Construção e Gestão de Conteúdo Educacional Utilizando Simprocess, TelEduc e Técnicas de Workflow

Silene Fernandes Bicudo
Lab. de Computação e Matemática Aplicada
LAC / Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)
Av. dos Astronautas, 1758 CP 515
12245-970 São José dos Campos, SP, Brasil
e-mail: silene@univap.br

Germano de Souza Kienbaum
Lab. de Computação e Matemática Aplicada
LAC / Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)
Av. dos Astronautas, 1758 CP 515
12245-970 São José dos Campos, SP, Brasil
e-mail: germano@lac.inpe.br

Resumo

Este trabalho apresenta a arquitetura e o estágio atual de desenvolvimento de um ambiente para construção e gestão de conteúdo educacional na web fundamentados em metodologias e técnicas tradicionalmente utilizadas nas áreas de gestão de processos e simulação de sistemas. O foco do trabalho é a estruturação e a construção de conteúdo didático por meio de uma interface gráfica amigável, baseada na tecnologia de workflow, e a sua disponibilização na web sob a forma de material de auxílio a aulas presenciais ou de cursos completos para educação a distância, utilizando um sistema de gestão de aprendizagem. O monitoramento em tempo real das atividades desenvolvidas pelos alunos e a gestão do processo educacional é vista como um aspecto complementar para evolução futura do sistema. O ambiente projetado está sendo desenvolvido com base na integração da ferramenta de simulação de sistemas SIMPROCESS com o ambiente de educação a distância TELEDUC.

Palavras-chave: educação a distância, construção e gestão de conteúdo educacional, simulação de sistemas, *workflow*.

1. Introdução

Nos últimos anos a evolução das tecnologias voltadas à construção, a disponibilização e a gestão de cursos *on-line* vêm evoluindo rapidamente [4] e [2].

O primeiro grande avanço nesta linha tecnológica foi à criação das bibliotecas de conteúdo genérico que eliminavam a necessidade do uso de papel ou CD-ROM. Mas por causa do conteúdo pouco variado, usar esta forma de *e-learning* mostrou-se pouco eficiente. Companhias que queriam usar um conteúdo específico precisavam ainda sair do foco principal de seus negócios para desenvolverem cursos, adicionando custos ao processo.

Em seguida, vieram os Sistemas de Gestão de Aprendizagem (*Learning Management Systems* – LMS), responsáveis pelo planejamento, disponibilização e gerenciamento de todos os eventos dentro de um ambiente educacional virtual, incluindo desde o controle de ferramentas administrativas até ferramentas de comunicação. O foco dos *LMS* é gerenciar os aprendizes, mantendo através de ferramentas administrativas a trajetória de seu progresso e sua atuação em todos os tipos de atividades de treinamento.

Num estágio posterior, visando suprir a falta de habilidade de muitas companhias para criar e disponibilizar cursos via internet com conteúdo proprietário, companhias que ofereciam plataformas para *e-learning* terceirizadas entraram no mercado. Essas companhias hospedam o conteúdo do curso de uma organização, provendo serviços terceirizados para manutenção do mesmo em suas plataformas ao invés de vender uma licença de uso. Por causa da dependência dos fornecedores, organizações que usavam essas plataformas terceirizadas não tinham a capacidade de rapidamente alterar o conteúdo de seus cursos a partir de recursos internos.

Nos dias de hoje, expandiu-se o conceito dos *LMS* pela adição de funcionalidades destinadas à construção e gestão de conteúdo para aprendizagem (*Learning Content Management Systems – LCMS*). Estes sistemas são projetados para permitir que os especialistas na matéria, com pouco conhecimento tecnológico projetem, elaborem, disponibilizem e meçam rapidamente os resultados de um curso via *web* a partir de avaliações imediatas e relatórios do aproveitamento de cada aluno.

Uma das etapas mais difíceis e trabalhosas do desenvolvimento de cursos *on-line* utilizando-se sistemas *LCMS* é a de estruturação e construção do conteúdo. A aplicação de tecnologias que facilitem e agilizem esse processo é de extrema importância para os

educadores, pois elas permitem ao professor organizar o seu material didático e evitam a necessidade de que ele seja um *expert* em informática e domine ferramentas para a edição e publicação de páginas na *web*.

Um outro aspecto de grande relevância no desenvolvimento de sistemas deste tipo diz respeito à construção de roteiros para orientar a navegação do conteúdo pelos alunos, que permitam grande flexibilidade, e até mesmo sua adaptabilidade, de acordo com os diferentes perfis de usuários, e que proporcionem ao mesmo tempo os controles necessários para o monitoramento das atividades realizadas e o adequado gerenciamento do processo educacional. Um *LCMS* eficiente deve ainda permitir que toda organização crie e disponibilize conteúdos em diferentes formas, mantendo a flexibilidade para incorporar suas especificidades ou diferenças.

O presente trabalho apresenta como principais objetivos: a adaptação inovadora para uso na área de tecnologia educacional de uma metodologia baseada em *workflow*, originalmente proposta visando a integração de gestão de processos e simulação [7]; o emprego desta metodologia para a abordagem dos dois grandes desafios acima relacionados com o desenvolvimento de sistemas do tipo *LCMS*; e a exemplificação, através de um estudo de caso, das vantagens e eventuais limitações da utilização do conteúdo assim criado como material de auxílio em aulas presenciais e também na forma de cursos autônomos de educação a distância disponibilizados na *web*.

O conteúdo deste artigo está estruturado de acordo com os seguintes tópicos: introdução, a integração da gestão de processos com a simulação e sua aplicação à tecnologia educacional, a arquitetura do ambiente proposto, requisitos do ambiente e seu estágio atual de desenvolvimento, e um estudo de caso, cobrindo o curso CAP-259 Simulação de Sistemas do Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada do Instituto nacional de Pesquisas Espaciais (CAP/INPE). Por último é feita uma síntese dos resultados e das conclusões obtidos até o momento e são indicadas as direções para a continuação da pesquisa.

2. A integração da gestão de processos com a simulação e sua aplicação à tecnologia educacional

A gestão de processos em sua forma tradicional é baseada na tecnologia de *workflow* e ela é muito utilizada na reengenharia e automação de processos de negócios e de informação em uma organização [1].

O Modelo de Referência de *Workflow* da *Workflow Management Coalition* (WfMC) define *workflow* como a automação de um processo de negócios, por inteiro ou por partes, durante o qual documentos, informações e atividades são passadas de um participante para outro para que estes desenvolvam ações respeitando um conjunto de regras procedimentais [9].

Alternativamente, [3] define *workflow*, ou fluxo de trabalho, como um conjunto de atividades executadas de forma coordenada, em série ou em paralelo, por dois ou mais membros de um grupo de trabalho, visando um objetivo comum.

Nos diagramas de *workflow* os processos são modelados interligando-se um conjunto de atividades coordenadas, paralelas e/ou seqüenciais, necessárias para atingir um objetivo. As atividades são representadas por retângulos e, nos pontos onde houver atividades em caminhos paralelos, utiliza-se um círculo indicando a separação ou o retorno de execução de atividades paralelas. As atividades e os círculos são unidos através de linhas direcionadas [8].

A utilização de *workflow* na área de educação é feita já há algum tempo para a modelagem e estruturação do processo descritivo de um curso, envolvendo a especificação das atividades e do conteúdo do seu material didático, bem como o sequenciamento e os agentes responsáveis pela execução das mesmas. Um exemplo de um trabalho desta área para auxiliar a autoria e a execução de conteúdos didáticos, é apresentado em [6].

A integração da gestão de processos e simulação de sistemas por sua vez constitui-se numa linha de pesquisa em desenvolvimento, que visa a integração destas duas técnicas e sua aplicação para uma ampla classe de problemas, para os quais elas foram formuladas e são aplicadas de forma isolada, buscando-se ainda preservar suas vantagens e eliminar suas deficiências relativas. Esta metodologia e sua aplicação para processos em geral estão descritas em [7].

A proposta deste trabalho é ir além da aplicação da metodologia de *workflow* na sua forma tradicional e demonstrar que a metodologia unificada acima citada também pode ser aplicada na estruturação e gestão do conteúdo de um curso e que ela apresenta vantagens em relação à forma tradicional com a qual ela tem sido aplicada.

As vantagens esperadas são decorrentes das seguintes considerações:

- Na metodologia unificada para gestão de processos e simulação, a tecnologia de *workflow* é também utilizada como um dos elementos fundamentais da modelagem, permitindo igualmente a monitoração e a gestão dos processos modelados, mas ela é estendida para incluir a coleta de dados, a análise de performance, o estabelecimento de estratégias diferenciadas de execução dos modelos (e de roteiros alternativos de navegação) e a simulação de cenários futuros, funcionalidades típicas de sistemas de simulação.
- Na nova forma de representação proposta as atividades podem ainda ser agrupadas em classes diferenciadas e representadas como processos hierárquicos ou módulos componentes do curso, tais como aulas teóricas, exercícios, material de apoio,

manuais utilizados no ensino de programas, aulas de laboratório, leituras, etc., e estes podem ser detalhados em qualquer número de níveis de subcomponentes, até a especificação no nível de objetos de aprendizagem, se assim for desejado.

- Um ambiente deste tipo facilita significativamente todos os processos necessários para a estruturação e publicação de conteúdo educacional na web, pois oferece ao professor uma interface gráfica amigável, para a estruturação do conteúdo de seu curso, acabando com a necessidade dele ser um *expert* em programação para *web*.
- A disponibilidade de funcionalidades típicas da área de simulação, como por exemplo a capacidade de se definir roteiros dinamicamente com base em atributos das entidades percorrendo o sistema (alunos navegando o conteúdo) permitirá a modelagem de estratégias específicas de aprendizado, a adoção de hipermídia adaptativa, a introdução de novas formas de avaliação (como por exemplo, uma avaliação inversa, com base num critério de atribuição de notas decrescentes), e a coleta de informações para aperfeiçoamento do material didático, etc.

A aplicação da nova metodologia dá-se a partir da adaptação/especialização de um ambiente integrado para gestão de processos e simulação do tipo formulado pelos autores acima mencionados, e a sua utilização com a finalidade de auxiliar o professor na estruturação do seu curso e na disponibilização deste como conteúdo auxiliar das aulas presenciais ou até como material autônomo para ensino a distância, totalmente acessado por meio da Internet. Nos itens que se seguem, apresenta-se e discuti-se a arquitetura de um sistema para o desenvolvimento de um ambiente deste tipo, relacionando-se também seus requisitos mínimos.

3. Arquitetura do ambiente

Em primeiro lugar, é importante ressaltar que em ambiente de EAD existem dois tipos de usuários com perfis e objetivos bem diferentes. Portanto, o ambiente necessita de duas interfaces com características bem distintas para contemplar os dois tipos de usuários. A primeira delas destinada ao professor, interessado na criação e gerenciamento do curso (rede de atividades e roteiros projetados) e a segunda destinada aos alunos, para permitir a correta navegação do conteúdo e o acompanhamento por parte do professor do que eles estão realizando, permitindo a coleta de estatísticas e a eventual interferência do professor, caso desejado.

O professor estrutura e constrói seu curso de acordo com uma certa rede de atividades utilizando a técnica de *workflow*, prevendo a existência de roteiros alternativos, seja em função do perfil de conhecimento prévio dos alunos ou de seu desempenho durante o curso. Além disto, dentro das múltiplas alternativas disponibilizadas, os usuários alunos descreverão um percurso personalizado através da matéria, em função de suas características pessoais, de avaliações realizadas durante o curso ou de redirecionamentos determinados pelo professor em razão do monitoramento do progresso dos mesmos.

Uma arquitetura simplificada para o ambiente de construção e gestão do conteúdo educacional, o qual utiliza sistemas de *workflow* para estruturação do roteiro do curso e considera a existência e as características do usuário professor e do usuário aluno é apresentada na Figura 1. A Figura 1 mostra uma arquitetura modular, onde cada módulo é praticamente autônomo, formado por um aplicativo de interface ou serviço, que se comunica com os demais, quando necessário, e adiciona novas funcionalidades ao sistema.

O núcleo do ambiente é constituído por um aplicativo desenvolvido com o sistema de simulação SIMPROCESS que tem a finalidade de ser editor gráfico de roteiros e de conteúdos (interface do professor). Para fins de disponibilização na *web*, os modelos criados com o SIMPROCESS são convertidos em páginas de Linguagem de Formatação de Hipertexto (*HyperText Markup Language* – HTML) estruturadas em *frames* e podem ser usadas como mapa geral de navegação do conteúdo do curso.

O aplicativo requer atualmente ainda o uso de editores de gráficos e de texto extras para a elaboração de figuras e páginas em padrão HTML ou *Portable Document Format* (PDF), que são conectadas aos diversos nós atividades. Como veículo *web* para o conteúdo criado utiliza-se o ambiente de educação a distância denominado TELEDUC [5] o qual já disponibiliza uma série de ferramentas de comunicação via internet e os aspectos mais essenciais de administração necessários para a inscrição e gerenciamento das atividades ao longo do curso.

A segunda interface, responsável pela gestão do conteúdo durante a realização do curso ou seu monitoramento em tempo real, será criada posteriormente. Ela vai explorar funcionalidades existentes no simulador que o capacitam para construir e executar modelos que são armazenados no servidor e executados através de instâncias do sistema acessadas remotamente. O modelo como um serviço será executado no servidor de rede, e a alimentação de seus dados de entrada, bem como suas saídas, formadas pelos resultados das operações nele executadas, passam a ser escritas/acessadas através de sistemas clientes remotos, utilizando-se banco de dados e/ou chamadas feitas com base em protocolos apropriados.

Esta etapa do desenvolvimento considerará aspectos de personalização/adaptabilidade e permitirá o monitoramento em tempo real de toda a interação dos estudantes com o ambiente e a interferência do professor, caso desejado. A avaliação dos alunos e a coleta de estatísticas pelo sistema para determinar melhores estratégias de aprendizagem também farão parte desta etapa.

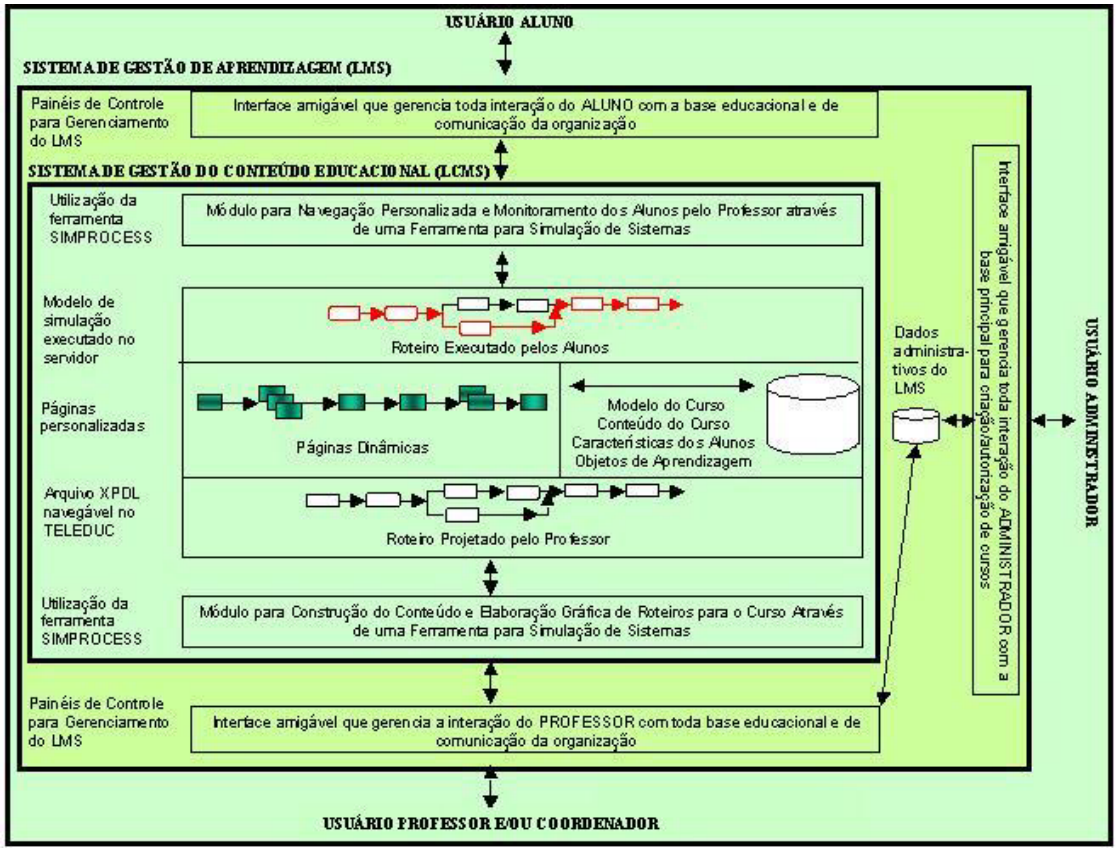

Fig. 1- Arquitetura do ambiente integrado

4. Requisitos do ambiente e estágio atual de seu desenvolvimento

4.1. Requisitos do ambiente

Segundo [4] um bom LCMS deve ser uma plataforma que vai além de uma simples ferramenta de autoria, armazenamento e disponibilização de conteúdo. De uma forma geral ele deve ainda abranger as seguintes características:

a. Ferramenta de fácil uso para a criação de conteúdo - Uma das principais vantagens dos LCMS é não necessitar que seus usuários sejam experts em programação para internet quando constroem conteúdo. Portanto, o ponto forte dos LCMS é oferecer uma ferramenta de autoria fácil de usar, com autorias automatizadas, incluindo What You See Is What You Get (WYSIWYG), eliminando a necessidade de conhecer a fundo linguagens como HTML.

b. Projeto e disponibilização de cursos flexíveis - Toda organização possui um conteúdo único para atender suas necessidades, possui metodologias de treinamento diferenciadas, diferentes tipos de sofisticação e projeto instrucional. Um LCMS poderia habilitar tais flexibilidades, fazendo com o sistema se adeqüe as necessidades de cada organização baseando-se em padrões existentes.

c. Suporte ao reuso - Um LCMS deve empregar e armazenar objetos de aprendizagem, possibilitando o reuso dos mesmos e conseqüentemente reduzindo esforços de produção de conteúdo, evitando principalmente dados redundantes.

d. Aplicativos administrativos - Os LCMS devem ser construídos por ferramentas administrativas que permitem um rápido gerenciamento de todos os processos envolvidos, como, controle de inscrições, progresso do aprendizado, freqüência, tempo de acesso, trajetória, etc.

e. Ferramenta para avaliação - Um LCMS deve analisar o conhecimento inicial do aluno e também avaliar o conhecimento adquirido durante a execução do curso via web. Ferramentas para gerenciamento do aprendizado e relatórios para analise deste gerenciamento deverão ser disponibilizadas para que o aprendizado seja avaliado. O sistema poderá ter avaliações em diferentes níveis e formatos.

f. Interface com LMS - Os LCMS devem ter uma interface direta com o LCM para que todo processo de gerenciamento administrativo e o processo de aprendizagem sejam monitorados. Estas plataformas poderão ser integradas através do XML e padronizadas de acordo com padrões do mercado como, por exemplo, o Sharable Courseware Object Reference Model (SCORM).

g. Funções de comunicação e colaborativas - Um sistema para ensino via web é mais eficiente quando o aluno pode interagir com a tecnologia, com outros alunos e com o tutor. Os processos de comunicação e colaboração poderão ser feitos de forma síncrona ou assíncrona.

O ambiente discutido neste artigo implementa quase todos os requisitos descritos acima, sendo suas principais características a facilidade de uso, sua flexibilidade, a disponibilização de ferramentas administrativas e para comunicação e colaboração, interface amigável e direta com o LMS e finalmente, a disponibilização de ferramentas para avaliação da aprendizagem.

4.2. Estágio atual de desenvolvimento

A Figura a seguir retrata a interface do ambiente na sua forma atual.

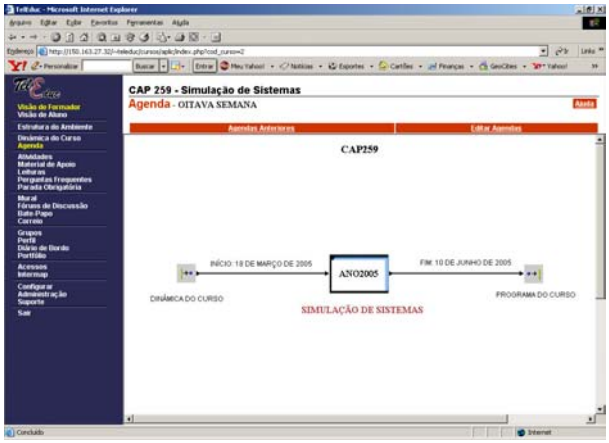

Fig. 2 - Interface atual do ambiente

Na Figura 2 vê-se a tela principal do TELEDUC com a página correspondente à agenda contendo o modelo gráfico e toda a estrutura de atividades em árvore obtidos com o uso do aplicativo SIMPROCESS ao caso do Curso CAP-259 Simulação de Sistemas do programa de pós-graduação do INPE (CAP/INPE).

Com relação aos requisitos citados no item 3 o ambiente formado pelo TELEDUC como plataforma principal e pelo editor gráfico de conteúdo utilizado o SIMPROCESS, já atende, ainda que em alguns caso parcialmente, às seguintes funcionalidades básicas: itens a, b, d, e, f (sem a padronização SCORM) e g. A funcionalidade descrita em 3 não é atendida..

5 – Estudo de Caso

A metodologia proposta neste trabalho é ilustrada neste tópico pela sua aplicação a um caso real, tendo sido escolhido para isto o curso básico de Simulação de Sistemas CAP-259 pertencente ao programa de pós-graduação em Computação Aplicada do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CAP/INPE). O curso em questão é dado em um período letivo, geralmente o primeiro período, que corresponde aos meses de março, abril, maio e início de junho. Para fins de ilustração da metodologia o curso foi estruturado nos seguintes módulos de materiais e atividades:

b. Módulo ADM – relacionado com a organização do curso

c. Módulo TEORIA – relacionado com o conteúdo teórico

d. Módulo SIMPROCESS – relacionado com o ensino do software de simulação SIMPROCESS

e. Módulo PROJETO – relacionado com a implementação de um modelo como projeto final do curso por grupos de alunos.

f. Módulo EXERCÍCIOS – contendo exercícios práticos executados durante a aula ou na forma de lista de exercícios para casa.

As aulas são dadas de forma agrupada em um único dia da semana durante um meio período do dia, de manhã ou à tarde, o que permite que numa dada semana sejam cobertos assuntos pertencentes a mais de um módulo. O conteúdo do curso, constituído pelas tarefas elementares e seu respectivo material didático, foi distribuído de acordo com os módulos definidos acima e estes, por sua vez, agrupados dentro de suas respectivas aulas, semanas e meses, constituindo uma árvore.

A estrutura em árvore é gerada a partir do modelo gráfico do curso elaborado pelo professor utilizando o sistema de simulação SIMPROCESS, que lhe permite criar o curso de forma visual. O modelo gráfico do curso é formado por processos hierárquicos que, por sua vez, compõem-se de subprocessos também hierárquicos, em qualquer quantidade de níveis de profundidade que se deseje, até a especificação das atividades ou tarefas elementares, consideradas indivisíveis. Cada processo hierárquico ou cada atividade elementar podem ter associados a si conteúdos didáticos de diversos tipos de mídia, podendo ser arquivos texto, apresentações de slides criados em editores apropriados, imagens ou arquivos contendo vídeo, etc.

A Figura 3 mostra a estrutura dos processos hierárquicos correspondente à primeira semana do curso criada com base na metodologia proposta. O modelo do curso assim construído é então transformado em páginas HTML estruturadas e em uma árvore (diretório) de pastas e arquivos que são utilizados dentro do sistema de educação a distância TELEDUC. O modelo gráfico do curso é carregado no TELEDUC no local destinado à Agenda, enquanto a árvore de pastas e arquivos, é carregada no local destinado às Atividades.

Observa-se no modelo do curso criado pelo SIMPROCESS a natureza cíclica da descrição interna do processo hierárquico, natureza esta que se repete em todos os níveis de componentes do modelo. Esta estrutura só não está presente no caso do processo ser formado apenas por uma componente, como é o caso da semana 6, onde apenas atividades relacionadas ao projeto final do curso foram abordadas.

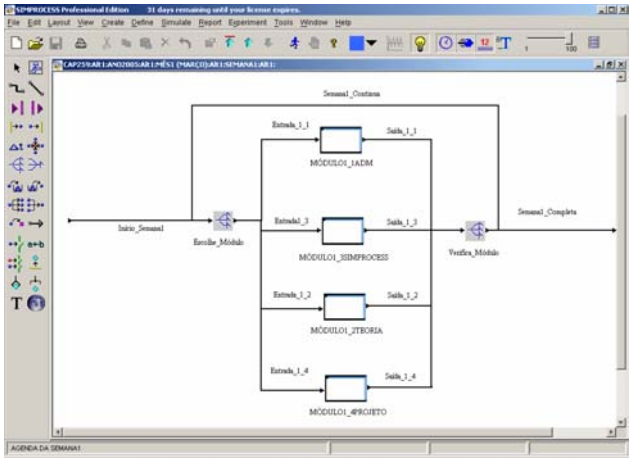

Fig. 3- Processos descritivos das atividades

A natureza cíclica dos componentes do modelo é destinada a permitir futuramente a criação pelo professor de mecanismos variados para a navegação do material do curso pelos alunos, quando este for disponibilizado como curso autônomo na *web* e gerido pelo próprio ambiente. A navegação será definida de forma flexível, permitindo desde a liberdade total até a submissão completa a controles criados pelo professor.

No estágio atual de desenvolvimento o ambiente não dispõe destes mecanismos de monitoramento das atividades e gestão do processo educacional. Esta complementação da interface do professor será objeto de estudos futuros, e sua viabilidade está relacionada com a potencialidade do sistema de simulação SIMPROCESS (através de um módulo denominado *dispatcher*) de permitir que o modelo do curso seja executado na forma de um aplicativo autônomo no servidor.

6 – Conclusões

Conforme citado na introdução deste trabalho, sua finalidade foi a descrição de uma metodologia inovadora baseada na tecnologia de *workflow*, visando facilitar e agilizar o processo de estruturação e construção de conteúdo educacional na *web* e ainda possibilitar a construção de roteiros flexíveis e adaptáveis as características dos usuários a partir da integração da plataforma de EAD TELEDUC e do sistema de simulação SIMPROCESS.

Realmente verificou-se que é viável a integração de simulação e gestão de processos e o uso desta metodologia pode minimizar os custos e facilitar os procedimentos de elaboração e gestão de material para auxiliar as aulas presenciais ou de material para cursos totalmente disponibilizados na Internet.

Optou-se pelo uso da plataforma de Ensino a Distância TELEDUC como o sistema de gestão da aprendizagem por ela ser uma plataforma gratuita, de fácil uso, com código aberto e muito utilizada nas instituições de ensino brasileiras.

Esta metodologia já se encontra parcialmente implementada e está sendo utilizada pelo professor e pelos alunos, como ferramenta de apoio no Curso CAP-259 do programa de pós-graduação do INPE, mostrando com isso a viabilidade do desenvolvimento proposto.

A continuação da pesquisa explorará o potencial dos modelos de simulação para se desenvolver uma interface de monitoramento em tempo real dos cursos, analisar estatísticas coletadas durante sua realização para aperfeiçoamento do processo ensino/aprendizagem e permitir uma melhor gestão do conteúdo educacional do ponto de vista do educador.

7. Referências bibliográficas

[1] Georgakopoulos, d., Amit, S. An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure. Disponível em: <http://citeseer.ist.psu.edu/georgakopoulos95overview.html>. Acesso em: 17 fev. 2005.

[2] Greenberg, L. LMS and LCMS: What´s de Difference? Disponível em: <www.learningcircuits.org/2002/dec2002/greenberg.html>. Acesso em: 03 mar. 2005.

[3] Moro, M. M. Workflow. Disponível em: <www.inf.ufrgs.br/~mirella/workflow/work.html>. Acesso em: dez. 2004.

[4] Robbins, S. R. The Evolution of the Learning Content Management System. Disponível em: <http://www.learningcircuits.org/2002/apr2002/robbins.html>. Acesso em: 09 mar. 2005.

[5] Rocha, H. C., et al. Projeto TelEduc: Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia para Educação a Distância. In: IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA ABED, 2002, São Paulo. Anais... São Paulo, 2002. 1 CR-ROM.

[6] Sizilio, G. R.M. A; Edelweiss, N. Técnicas de Modelagem de Workflow Aplicadas à Autoria e Execução de Curdos de Ensino à Distância. Porto Alegre, 2000. Disponível em: < http://www.inf.ufrgs.br/~nina/Dissertacao/GlauciaSizilio.pdf>. Acesso em: 10 de maio. 2005.

[7] Travassos, P. R. N.; Kienbaum, G. S. Metodologia e Ferramentas para a Integração de Simulação de Processos com a Gestão de Projetos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGISTÍCA DA MARINHA (SPOLM2004), Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro, jan. 2004.

[8] VOUK, M. A.,BITZER, D.L., KLEVANS, R.L. Workflow and end-user quality of service issues in web-based education. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, North Carolina, v.11, p. 673-687, Aug. 2003.

[9] WfMC - WORKFLOW MANAGEMENT COALITION. The Workflow Reference Model. Disponível em: <http://www.wfmc.org/>. Acesso em: 27 jan 2005