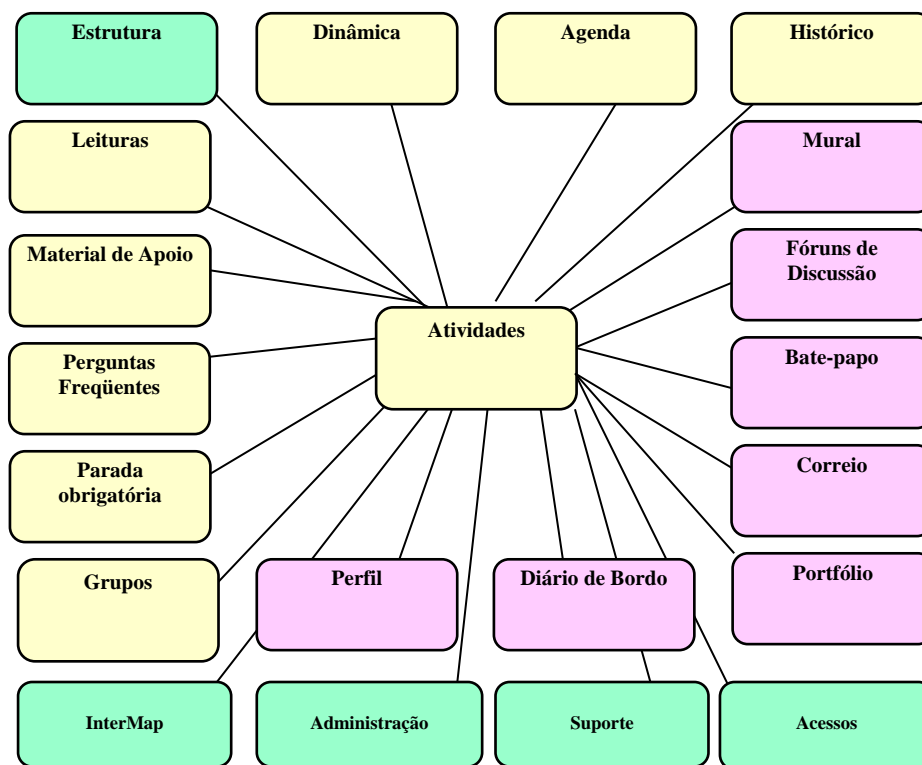


Fig. 5 – Estrutura do ambiente TelEduc

Um curso criado no TelEduc se desenvolve ao redor de um conjunto de atividades sugeridas pelo formador.

Para a resolução dessas atividades, o ambiente fornece um conjunto de ferramentas nas quais o formador disponibiliza informações e conteúdos da dinâmica do curso. Além disso, o ambiente fornece recursos de comunicação que visam possibilitar o acompanhamento do processo de aprendizagem do aluno, além de permitir um contato constante entre o formador e os alunos do curso e entre os próprios alunos. A Figura 6 apresenta a página de entrada do TelEduc.


 Estrutura do Ambiente Dinâmica do Curso Agenda → Atividades → Material de Apoio Leituras Perguntas Frequentes Parada Obrigatória Mural Fóruns de Discussão Bate-Papo * Correio Grupos Perfil Diário de Bordo Portfólio Acessos Intermap Configurar Sair	<b>Capacitação em Ambiente Virtual para EAD - Segunda Turma</b> <b>Agenda - Semana Cinco - Última Aula (17/03 a18/03)</b> <span style="float: right;"><a href="#">Ajuda</a></span>
	<a href="#">Agendas Anteriores</a>
	Caros(as) Alunos(as):
	Esta é a nossa última aula do curso! Esperamos que todos tenham conseguido atingir o objetivo esperado, e que coloquem em prática tudo aquilo que nós passamos aqui.
	Foi um prazer ter vocês como alunos virtuais e esperamos que em breve possamos aprender com cursos criados por vocês!!
	Nesta última aula vocês irão praticar a opção da ferramenta Administração, "Destacar ferramentas" e também aprender a agendar sessões de Bate-papo.
	Cliquem na opção <b>ATIVIDADES</b> localizada no menu do lado esquerdo e realizem a Atividade referente à Última Aula, na Semana Cinco.

Fig. 6 – Exemplo de um curso apoiado pelo TelEduc

### 4.3. Limitações do ambiente

A ferramenta de autoria do TelEduc é limitada, quando nos referimos ao emprego de recursos hiper-mídia. Existe a possibilidade de incluir apenas arquivos anexos, os quais são executados à parte da página corrente. O emprego de recursos de simulação, por exemplo, não é permitido.

Outra limitação está ligada a sua não adaptatividade. As mesmas informações são oferecidas aos alunos com níveis diferentes de conhecimento, o que pode ser um agente desmotivador do processo de aprendizagem, principalmente aos alunos com maior nível de conhecimento.

### 5. Aplicação ao curso de simulação

A disciplina Simulação de Sistemas é oferecida no curso de pós-graduação em computação aplicada, nos níveis de mestrado e doutorado, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Os principais objetivos da disciplina são: 1) compreensão do processo de modelagem para tomada de decisão usando simulação; 2) compreensão de que a criação de modelos serve à estruturação do debate, não à obtenção de respostas absolutas sobre os problemas 3) paralelos da simulação com outras formas de modelagem matemática e com o desenvolvimento de sistemas computacionais em geral.

Atualmente a disciplina é oferecida na forma presencial, tendo o professor como principal transmissor do conhecimento. A nota final do aluno é obtida através da somatória das notas obtidas num projeto desenvolvido em grupo e numa avaliação presencial.

No endereço [www.lac.inpe.br/~germano/SIMSIS/cap259/curso.htm](http://www.lac.inpe.br/~germano/SIMSIS/cap259/curso.htm) existe um site criado pelo professor, que pode ser acessado pelos alunos e utilizado como complemento as aulas presenciais. Nele os estudantes encontram o resumo de cada aula no formato de transparências, calendário das aulas, bibliografias sugeridas pelo professor, softwares de domínio público que poderão ser utilizados no curso e quadro de avisos (Figura 7).

CAP259 Simulação de Sistemas	
Apresentação	<b>Bibliografia</b>  1. <i>Computer Simulation Modeling with Micro Saint. Micro Analysis &amp; Design Simulation Software.</i> 1992  2. <i>Getting Started with Micro Saint. Micro Analysis &amp; Design Simulation Software.</i> 1992  3. PIDD, M. <i>Computer Simulation in Management Science.</i> John Wiley & Sons, 1992. 3rd edition.  4. FREITAS FILHO, P. J. <i>Introdução a Modelagem e a Simulação de Sistemas Discretos.</i> Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila de Curso de Simulação.
Calendário de Aulas	
Material das Aulas	
Projeto	
Bibliografia	
Downloads	
Avisos	
Classe Ano 2003	

Fig.7 – Site do curso

Este site não tem pretensão de ser um ambiente de ensino a distância. É necessário que o aluno compareça as aulas e acompanhe a explicação do professor. Nenhum controle de acesso ou utilização do site está implementado e a única forma de comunicação é através do correio eletrônico.

Sites como este e/ou as aulas tradicionais não visam a individualidade de cada aluno porque o conhecimento é transmitido de uma única forma e todos os alunos recebem as mesmas informações, independente do seu estilo de aprendizagem e do seu nível de conhecimento.



Quando a utilização de um sistema computacional com fins educacionais acontece na sala de aula, com a presença de um professor, não é fundamental incluir aspectos inteligentes em tais sistemas, já que o professor terá o papel de conduzir o processo de aprendizado, segundo o perfil individual de cada aluno. Entretanto, sistemas de aprendizado baseados na web podem ser utilizados fora da sala de aula. Nestas situações de aprendizado a distância, nenhum professor estará diretamente disponível para ajudar durante o aprendizado. Então o sistema tem que executar o papel do professor, tanto quanto possível [5].

Se outros mecanismos substituíssem o site atualmente disponível (Figura 7), poder-se-á expandir o público alvo e quem sabe, melhorar o índice de aproveitamento dos alunos se comparado ao índice atual.

## **5.1. Implantação do novo ambiente**

Em primeiro lugar, a nova ferramenta de autoria será introduzida ao ambiente substituindo a versão antiga (Figura 7). Em seguida, será necessária a reformulação do material didático, incluindo no mesmo os recursos de simulação e hipermídia disponíveis na nova ferramenta de autoria, visando explorar toda capacidade do ambiente, motivando e estimulando ainda mais o estudante.

Finalmente, o conteúdo didático, agora com novos recursos, será disponibilizado.

## **5.2. Testes**

Os testes serão feitos através da utilização do ambiente nas aulas de Simulação de Sistemas. Os estudantes serão observados e seus índices de aproveitamento serão comparados com os índices de aproveitamento da turma anterior que utilizava o sistema antigo e também será comparado com o índice das turmas que tinham somente aula presencial.

## **6. Conclusão**

O uso de novas tecnologias da informação e das comunicações pode tornar mais fácil e eficaz a superação das distâncias e mais efetiva a interação professor-aluno, mais educativo o processo pedagógico, mais efetiva a autonomia do aluno diante de seu processo de aprender a aprender. A referência fundamental do curso de EAD é a natureza do curso aliada às características da clientela.

Durante a elaboração do projeto que se refere este artigo pode-se observar:

- Os cursos de EAD alcançam muito mais pessoas com os mesmos investimentos e recursos de que se fossem ministrados presencialmente;
- O custo de desenvolvimento de programas de EAD de qualidade é extremamente alto e sua distribuição e o oferecimento também possui um custo razoável. Muitas instituições estão procurando atalhos que reduzam o custo de desenvolvimento. Ao invés de usarem meios de comunicação caros, elas utilizam textos no desenvolvimento do curso e o distribuem através da Internet;
- O modelo de projetos tem muito a ver com as concepções modernas de ensino e de aprendizagem, com os princípios da reforma de contextualização e interdisciplinaridade e com as competências relacionadas ao aprender a aprender e a trabalhar solidariamente. O aprendizado baseado em projetos o professor é o de mediador e facilitador desse processo de aprendizagem, e não o de alguém que, por ter mais conhecimento, vai ensinar a matéria.
- Cada pessoa tem suas necessidades, objetivos, estilo cognitivo determinado e ritmos de aprendizagem. Desta forma, torna-se necessário adaptar o ensino a todos estes fatores, como é o caso do EAD;
- O aluno pode determinar o tempo e o horário que irá se dedicar ao curso;

- Oferecer ao estudante variadas formas de exposição dos problemas é aumentar significativamente suas chances de aprendizagem;
- A simulação tem um grande apelo no ensino, dado que permite o aluno visualizar graficamente o problema em estudo. O uso desses recursos pode tornar o processo de ensino e aprendizagem mais motivador, prático e com menores custos do que a elaboração de protótipos.
- O processo de avaliação inversa pode ser um modelo pedagógico mais estimulante se comparado ao convencional, uma vez que a situação de perder algo, no caso pontos, pode influenciar positivamente seu grau de motivação, fazendo com que o aluno estude mais para não perder os pontos. Na avaliação convencional, o estudante apenas deixaria de ganhar os pontos.

## **7. Referências bibliográficas**

- [1] Bonfigli, M. E., Casadei, G., Salomoni, P. Adaptive Intelligent Hypermedia in Engineering Education. <http://www.cineca.it/~nume03/Papers/WMC00/icsee00.html>. Acessado em 18 de outubro de 2003.
- [2] Moraes, M. C. O Paradigma Educacional Emergente. Campinas, Papirus, 1997.
- [3] Roccetti, M., Salomoni, P., Bonfigli, M. E. A Design for Simulation-based Multimedia Learning Environment. Simulation: Special Issue, volume 76, número 4, April, 2001.
- [4] Tarouco L. O processo de Avaliação na Educação a Distância. <http://www.pgje.ufrgs.br/webfolioead/biblioteca/artigo6/artigo6.html>. Acessado em 15 de outubro de 2003.
- [5] Weber, G., Spetch, M. User Modeling and Adaptive Navigation Support in WWW-based Tutoring Systems. In Proceedings of User Modeling '97. Cagliari, Italy. June 2-5, 1997. pp. 289-300.
- [6] Wenger E. Artificial Intelligence and Tutoring Systems. Morgan Kaufmann Publishers, Los Altos, CA, 1987.