



Ministério da
Ciência e Tecnologia



INPE-15323-TDI/1366

UMA ABORDAGEM INTEGRADA PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA USANDO GESTÃO DE PROCESSOS E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

Silene Fernandes Bicudo

Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada,
orientada pelos Drs. Germano de Souza Kienbaum e Lamartine Nogueira Frutuoso
Guimarães, aprovada em 9 de dezembro de 2005.

Registro do documento original:

<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2006/02.14.18.12>

INPE
São José dos Campos
2008

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3945-6911/6923

Fax: (012) 3945-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO:

Presidente:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Membros:

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Haroldo Fraga de Campos Velho - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr^a Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Jefferson Andrade Ancelmo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Simone A. Del-Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Marilúcia Santos Melo Cid - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva e Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Viveca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da
Ciência e Tecnologia



INPE-15323-TDI/1366

UMA ABORDAGEM INTEGRADA PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA USANDO GESTÃO DE PROCESSOS E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

Silene Fernandes Bicudo

Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada,
orientada pelos Drs. Germano de Souza Kienbaum e Lamartine Nogueira Frutuoso
Guimarães, aprovada em 9 de dezembro de 2005.

Registro do documento original:

<<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2006/02.14.18.12>>

INPE
São José dos Campos
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B473a Bicudo, Silene Fernandes.

Uma abordagem integrada para educação a distância usando gestão de processos e simulação de sistemas/ Silene Fernandes Bicudo. – São José dos Campos: INPE, 2008.

190p. ; (INPE-15323-TDI/1366)

1. Educação a distância. 2. Workflow. 3. Gestão de processos. 4. Simulação de sistemas. 5. Conteúdo educacional.
I. Título.


CDU 004.383.4(37.018.43)

Copyright © 2008 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, microfílmico, reprográfico ou outros, sem a permissão escrita da Editora, com exceção de qualquer material fornecido especificamente no propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2008 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, microfilming, recording or otherwise, without written permission from the Publisher, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de Doutor(a) em
Computação Aplicada

Dr. José Demisio Simões da Silva



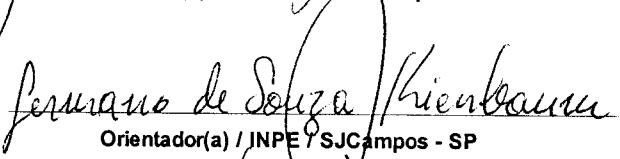
Presidente / INPE / SJC Campos - SP

Dr. Lamartine Nogueira Frutuoso
Guimarães



Orientador(a) / IEAV/CTA / SJC Campos - SP

Dr. Germano de Souza Kienbaum



Orientador(a) / INPE / SJC Campos - SP

Dr. Haroldo Fraga de Campos Velho



Membro da Banca / INPE / SJC Campos - SP

Dr. Celso Massaki Hirata



Convidado(a) / ITA / SJC Campos - SP

Dr. Nizam Omar



Convidado(a) / MACKENZIE / São Paulo - SP

Aluno (a): Silene Fernandes Bicudo

São José dos Campos, 09 de dezembro de 2005

“O parto é mais admirável do que a conquista, mais fantástico do que a autodefesa, e tão corajoso quanto as duas”.

Gloria Steinem

Para meu esposo Marcos e minha filha Camille.

Minhas maiores conquistas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus pela oportunidade de concluir minha pesquisa a tempo, apesar dos inúmeros obstáculos enfrentados.

Agradeço a meu esposo Marcos Antonio Bicudo Júnior pelo incentivo, pelo carinho e pelo sentimento de orgulho que seus olhos emanam quando me vêem superar cada desafio. E, agradeço principalmente pelos cuidados com nossa filha, pois muitas vezes nas minhas freqüentes ausências ele foi pai e mãe.

Agradeço a minha filha Camille, que ainda tão pequena não entende o porquê das coisas, mas que com um simples sorriso me dá forças para não desistir, pois sei que um dia ela poderá também se orgulhar das minhas conquistas.

Agradeço a minha mãe Márcia por sempre estar ao meu lado, me ajudando incondicionalmente.

Agradeço a meus colegas do grupo de pesquisa NEMESIS e ao ex-participante Luiz Alberto Rebelo Correa, pela colaboração e companheirismo.

Agradeço à Samantha Rijo de Azevedo e a Guilherme Rodolfo Lamm, meus braços direito e esquerdo na UNIVAP, que por muitas vezes assumiram minhas responsabilidades para que eu pudesse me dedicar a esta pesquisa.

E finalmente, um agradecimento muitíssimo especial a meus orientadores Germano de Souza Kienbaum e Lamartine N. Frutuoso Guimarães pela ajuda, paciência, dedicação e por nunca desistirem de me incentivar e ensinar.

Muito Obrigada!

RESUMO

Este trabalho apresenta uma abordagem integrada para Educação a Distância com base em técnicas de modelagem e ferramentas utilizadas nas áreas de Gestão de Processos e Simulação de Sistemas. As metodologias oriundas destas duas áreas de pesquisa são utilizadas na proposta de uma arquitetura para um ambiente que tem como finalidade auxiliar o professor na elaboração, construção do conteúdo e gestão do processo educacional. O ambiente proposto faz uso da tecnologia de workflow para a criação e disponibilização na Internet de material de auxílio a aulas presenciais ou de cursos completos para Educação a Distância. O monitoramento em tempo real das atividades desenvolvidas pelos alunos e a gestão do processo educacional utilizando as funcionalidades adicionais do simulador são vistos como componentes essenciais da arquitetura proposta, mas eles se encontram ainda em desenvolvimento, e serão abordados em mais detalhes em versões futuras do sistema. O ambiente foi denominado Web Course Manager e é desenvolvido com base na integração da ferramenta de simulação de sistemas Simprocess com o ambiente de educação a distância TelEduc.

AN INTEGRATED APPROACH FOR DISTANCE LEARNING USING BUSINESS PROCESS MANAGEMENT AND SYSTEM SIMULATION

ABSTRACT

This work presents an integrated approach for Distance Education based on modeling techniques and tools usually applied in Business Process Management and Systems Simulation. The methodologies from these research areas are used to propose an environment's architecture to support the professor in building and managing the educational process. The environment proposed makes use of the workflow technology for building e-learning content that can be used as auxiliary material or as full distance learning courses. The real time monitoring of the activities developed by the students and the management of the learning process are seen as essential features of the proposed architecture, but they are still under construction for inclusion in future versions of the system. The environment was named Web Course Manager and its development is based on the distance learning system TelEduc and the process simulation system Simprocess.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

	<u>Pág.</u>
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	27
1.1 - Considerações Iniciais.....	27
1.2 – Motivação.....	30
1.3 – Objetivos.....	33
1.4 – Etapas de Desenvolvimento.....	34
1.5 - Estrutura do Trabalho.....	36
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	39
2.1 – Considerações Iniciais.....	39
2.2 - A Evolução dos Sistemas de Gestão para Educação a Distância.....	40
2.3 – Etapas para o Desenvolvimento de um Curso a Distância.....	43
2.4 – A Utilização de Tecnologia de <i>Workflow</i> em EAD.....	47
2.4.1 – Conceitos e Definições.....	47
2.4.2 – Técnicas de Modelagem de <i>Workflow</i>	49
2.4.2.1 – O Modelo Proposto por Sizilio.....	49
2.5 – A Integração de Gestão de Processos e Simulação de Sistemas.....	53
2.5.1 – A Abordagem GPSS.....	53
CAPÍTULO 3 - PLATAFORMAS DE DESENVOLVIMENTO.....	57
3.1 - Considerações Iniciais.....	57
3.2 – O Ambiente de Ensino a Distância TelEduc.....	59
3.2.1 – Uma Visão Geral.....	59
3.2.2 – Ferramentas Conteudistas.....	62
3.2.3 – Arquitetura.....	64
3.2.4 – Código Fonte.....	69
3.3 – O Ambiente para Simulação de Sistemas Simprocess.....	70
3.3.1 – Uma Visão Geral.....	70
3.3.2 – A Arquitetura Mono-Usuário.....	71
3.3.3 - Arquitetura Multi-Usuário e Orientada a Serviços (SOA).....	73
3.3.4 - A Linguagem <i>XPDL</i> e a Padronização de Modelos de Processos.....	76
CAPÍTULO 4 - ARQUITETURA DO AMBIENTE.....	81
4.1 - Considerações Iniciais.....	81
4.2 – Um Modelo Para A Abordagem GPSS.....	83
4.3 – A Utilização da Abordagem GPSS em EAD.....	86
4.4 – A Arquitetura Geral do Ambiente <i>Web Course Manager</i>	87
4.4.1 – Requisitos de um LCMS.....	88

4.4.2 – A Arquitetura.....	89
4.4.2.1– As Interfaces de Usuários.....	92
4.4.2.2 – A Máquina de <i>Workflow</i>	97
CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTAÇÃO E ESTUDO DE CASO	103
5.1 - Considerações Iniciais.....	103
5.2 – Integração das Ferramentas TelEduc e Simprocess	104
5.2.1 – Adaptação da Metodologia GPSS a EAD	104
5.2.1.1 – Conversão da Simbologia.....	104
5.2.1.2 – Transformação do Modelo de <i>Workflow</i>	106
5.2.2 – Implementação do Modelo	108
5.2.2.1 – Construção de Modelos no Simprocess.....	108
5.2.2.2 – Elaboração de Roteiros.....	110
5.2.3 – Inserção de Novas Funcionalidades	112
5.3 – Estudo de Caso	116
5.3.1 – O Curso de Simulação de Sistemas CAP-259.....	116
5.3.2 – O Projeto e a Estruturação Modular do Material Didático.....	119
5.3.3 – A Elaboração do Modelo do Curso com o Simprocess.....	124
5.3.4 – A Publicação do Conteúdo no TelEduc.....	127
5.4 – Análise de Desempenho	129
CAPÍTULO 6 -CONCLUSÕES	137
6.1 – Considerações Iniciais	137
6.2 – Resultados Obtidos	138
6.2.1 – Relativos ao Atendimento dos Objetivos Específicos.....	138
6.2.2 – Relativos ao Preenchimento dos Requisitos do Ambiente	139
6.2.3 – Relativos às Funcionalidades e Potencialidades Projetadas do Ambiente	141
6.3 – Limitações da Versão Atual do Ambiente e Trabalhos Futuros.....	142
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145
APÊNDICE A – EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	155
A.1 - Conceitos.....	155
A.2 - Características da EAD	156
A.3 - A Evolução do Ensino a Distância.....	159
A.4 - Vantagens da Utilização da Internet na Aprendizagem a Distância	161
A.5 - Problemas da Educação a Distância Via Internet.....	162
APÊNDICE B - OS MODELOS DE CASATI E SIZILIO	165
B.1 - Definições e Conceitos	165
B.2 - Modelo de Casati.....	167
B.3 - O Modelo Proposto em Sizilio (2000).....	171
APÊNDICE C - BASE DE DADOS DO TELEDUC.....	177
C.1 – Descrição das Bases de Dados.....	177

APÊNDICE D - SERVIÇOS DE SIMULAÇÃO SOB DEMANDA	181
D.1 - Serviços de Simulação sob Demanda.....	181
D.2 - Monitoramento de Atividades de Negócio (BAM).....	181
D.3 - Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM).....	182
APÊNDICE E - TEMPLATES DAS TAREFAS	185
E.1 – Descrição dos Templates.....	185

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 – Etapas de Desenvolvimento de um Projeto para EAD.....	45
2.2 – Resumo da Simbologia Utilizada no Modelo de Casati.....	50
3.1 – Estrutura das Ferramentas do Ambiente TelEduc.....	60
3.2 – Ferramenta Atividades.....	63
3.3 – Arquitetura do Ambiente TelEduc.....	65
3.4 – Interface do Administrador do Ambiente – Versão 3.1.8.....	66
3.5 – Representação das Bases de Dados do TelEduc para Quatro Cursos.....	67
3.6 – Interface do Professor e do Coordenador.....	68
3.7 – Interface do aluno.....	69
3.8 – Arquitetura Mono-Usuária do Simprocess.....	72
3.9 – Arquitetura <i>Web Service</i> do Simprocess.....	75
3.10 – Intercâmbio Entre Diferentes Ferramentas de Modelagem de Workflow.....	77
3.11 – Parte de um Documento XPDL.....	77
4.1 – Ciclo de Vida do Modelo na Abordagem BPM.....	84
4.2 - Ciclo de Vida do Modelo Proposto para a Abordagem GPSS.....	85
4.3 – Arquitetura Simplificada do Ambiente <i>Web Course Manager</i>	91
4.4 – Interface do Administrado.....	93
4.5 – Interface do Coordenador/Professor.....	94
4.6 – Interface do Aluno.....	97
4.7 – Modelo de Referência da WfMC.....	99
4.8 – Detalhamento do Núcleo da Arquitetura Integrada.....	100
5.1 – Componentes Pré-Construídos do Simprocess.....	104
5.2 – Árvore Binária.....	106
5.3 – Representação de uma Árvore no Simprocess.....	107
5.4 – Representação Gráfica do Conteúdo do Nó Folha.....	108
5.5 – Representação Cíclica do Modelo.....	109
5.6 – Atividade Elementar.....	110
5.7 – Exemplo de Expressão para Definição dos Roteiros de Navegação.....	111
5.8 – Estrutura em Árvore do Conteúdo do Curso CAP-259.....	112
5.9 – Execução do Simprocess usando a Ferramenta WebModelo.....	114
5.10 – Publicação Automática do Modelo na Ferramenta Agenda.....	115
5.11 – Estruturação Automática da Ferramenta Atividades.....	115
5.12 – Dinâmica do Curso CAP259.....	118
5.13 – Organização do Conteúdo do Curso.....	120
5.14 – <i>Workflow</i> de Execução para o Curso CAP-259.....	121
5.15 – Super- Multitarefa “Executar Módulo”.....	123
5.16 – Supertarefa “Estudar conteúdo do Módulo”.....	124
5.17 – Configuração da Fonte de Dados do Usuário.....	126
5.18 – Tela Inicial do Curso CAP-259.....	127
5.19 – Transferência da Estrutura em Árvore.....	128
5.20 – Ferramenta Atividades do TelEDuc.....	129
5.21 – Relacionamento das Tabelas do Modelo Simplificado.....	130

5.22 – <i>Layout</i> do Primeiro Nível do Modelo Simplificado	131
5.23 – Lê Nota do Aluno no Módulo Corrente.....	131
5.24 – Verifica Nota na Avaliação Inicial e Define Atividades	132
5.25 – Subprocesso do Processo MÓDULO1	133
5.26 – Atividades Elementares do Processo ADM.....	133
5.27 – Conteúdo da Atividade Elementar do Módulo ADM.....	134
5.28 – Roteiro Executado pelo Aluno 1.	135
5.29 – Tabela Componentes_Alunos.....	136
B.1 – Conexão Direta Entre Duas Tarefas.	168
B.2 – Tipos de <i>Fork</i>	168
B.3 – Tipos de <i>Join</i>	169
B.4 – Início e Fim de um <i>Workflow</i>	169
B.5 – Supertarefa	170
B.6 – Multitarefa.....	170
B.7 – Representação Estendida no <i>Workflow</i>	172

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1 – CIMOSA – Lay Out de <i>Template</i>	52
2.2 – <i>Template</i> Proposto para a Descrição de uma Tarefa	53
3.1 – Elementos Importados pelo Simprocess e Seus Correspondentes.....	78
3.2 – Elementos Exportados pelo Simprocess e Seus Correspondentes.....	79
5.1 – Adaptação da Simbologia de Sizilio à Simbologia do Simprocess	105
B.1 – Definições Relacionadas a <i>Workflow</i>	165
B.2 – CIMOSA – Lay Out de <i>Template</i>	173
B.3 – <i>Template</i> Proposto para a Descrição de uma Tarefa.....	174
C.1 – Base de Dados Administrativos – TelEduc	177
C.2 – Base de Dados do Domínio do Curso – TelEducCurso2.....	178

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AVEB	- Virtual Educa Brasil
AMICE	- European CIM Architecture
BAM	- Business Activities Management
BI	- Business Intelligence
BPM	- Business Process Management
CAP	- Computação Aplicada
CCS	- Cascating Style Sheets
CGI	- Common Gateway Interface
CIMOSA	- Computer-Integrated Manufacturing – Open Systems Architecture
DPI	- Divisão de Processamento de Imagens
DSS	- Decision Support Solutions
EAD	- Educação a Distância
EAI	- Enterprise Application Integration
ERP	- Enterprise Resource Planning
ESPIRIT	- European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology
GPL	- GNU General Public License
GPSS	- Gestão de Processos e Simulação de Sistemas
GUI	- Graphical User Interface
HTML	- HyperText Markup Language
HTTP	- HyperText Transfer Protocol

IC	- Instituto de Computação
IEC	- Departamento de Ciência da Computação
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITA	- Instituto Tecnológico de Aeronáutica
JSP	- Java Server Pages
LAC	- Laboratório Associado de Computação e Matemática
LCMS	- Learning Content Management Systems
LMS	- Learning Management Systems
NEMESIS	- Núcleo de Estudos em Modelagem e Simulação de Sistemas
NTIC	- Núcleo de Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação
PDF	- Portable Document Format
PHP	- HyperText Preprocessor
RCPSP	- Resource Constrained Project Scheduling Problem
SACI	- Satélite Avançado de Comunicação Interdisciplinares
SCORM	- Sharable Courseware Object Reference Model
SENAC	- Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI	- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SENAR	- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SOA	- Services-Oriented Architecture
SOAP	- Simple Object Access Protocol
SQL	- Structured Query Language
UNED	- Universidade Nacional de Educação a Distância

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

UNIVAP - Universidade do Vale do Paraíba

WfMC - Workflow Management Coalition

WWW - World Wide Web

XML - eXtensible Markup Language

XPDL - XML Process Definition Language

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Iniciais

O mundo atual é caracterizado pela rapidez e pela profundidade das transformações em curso em todas as formas de atividade humana, o que provoca um impacto especial sobre a área de Educação.

A introdução da informática em larga escala em todos os setores da sociedade traz consigo o desafio de se redefinir a qualidade e os princípios da educação, de modo a adequar a formação das gerações futuras aos paradigmas emergentes, que irão nortear as novas relações sociais e de trabalho.

As empresas exigem cada vez mais dos seus empregados e estes, por sua vez, precisam estar preparados para enfrentar a concorrência e passam a buscar um ensino de qualidade, que possa prepará-los adequadamente. Por isso, torna-se cada vez mais necessário que os educadores reavaliem, constantemente, os métodos de ensino aplicados e utilizem recursos tecnológicos que facilitem a transmissão do conhecimento aos alunos, visando à melhoria da qualidade de ensino para um número cada vez maior de pessoas, a um baixo custo.

Diante desta realidade, a Educação a Distância (EAD) mostra-se como uma das alternativas ao ensino convencional, na medida em que permite uma estratégia de ensino centrada no estudo ativo e independente que, combinando técnicas variadas, dispensa ou reduz as situações presenciais de ensino, e permite que o estudante eleja seu ritmo, tempo e local de estudo (*MARYLAND INSTITUTE FOR DISTANCE EDUCATION*, 1999).

A EAD tem se apoiado em recursos tecnológicos cada vez mais avançados para aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem. Dos cursos via correspondência, que

ainda exercem um importante papel no ensino técnico/profissionalizante, passa-se hoje, ao uso da televisão, do computador, das videoconferências e, por fim, dos recursos da Internet.

Através dos serviços da *World Wide Web* (WWW ou simplesmente *web*), as fronteiras para EAD se expandiram, podendo reunir num só meio de difusão as vantagens dos diferentes modos de comunicar informações e idéias, de forma cada vez mais interativa. Com isto pode-se reduzir custos diante de uma massificação e ampliar as possibilidades de auto-descobrimto através da participação em cursos específicos oferecidos a distância ou através do uso de milhares de opções de buscas de informações disponíveis na rede mundial.

A busca por novas metodologias e ferramentas que disseminem a educação a partir da Internet, visando atingir um número cada vez maior de pessoas a um baixo custo, é tema de várias pesquisas no mundo todo. Diariamente pesquisadores de várias áreas de conhecimentos se unem buscando a elaboração de ambientes que tornem o processo de ensino-aprendizagem via Internet ainda mais eficiente.

Com este intuito, no final dos anos 80 foram lançados os Sistemas de Gestão de Aprendizagem (*Learning Management Systems* – LMS), responsáveis pelo gerenciamento das atividades ligadas à administração do curso.

Hoje, os sistemas mais modernos para EAD encontrados na literatura são genericamente conhecidos como *Learning Content Management Systems* (LCMS). Eles consistem na evolução de sistemas LMS e apresentam a adição de funcionalidades destinadas à construção e gestão de conteúdo para aprendizagem. 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 (GREENBERG, 2002; ROBBINS, 2002).

Uma das etapas mais difíceis e trabalhosas do desenvolvimento de cursos *on-line* 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 especialista em informática e domine várias ferramentas para a edição e publicação de páginas na Internet.

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.

Ambas as tarefas descritas acima podem ser adequadamente modeladas e executadas utilizando-se a tecnologia de *workflow*, mas os sistemas para gerenciamento de conteúdo educacional *on-line* não são necessariamente projetados utilizando como base esta perspectiva de eficiência organizacional, ou uma abordagem baseada em *Business Process Management* (BPM).

De acordo com Rada (1999), um sistema educacional *on-line* que utiliza uma perspectiva de BPM deve ser composto de três camadas: a primeira (*contentware*) para lidar com o conteúdo dos cursos propriamente dito; a segunda (*classware*) para lidar com as ferramentas de interação e execução de tarefas pelos estudantes, professores e pessoal administrativo, podendo esta conter a primeira; e a terceira (*schoolware*) para englobar o conjunto das atividades desenvolvidas pela instituição cobrindo todo o campus e o total de cursos oferecidos.

Um sistema de gestão de aprendizagem que utilize uma abordagem do tipo BPM deve constituir-se, portanto, num ambiente capaz de atuar como um gerente automático, para auxiliar na elaboração, na execução e no monitoramento das atividades relacionadas com a gestão do processo de ensino-aprendizagem nas universidades ou instituições de ensino em geral, nos três níveis de atividades acima mencionados.

A metodologia apresentada neste trabalho adota uma variação da abordagem do tipo BPM do processo educacional e apresenta, além disto, um aspecto inovador, constituído pelo fato de que ela foi criada a partir da adaptação de uma metodologia originalmente proposta para permitir a integração de estudos das áreas de gestão de processos e simulação de sistemas.

As próximas seções apresentam o contexto histórico, as motivações e as etapas de evolução do presente trabalho, para melhor situá-lo dentro da grande área de estudo e aplicação representada pela EAD ou mais especificamente, dentro da área de tecnologia educacional com o uso da Internet como meio de divulgação.

1.2 – Motivação

A maioria das instituições de ensino está investindo em pesquisas sobre EAD e conseqüentemente muitas vezes implantando cursos ou ao menos disciplinas a distância. Principalmente nas universidades o assunto ensino a distância virou moda e para muitos um dever da instituição e de seu corpo docente para não ficarem rotulados como retrógrados ou para não perderem um nicho de mercado que está em alta. (VIANNEY; TORRES e SILVA, 2004).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) iniciaram, de forma independente, suas pesquisas com o intuito de adotarem uma nova metodologia pedagógica, que permitisse, a curto prazo, uma maior flexibilidade nos horários dos alunos e que oferecesse um novo canal de comunicação entre os participantes.

Particularmente, a UNIVAP iniciou suas pesquisas em EAD por volta de 1998 com a criação de programas educacionais para televisão. Dois anos depois passou a criar pequenos módulos de aula em CD-ROM e no ano seguinte vieram os livros eletrônicos (*e-books*).

As principais pesquisas da instituição relacionadas ao ensino a distância são abordadas nas publicações de Fernandes (2005), Dias (2004), Catoto (2004), Costa (2004), Fernandes, Kienbaum e Guimarães (2004a), Fernandes, Kienbaum e Guimarães (2004b), Ribeiro e Fernandes (2004), Mazini, Ogido e Fernandes (2004), Fernandes e Ferreira (2003a), Fernandes e Ferreira (2003b), Pereira, Tavares e Fernandes (2003), Fernandes (2003), Di Maio e Setzer (2003), Dias (2003), Ueno, Faria e Fernandes (2002), Fernandes e Ferreira (2002), Vilela, Perfeito e Fernandes (2002), Silva, Soares e Fernandes (2002), Ferreira e Fernandes (2002), Oliveira, Martins e Fernandes (2001), Correia, Santos e Fernandes (2001).

O INPE é uma das instituições pioneira em EAD no Brasil, pois criou em 1968 um sistema tecnológico de comunicação para educação a distância, o Projeto SACI (Satélite Avançado de Comunicação Interdisciplinares), extinto em 1976 (INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS, 1975).

Após um período de relativo distanciamento das pesquisas relacionadas com EAD, os pesquisadores da instituição retomaram seus esforços, direcionando-os para a disponibilização na Internet de cursos para capacitação profissional, e mais recentemente, para a disponibilização de disciplinas dos cursos de pós-graduação.

No início, os cursos eram publicados como livros eletrônicos e praticamente não existiam ferramentas, além do correio eletrônico, para comunicação entre os participantes e também não existiam recursos para gerenciamento do processo de ensino-aprendizagem.

A partir do uso efetivo e do aumento da demanda neste tipo de modalidade de ensino e a necessidade de se dominar linguagem de programação para Internet, surgiu na UNIVAP e no INPE, a necessidade de se adotar uma plataforma *web* a qual tornasse o processo ensino-aprendizagem mais eficiente, principalmente a partir de ferramentas para publicação de conteúdo, ferramentas de comunicação e ferramentas administrativas.

Coincidentemente as duas Instituições adotaram o ambiente TelEduc versão 3.1.8, desenvolvido na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Durante a utilização

deste ambiente foram apontados alguns pontos fortes, como a diversidade das ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona, facilidade de uso, código fonte aberto, portabilidade, flexibilidade e custo. Mas, algumas limitações também foram apontadas, como por exemplo, a ineficiência das ferramentas para gerenciamento do aluno, a falta de ferramentas para construção, gestão de conteúdo educacional e a impossibilidade de monitorar as ações dos alunos.

Publicações como as de Fernandes e Kienbaum (2005a), Fernandes e Kienbaum (2005b), Ferreira e Florenzano (2005), Kienbaum e Fernandes (2005), Florenzano et al. (2005), Florenzano et al. (2004), Fernandes, Kienbaum e Guimarães (2004b), Fernandes, Kienbaum, Guimarães (2003a), Fernandes, Kienbaum, Guimarães (2003b) e Rodrigues e Kienbaum (2001), mostram que a maioria dos pesquisadores do INPE que aderiram uma plataforma para EAD, escolheram a plataforma de apoio ao ensino a distância TelEduc.

O TelEduc é um ambiente de apoio ao ensino a distância com código aberto, distribuído gratuitamente pela UNICAMP e adotado atualmente por muitas instituições nacionais e estrangeiras, formando com isso um grupo significativo de pessoas envolvidas em sua utilização. Além disso, é uma plataforma amigável e possui funcionalidades inerentes aos LMS já implementadas e julgadas eficientes por seus usuários.

Atualmente os *Learning Content Manager Systems* (LCMS), sistemas mais modernos para gestão de ensino a distância, levam também em consideração o gerenciamento do conteúdo educacional, oferecendo ao professor ferramentas que agilizam e automatizam desde o processo de criação até o monitoramento das atividades feitas pelos alunos.

Incorporar ao TelEduc funcionalidades extras, agregando ao mesmo aspectos de um LCMS, é um grande desafio. E, este desafio pode-se tornar ainda maior se técnicas de gestão de processos, aliadas as tecnologias de simulação de sistemas forem integradas, visando à elaboração de um ambiente mais completo.

A utilização de técnicas de *workflow* para a estruturação de conteúdo educacional, já é explorada em pesquisas recentes, mas o uso integrado com uma plataforma para

simulação de sistemas, visando a elaboração, a construção de conteúdo, o monitoramento do aluno e a gestão do processo educacional, é uma abordagem original.

Essa integração pode ainda gerar ganhos nem sempre existentes nos atuais LCMS, tais como: a possibilidade de se realizar estudos de cenários; a melhoria gradual da estrutura do curso baseada na coleta de estatísticas e análises de desempenho; a adaptabilidade do conteúdo de acordo com roteiros e estratégias previamente definidos pelo professor; e o monitoramento do trajeto executado pelo aluno.

1.3 – Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar uma metodologia e uma arquitetura inovadoras para o desenvolvimento de um ambiente para EAD que utiliza técnicas baseadas em Gestão de Processos e de Simulação de Sistemas. Este ambiente auxiliará o professor nos procedimentos de elaboração, execução e monitoramento do processo de ensino-aprendizagem, visando a disponibilização de material educacional na Internet.

A metodologia proposta visa à estruturação e a construção do conteúdo didático por meio de uma interface gráfica amigável que faz uso da tecnologia de *workflow* e a sua disponibilização na Internet sob a forma de material de auxílio a aulas presenciais ou de cursos completos para EAD.

Com o intuito de se atingir o objetivo principal, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- a) Possibilitar a construção amigável de roteiros de navegação flexíveis e adaptáveis segundo estratégias previamente estabelecidas pelo professor;
- b) Incorporar ao TelEduc funcionalidades extras, agregando ao mesmo aspectos de um *Learning Content Management System*;
- c) 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 Internet;

- d) Mostrar a potencialidade do ambiente para o monitoramento dos trajetos percorridos pelos alunos, com base nos dados da simulação e ainda, mostrar a geração de estatísticas e históricos que poderão ser utilizados em análises de desempenho da aprendizagem;
- e) Apresentar as potencialidades de analisar o desempenho de aprendizagem, possibilitando a melhoria da estrutura do curso, a partir da revisão do modelo;
- f) Indicar caminhos futuros para transformar o ambiente em um gestor do processo educacional através do aperfeiçoamento das funcionalidades do simulador e/ou da substituição deste por uma ferramenta própria, de código livre, capaz de realizar a desejada integração de gestão e simulação de acordo com a arquitetura proposta.

1.4 – Etapas de Desenvolvimento

Na primeira etapa de desenvolvimento deste trabalho, realizou-se um levantamento da bibliografia existente e um estudo das diversas metodologias, tecnologias, filosofias e arquiteturas que abrangiam aspectos de interesse da EAD em geral. Este estudo abrangeu a legislação de ensino a distância no Brasil, as instituições autorizadas para o oferecimento de cursos a distância, os ambientes LMS e LCMS para ensino a distância que tais instituições utilizavam e os principais pacotes disponíveis no mercado. Após esta fase os estudos foram concentrados nos ambientes gratuitos e de código aberto.

Esforços para disponibilizar na Internet os conteúdos educacionais de algumas disciplinas foram iniciados em paralelo. Para tanto, utilizou-se a programação *HyperText Markup Language* (HTML) e ferramentas que auxiliam o desenvolvimento destes *sites*, como o *FrontPage* e o *Dreamweaver*. Estas *sites* funcionavam

simplesmente como livros eletrônicos e não ofereciam nenhum auxílio administrativo ao professor. Durante este período o comportamento dos alunos foi observado e tentativas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem foram feitas, como a utilização de correio eletrônico para estabelecer a comunicação entre os participantes, e a utilização de outras mídias, como animação e som, para despertar o interesse dos alunos.

Numa segunda fase, o TelEduc foi escolhido e implantado de forma independente, no INPE e na UNIVAP, e utilizado no oferecimento de algumas disciplinas presenciais que utilizavam o ambiente como uma ferramenta computacional de apoio.

Durante o período de oferecimento de tais disciplinas foram anotadas todas as características de funcionamento do ambiente, suas funcionalidades e limitações, e sua arquitetura foi estudada profundamente. Além disso, foram anotadas as peculiaridades de código e iniciou-se o processo de desenvolvimento das ferramentas WebTestes e WebQuestões. A visão do aluno, usuário final, também foi anotada, mas não faz parte deste estudo.

A terceira e última fase do trabalho se iniciou a partir do contato e da familiarização com as pesquisas que vinham sendo promovidas pelo Núcleo de Estudos em Modelagem e Simulação de Sistemas (NEMESIS), que já indicavam que técnicas de *workflow*, usadas para a modelagem, gestão e simulação de processos em geral, poderiam também ser adaptadas para a estruturação e a gestão do conteúdo de cursos a serem oferecidos pela Internet.

As experiências adquiridas com o uso do Teleduc na UNIVAP e no INPE, anteriormente descritas, adicionadas às pesquisas em desenvolvimento pelo Núcleo de Pesquisa NEMESIS, permitiram a identificação dos aspectos de interesse para a melhoria do sistema que apresentavam o potencial almejado, em termos de relevância e originalidade, para se constituir numa proposta de doutorado.

Uma segunda fase de busca intensa na literatura sobre o estado da arte das tecnologias e ferramentas relacionadas ao tema foi então realizada, para confirmar a originalidade da

abordagem proposta, para definir melhor os objetivos e o escopo das contribuições desejadas, e para traçar as diretrizes principais para a elaboração do trabalho.

O uso do Simprocess foi decidido pela sua própria disponibilidade, pelo conhecimento prévio existente sobre o sistema, pelo fato de que seu fabricante está investindo em funcionalidades que integram o ambiente à Internet, e principalmente, porque ele disponibiliza ferramentas de apoio a gestão de processos.

Uma arquitetura para a integração dos ambientes foi detalhada, concluindo-se as etapas de definição dos objetivos, da formulação da arquitetura e da definição dos requisitos do sistema, e finalmente iniciou-se o desenvolvimento do protótipo e adaptação das ferramentas.

As etapas de documentação e elaboração de um estudo de caso, com o intuito de testar a nova metodologia, foram feitas em paralelo com o desenvolvimento do ambiente. O estudo de caso se baseia na disciplina Simulação de Sistema CAP 259 e, para tanto, houve a necessidade de reorganizar seu conteúdo buscando estruturar o mesmo no formato de árvore.

Finalmente, o trabalho de pesquisa realizado foi expresso neste documento, que tem sua estrutura detalhada a seguir.

1.5 - Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

No Capítulo 2 descreve-se a fundamentação teórica sobre a qual esta pesquisa se baseia, explorando temas relevantes como a evolução dos sistemas de gestão para EAD, a construção de conteúdo educacional, e a integração de técnicas de gestão de processos e de simulação de sistemas.

O Capítulo 3 apresenta as características de uso e a arquitetura dos sistemas TelEduc e Simprocess, utilizados como plataformas de desenvolvimento deste ambiente.

O Capítulo 4 detalha de forma minuciosa a arquitetura do ambiente proposto neste trabalho.

O Capítulo 5 aborda o trabalho de integração das ferramentas componentes do ambiente para EAD proposto, sua aplicação em um estudo de caso e a análise de desempenho do modelo estudado.

O Capítulo 6 apresenta a conclusão do trabalho, na forma de uma síntese dos resultados obtidos, e fornece as diretrizes para futuras pesquisas sobre o tema.

O Apêndice A descreve os conceitos relacionados a Educação a Distância, suas características, um breve histórico situando principalmente a evolução tecnológica até a explosão do uso da internet como veículo para EAD, e finalmente enumera os principais pontos positivos e os negativos do uso da Internet na EAD.

O Apêndice B apresenta o detalhamento das técnicas de *workflow* descrita em Casati et al. (1995), e a extensão do modelo proposta por Sizilio.

O Apêndice C apresenta um exemplo da estrutura da base de dados do TelEduc.

O Apêndice D aborda as potencialidades da simulação sob demanda do Simprocess, baseadas nas tecnologias Monitoramento de Atividades de Negócios (*Business Activities Monitoring - BAM*), Gerenciamento de Processos de Negócios (*Business Process Management - BPM*) e Soluções que Suportam Decisões (*Decision Support Solutions - DSS*).

O Apêndice E apresenta os *templates* correspondentes a fase de execução do estudo de caso.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 – Considerações Iniciais

O conceito de EAD pode ser melhor entendido se seus termos forem analisados individualmente.

O termo “Educação” refere-se à prática educativa e ao processo de ensino-aprendizagem que leva o aluno a aprender a aprender, a saber pensar, criar, inovar, construir conhecimentos, participar ativamente de seu próprio crescimento.

O termo “a Distância”, indica a separação física entre professor e aluno, mas não exclui o contato direto dos alunos entre si ou do aluno com alguém que possa apoiá-lo no processo de aprendizagem.

A EAD é uma alternativa pedagógica de grande alcance e que deve utilizar e incorporar as novas tecnologias como meio para alcançar os objetivos das práticas educativas implementadas.

Desde o surgimento da educação a distância, as diferentes tecnologias incorporadas ao ensino contribuíram para sua popularização. Na década de 70 os suportes tecnológicos eram constituídos pela televisão e pelo rádio (REISER, 1987) e, na década de 80 pelos áudios e vídeos (DOUGLAS, 1993). Nos anos 90, a incorporação de redes de satélites, o correio eletrônico e a utilização da Internet impulsionaram o oferecimento de cursos a distância (JEFFRIES, 2003).

A capacidade de oferecer diversas mídias em conjunto (textos, imagens, áudio, vídeos e animações), permite a Internet superar os meios convencionais de educação a distância em diversos aspectos.

O desenvolvimento de novas metodologias, aliadas a Internet, podem favorecer a criação e o enriquecimento das propostas para EAD, permitindo abordar inúmeros temas de forma ágil e diferenciada, e gerar novas formas de aproximação entre os participantes.

Muitos trabalhos envolvendo pesquisadores de áreas distintas estão sendo feitos com intuito de melhorar cada uma das etapas do processo de ensino-aprendizagem de um curso disponibilizado na Internet. A integração de metodologias e tecnologias que inicialmente não visavam a educação *on-line* como fim, pode inspirar as pesquisas na busca por ferramentas que facilitem e motivem tanto a execução das tarefas do educador quanto do estudante.

As pesquisas correlacionadas a este trabalho e que exercem influência sobre ele, referem-se à evolução dos sistemas de gestão para EAD, a utilização de diversas técnicas e ferramentas para a construção de conteúdo educacional e para a modelagem do processo de ensino-aprendizagem, e a exploração de técnicas de gestão de processos e de simulação de sistemas. As Seções que seguem apresentam os fundamentos teóricos principais que servem de base à abordagem integrada para gestão de processos e simulação de sistemas aplicados à EAD conforme a proposta aqui apresentada. O Apêndice A apresenta uma discussão mais profunda sobre o tema Educação a Distância.

2.2 - A Evolução dos Sistemas de Gestão para Educação a Distância

Muitas vezes as empresas desenvolvedoras de sistemas para EAD, preocupadas em desenvolver ferramentas computacionais que auxiliem o processo de aprendizagem, possibilitando ao professor disseminar o conhecimento mais rapidamente, para um número maior de pessoas e a um custo menor, se esquecem que a aprendizagem não é o único elemento da educação. A educação nas instituições de ensino pode abranger um leque muito grande de serviços, onde diversas ferramentas computacionais para controle acadêmico devem ser integradas e partilharem os mesmos dados.

Portanto, não basta oferecer o conteúdo de um curso se não houver uma ferramenta que gerencie a presença do aluno, sua vida escolar financeira, sua aprendizagem, que lhe ofereça facilidades para se comunicar com os demais participantes do curso e com o professor.

Nos últimos anos, a evolução das tecnologias voltadas à construção, à disponibilização e à gestão de cursos *on-line* vem evoluindo rapidamente (ROBBINS, 2002; GREENBERG, 2002).

O primeiro grande avanço nesta linha tecnológica foi a 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 EAD 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 dos 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 registrada através de ferramentas administrativas a atuação dos mesmos 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 EAD 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 educacional. Estes sistemas são conhecidos como Sistemas de Gestão de Conteúdo de Aprendizagem (*Learning Content Management Systems* – LCMS) e 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.

A disseminação dos LMS e dos LCMS vem de algum modo constituir um veículo eficaz na construção do saber. Mas, estas plataformas podem se tornar um pesado fardo financeiro para as empresas e instituições de ensino que optarem por uma plataforma comercial como o WebCT (WEBCT INC, S/D), o BlackBoard (BLACKBOARD INC,2005), entre outras.

A revolução iniciada com os softwares livres, notadamente com o sistema operacional Linux, impulsionou a criatividade e através de métodos colaborativos, começaram a surgir as primeiras plataformas LMS, e mais recentemente LCMS, baseadas em software livre. Estas plataformas apresentam um grande atrativo para todos que pretendam implementar um sistema para gestão: são gratuitas. Mas por outro lado vieram mostrar as fragilidades das instituições de ensino, com carência de técnicos qualificados para implementá-las e personalizá-las, agregando às mesmas funcionalidades particulares do curso e da instituição de ensino em questão.

Os LMS e LCMS com código aberto mais utilizados são o Moodle (MOODLE, 2004), o Claroline (CLAROLINE.NET, 2005), o Atutor (ATUTOR, 2005) e o TelEduc (NÚCLEO DE INFORMÁTICA APLICADA À EDUCAÇÃO, 2005). Por razões já descritas no Capítulo 1, neste trabalho, optou-se pelo uso do ambiente TelEduc como uma das plataformas de desenvolvimento.

Independente da plataforma adotada pela instituição de ensino, os procedimentos que envolvem a elaboração do material didático, é sem dúvida uma das fases mais complexas no desenvolvimento de um curso a distância.

Desenvolver para o TelEduc ferramentas que possibilitem ao professor estruturar e construir o conteúdo de seu curso é um grande desafio. E, esse desafio pode ser ainda maior se a intenção for tornar o ambiente um gestor automático do conteúdo com características de um LCMS

2.3 – Etapas para o Desenvolvimento de um Curso a Distância

Muito se fala sobre educação a distância, *e-learning*, cursos *on-line* e treinamentos via Internet. Porém, muitas instituições e empresas que têm se dedicado ao desenvolvimento de cursos a distância ainda não chegaram a um consenso de qual seria a metodologia mais adequada para este fim. No entanto, todas concordam em um ponto: o primeiro passo para se iniciar a elaboração de um curso a distância é o desenvolvimento de um projeto, buscando prever todas as necessidades para a implantação, com sucesso, do curso desejado.

A elaboração de projetos em educação a distância, deve organizar e alinhar a produção, estabelecer objetivos, metas, processos e levantamento de custos para que o objetivo seja alcançado dentro do tempo e custo previstos.

Em meados da década de 90, os projetos para educação a distância via Internet eram desenvolvidos amadoristicamente, geralmente como extensão dos projetos de uso de novas tecnologias em sala de aula. Muitas vezes os cursos eram desenvolvidos como uma apropriação dos padrões tradicionais de cursos por correspondência ou até mesmo de cursos presenciais.

Uma proposta de ensino a distância deve necessariamente ultrapassar o simples colocar materiais instrucionais à disposição do aluno distante. O planejamento, a construção e o gerenciamento desses materiais a serem disponibilizados devem passar por estudos cuidadosos para que se tenha um ensino com qualidade (NICOLAO et al., 1998).

O planejamento não pode ser encarado como o ato de ordenar seqüencialmente conteúdos, ou de fragmentá-los em parcelas representativas de núcleos conceituais a serem ensinados.

Planejar significa explicitar de forma articulada a justificativa, a caracterização do contexto, o perfil da clientela e os objetivos de um determinado projeto. É esta articulação que definirá a metodologia e sua fundamentação teórica, o que, em um plano detalhado, orientará e definirá os contornos para a elaboração do material didático.

Cada curso é um curso particular, que requer formas específicas de interatividade, de linguagem e estratégias para produção de conhecimento e modos de obter a aplicabilidade no cotidiano daquele educando, para o qual é contextualizado.

A mediação didática não pode ser vista como mera técnica para ensinar qualquer coisa a qualquer um. A EAD deve ser vista como processo educativo e não apenas instrutivo.

Hoje em dia, as instituições e empresas mais sérias, formaram núcleos ou centros de educação a distância, os quais exigem a integração de profissionais multidisciplinares (professores, *designers*, coordenadores, programadores, pedagogos, analistas de sistemas, entre outros) capacitados e atentos com as novidades da área, tanto pedagógica como tecnológica, gerando assim projetos melhores qualificados e cursos mais interativos e motivantes.

Na literatura existem diversas metodologias propostas para a elaboração de um projeto para EAD e a cada dia novas metodologias são discutidas, pois a medida que há o crescimento de alunos e professores *on-line*, surgem novas necessidades e os projetos devem se adequar às estas necessidades.

As etapas do desenvolvimento de um projeto esboçadas na Figura 2.1 são consideradas básicas e geralmente estão presentes em diversas metodologias encontradas na literatura.

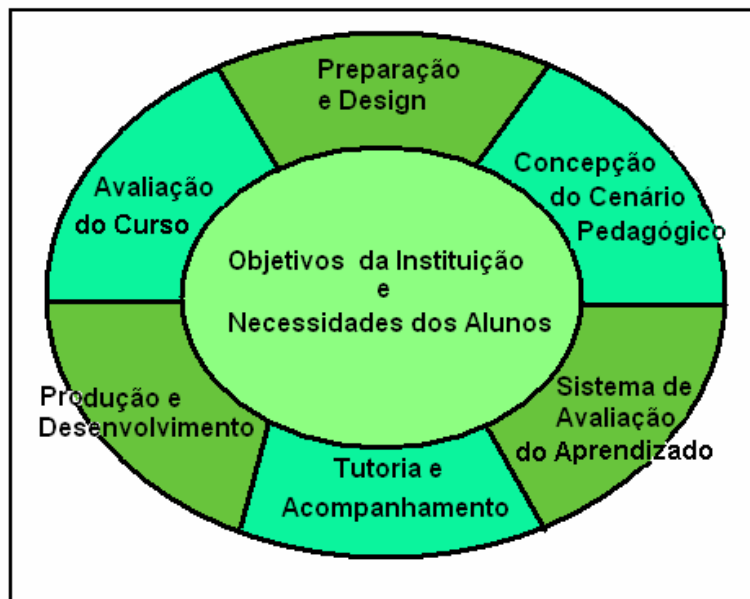


Figura 2.1 – Etapas de Desenvolvimento de um Projeto para EAD.

Resumidamente, cada etapa esboçada na Figura 2.1 é constituída da seguinte forma (CEGOC GROUP, S/D):

a) Preparação e *Design* do Projeto:

- Definição dos equipamentos;
- Objetivos do curso;
- Análise do contexto formativo: perfil dos participantes, infra-estrutura tecnológica e levantamento das limitações do projeto;
- Definição da metodologia e das técnicas pedagógicas;

b) Concepção do Cenário Pedagógico:

- Análise dos conteúdos disponíveis;
- Definição do modelo pedagógico;
- Definição de objetivos intermediários e construção da estrutura modular do curso;

c) Sistemas para Gestão e Avaliação da Aprendizagem:

- Definição das ferramentas para gestão acadêmica;
- Definição de critérios e ferramentas de avaliação
- Definição da avaliação formativa, somativa e sistema de auto-avaliação.

d) Tutoria e Acompanhamento:

- Suporte e sistemas para apoio técnico ao aluno;
- Comunicação inter-participantes;
- Definição do modelo de comunicação e tutoria.

e) Produção e Desenvolvimento:

- O desenvolvimento de conteúdos é feito de acordo com a metodologia, a infra-estrutura disponível, o modelo pedagógico, o sistema para gestão, a avaliação e o acompanhamento.

f) Avaliação e Controle de Qualidade do Curso:

- Um dos objetivos da educação a distância via Internet é permitir a redução do esforço pedagógico dos formadores, ou seja, permitir uma fácil e rápida distribuição e repetição de cursos. É importante definir os critérios para avaliar os resultados da ação de formação e a satisfação dos alunos;
- Definição dos critérios de avaliação do projeto.

O processo de elaboração de materiais didáticos em EAD é extremamente complexo, exigindo tratamento pedagógico cuidadoso para que possa alcançar seus objetivos educacionais. Uma vez que diversos aspectos precisam ser observados, desde a seleção de temas e conteúdos até a adequação dos mesmos em um ambiente educacional de EAD, o planejamento do curso ocupa lugar central. Sem um planejamento rigoroso e

detalhado, desde a concepção até a oferta e avaliação, os cursos de EAD podem estar fadados a fracassarem.

A literatura aponta diferentes metodologias e técnicas destinadas a execução de cada uma das etapas de elaboração do material didático para cursos a distância disponibilizados na Internet. A escolha por um ou outro método vai depender, de uma forma geral, dos objetivos do curso, das metodologias e técnicas pedagógicas adotadas, dos equipamentos disponíveis e do domínio do curso.

Este trabalho limita-se a discutir, nos próximos itens, metodologias para a etapa “b” (estruturação), etapa “c” (ferramenta para gestão e monitoramento) e etapa “e” (desenvolvimento do conteúdo).

2.4 – A Utilização de Tecnologia de *Workflow* em EAD

2.4.1 – Conceitos e Definições

A *Workflow Management Coalition* (1997) define os conceitos fundamentais para que se possa operar com modelos genéricos de processos de forma sistemática utilizando-se a Internet:

- Um processo empresarial consiste de um conjunto de procedimentos ou atividades interligadas, que coletivamente realizam um objetivo ou política de uma empresa, dentro do contexto de sua estrutura organizacional, definindo papéis e relacionamentos para seus componentes.
- *Workflow* é a automatização de um processo empresarial, no seu todo ou em partes, durante o qual documentos, informações, ou tarefas são passadas de um participante para outro para tomada de ação, de acordo com um conjunto de regras procedimentais.
- Um sistema de gerenciamento de *workflow* é um aplicativo computacional para definir, criar e gerenciar a execução de um modelo de *workflow*, utilizando uma

ou mais máquinas de *workflow*, capazes de interpretar a definição do processo e interagir com seus participantes.

A gestão de processos em sua forma tradicional é baseada na tecnologia de *workflow* e, em geral, as técnicas de *workflow* são empregadas para a modelagem e a execução dos processos de negócios de uma organização (DUTSHOF, 1995; JOOSTEN, 1995; GEORGAKOPOULOS e AMIT, 1995).

A partir do momento em que pesquisadores começaram a perceber que a educação poderia ser tratada como um processo composto por diversas atividades e agentes diferenciados, modelar o processo de ensino-aprendizagem através de técnicas de *workflow* tornou-se óbvio e aplicar mais esta metodologia ao ensino a distância foi uma questão de tempo.

Alguns trabalhos no Brasil e no exterior apresentam resultados de pesquisas que utilizam técnicas de modelagem *workflow* para a estruturação de cursos a distância. Como exemplos, podem ser citados os trabalhos publicados por Vantroys e Rouillard (2004), Araújo e Edelweiss (2003), Rizzi e Edelweiss (2001), Sizilio (2000), Vouk (1999), Oliveira et al. (1998) e Nicolao et al. (1998).

Outros trabalhos encontrados na literatura enfocam aspectos um pouco mais recentes das aplicações de técnicas de *workflow* para cursos a distância, como cooperação, distribuição ou evolução de esquemas para cursos desenvolvidos em eXtensible Markup Language (XML). São exemplos destas bibliografias os trabalhos de McAndrew et al. (2004), Schlupe, Rovasio e Schar (2003), Pereira e Casanova (2003), Zschornack e Edelweiss (2003) e Kunde e Oliveira (2000).

O trabalho descrito em Sizilio (2000) apresenta uma metodologia para a modelagem da autoria de um curso de EAD a partir de extensões das técnicas criadas por Casati (CASATI et al., 1995; NICOLAO, 1998).

A técnica descrita no trabalho de Sizilio será adotada nesta pesquisa, como base metodológica para execução da fase de estruturação de material didático.

2.4.2 – Técnicas de Modelagem de *Workflow*

Segundo Georgakopoulos (1995), as duas principais metodologias de modelagem de *workflow* são: baseada em comunicação e baseada em atividades.

As metodologias baseadas em comunicação enxergam o trabalho como um conjunto de interações humanas bem definidas, representando compromissos realizados entre pessoas definidas.

As metodologias baseadas em atividades enxergam o trabalho como uma seqüência de atividades, onde cada uma recebe um conjunto de entradas e produz um conjunto de saídas (NICOLAO, 1998). Os principais modelos baseados em atividades encontrados na literatura são: Modelo de Casati (CASATI et al., 1995; NICOLAO, 1998), Modelo de Gatilhos (JOOSTEN, 1995; SIZILIO, 2000), Modelo de Barthelmes/Wainerpodem (BARTHELMES, 1995; BARROS, 1997) e Redes Petri (AALST, 1995).

Este trabalho discute somente o modelo de Casati, por ser a base do modelo de Sizilio.

2.4.2.1 – O Modelo Proposto por Sizilio

O modelo proposto por Casati, Ceri, Pernici e Pozzi (CASATI et al., 1995), é considerado um dos modelos mais completos, pois pode representar qualquer tipo de *workflow* de acordo com Sizilio (2000).

Os principais aspectos que influenciaram as autoras na escolha deste modelo foram:

- A capacidade do modelo de representar qualquer tipo de *workflow*;
- A especificação de tarefas permitir a inclusão de acesso a banco de dados externos;
- O modelo apresentar facilidades para a modularização de tarefas;

- O formalismo requerido pelo modelo, permitindo a especificação clara e completa das tarefas;
- O modelo prever a representação do tratamento de exceções.

Os principais pontos considerados negativos para a modelagem de EAD foram:

- A identificação de atores papéis ser feita de maneira informal. Este problema foi solucionado pelas autoras através do uso de *templates* (modelo de formulários);
- Não estar explicitamente definida a representação dos aspectos relacionados ao tempo, assim como o tratamento de dados dinâmicos. As autoras realizam o tratamento destes dados através de tarefas inseridas no *workflow* e especificadas nos *templates*;
- O modelo não solicitar informações das pré-condições para execução de uma tarefa. As autoras determinaram a especificação obrigatória destas informações nos *templates*.

A Figura 2.2 apresenta um resumo da simbologia utilizada por Casati na diagramação do *workflow*. Maiores detalhes sobre o modelo proposto em Casati et al. (1995) podem ser encontrados no Apêndice B.

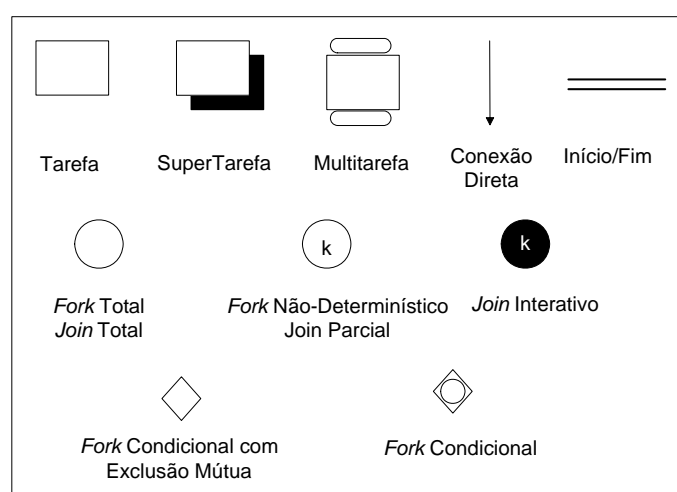


Figura 2.2 – Resumo da Simbologia Utilizada no Modelo de Casati.

Visando um melhor entendimento do modelo de Casati, para aplicação em EAD, Sizilio acrescentou informações nas representações das tarefas e das supertarefas. A Figura 2.3 apresenta as modificações.

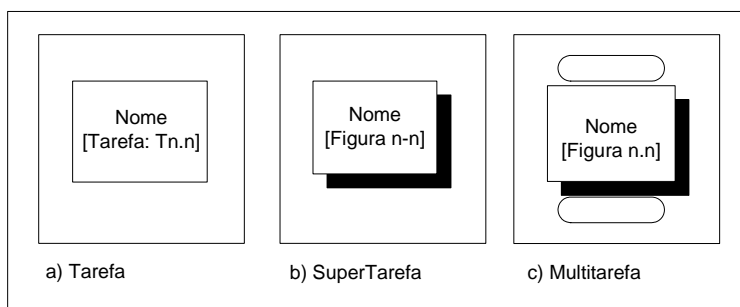


Figura 2.3 – Representações Propostas

Fonte: Sizilio e Edelweis (2000).

Na representação, [Tarefa: Tn.n] é o identificador da tarefa, onde T significa Tarefa, o primeiro n refere-se à fase relativa aos cursos de EAD sendo desenvolvido (sendo n=1 para autoria e n=2 para execução) e o segundo n refere-se ao número aleatório de identificação da tarefa na fase. Por exemplo, [Tarefa: T1.19] significa a tarefa 19 da fase autoria (Figura 2.3(a)).

As supertarefa deverão sempre apresentar o nome e a indicação de qual Figura (constante da lista de Figuras do texto ou do conjunto de Figuras com a modelagem *workflow*) tem o seu detalhamento (Figura 2.3 (b)).

Nesta representação estendida de supertarefa no *workflow*, [Figura n-n] é a indicação de qual Figura tem o detalhamento da supertarefa, onde o primeiro n refere-se ao Capítulo onde a Figura está inserida e o segundo n refere-se ao seqüencial das Figuras do Capítulo. Por exemplo, [Figura 5-3] significa a Figura 3 do Capítulo 5. Ressalta-se ainda que, uma supertarefa pode estar mesclada com uma multitarefa, ficando o símbolo como mostrado na Figura 2.3 (c).

Considerando as especificidades inerentes à área de EAD e a necessidade de uma definição clara e completa do modelo, as autoras observaram que o uso de *templates* seria uma alternativa plausível e para tanto analisaram o *lay out* de *template* proposto

por CIMOSA (*Computer-Integrated Manufacturing – Open Systems Architecture*) (Vernadat, 1990).

Um *template* em CIMOSA (Tabela 2.1) utiliza os seguintes itens para descrição de uma atividade de produção do mundo real: *domain* (domínio); *type* (tipo); *identifier* (identificador); *name* (nome); *design authority* (responsável); *description* (descrição); *objectives* (objetivos); *constraints* (restrições à execução da atividade); *process* (processos relacionados); *boundary* (interfaces); *object views* (visão do objeto); e *events* (evento/ações).

Tabela 2.1 – CIMOSA – Lay Out de *Template*.

DOMAIN	
Type	
Identifier	
Name	
Design Authority	
Description	
Objectives	
Constrains	
Process	
Boundary	
Objects View	
Events	

Fonte: Zelm; Verdant e Kosanke (1995)

O *template* proposto em Sizilio (2000) define uma nova forma de descrever as atividades, uma vez que o modelo de CIMOSA está direcionado para modelos com alto grau de complexidade, e apresenta itens de difícil adaptação à modelagem de curso para EAD. O *template* criado (Tabela 2.2) envolve todas as caracterizações utilizadas por Casati, acrescido de alguns itens propostos em CIMOSA e de outros itens necessários.

Tabela 2.2 – *Template* Proposto para a Descrição de uma Tarefa.

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Supertarefa:
Nome da Tarefa	Tn.n:
Descrição	
Ações	
Pré-condição	
Pós-condição	
Exceção/Reação	
Agentes	
Recursos	

Fonte: Sizilio (2000)

Maiores detalhes sobre o *template* de CIMOSA e sobre o *template* de Sizilio podem ser encontradas no Apêndice B.

A abordagem GPSS adotada neste trabalho propõe a utilização de técnicas de *workflow* não somente para a estruturação de um curso para EAD, mas também para o gerenciamento e o monitoramento de sua execução, a partir da integração de técnicas de gestão de processos e simulação de sistemas.

2.5 – A Integração de Gestão de Processos e Simulação de Sistemas

2.5.1 – A Abordagem GPSS

A integração de Gestão de Processos e Simulação de Sistemas (GPSS) é uma linha de pesquisa ainda muito recente, que vem sendo desenvolvida pelo Núcleo de Estudos em Modelagem e Simulação de Sistemas (NEMESIS).

O NEMESIS é formado por professores e pesquisadores e alunos de pós-graduação do Laboratório Associado de Computação e Matemática (LAC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do Departamento de Ciência da Computação (IEC) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Os primeiros resultados oriundos das recentes pesquisas sobre este assunto são apresentados nos trabalhos de Travassos e Kienbaum (2004a) e Travassos e Kienbaum (2004b), os quais aplicam aspectos desta integração à área de gerência de projetos.

Segundo os autores destes trabalhos as técnicas de modelagem e simulação de sistemas discretos são amplamente empregadas na análise de sistemas, especialmente em processos que podem ser modelados como uma rede de filas, sendo muito utilizadas para a análise do desempenho de um sistema, na identificação de gargalos de produção, na fixação e avaliação de estratégias diferenciadas de operação do sistema, etc. No entanto, elas não foram criadas com a finalidade de permitir sua aplicação na análise e acompanhamento em tempo real da execução de projetos.

O principal objetivo do trabalho desenvolvido por Travassos e Kienbaum é possibilitar a melhoria dos procedimentos e dos resultados da execução de um projeto, através da integração de técnicas gestão de processo e simulação de sistemas.

Outra aplicação, estudada pelo núcleo de pesquisa NEMESIS, para a integração de gestão e simulação é a área educacional, na qual se insere este trabalho de pesquisa. Os primeiros resultados estão descritos em Fernandes e Kienbaum (2005a), Fernandes e Kienbaum (2005b), Fernandes e Kienbaum (2005c) e Kienbaum e Fernandes (2005). Estes trabalhos abordam, de uma forma geral, metodologias para a melhoria no processo de ensino-aprendizagem dos cursos via *web* a partir da integração de técnicas de simulação e gestão de processos.

O presente trabalho apresenta um estudo aprofundado da metodologia proposta para a integração de simulação de sistemas e gestão de processos e a sua aplicação à área educacional, buscando oferecer a comunidade acadêmica um ambiente *web* que gerencie de forma eficiente o processo de ensino-aprendizagem de cursos semi-presenciais ou totalmente a distância.

A integração acima citada é feita a partir do desenvolvimento de uma metodologia original que utiliza como principais plataformas de desenvolvimento o ambiente de

apoio ao ensino a distância TelEduc e o ambiente para simulação de sistemas Simprocess.

O próximo Capítulo expõe de forma minuciosa as principais características e a arquitetura das plataformas TelEduc e Simprocess.

CAPÍTULO 3

PLATAFORMAS DE DESENVOLVIMENTO

3.1 - Considerações Iniciais

O potencial da Internet como ferramenta educacional poder ser percebido pela análise da diversidade de projetos que a utilizam como mídia pedagógica. Estes projetos destacam a Internet como uma excelente forma de disponibilizar e buscar informações, associada a uma grande facilidade de comunicação entre as pessoas envolvidas no processo de ensino-aprendizagem. A partir dessas constatações e com o objetivo de integrar essas características, surgiu a primeira semente do projeto, hoje conhecido como TelEduc (CERCEAU, 1998).

O TelEduc é um ambiente virtual de aprendizagem que permite disponibilizar e acompanhar cursos por meio da *web*. Foi desenvolvido no Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) do Instituto de Computação (IC) da Universidade Estadual de Campinas (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2004).

Os principais aspectos que levaram a escolha do TelEduc versão 3.1.8 como plataforma para ensino a distância na UNIVAP e no INPE foram: a) apresentar facilidade de uso; b) ter o código aberto nos termos GPL (*GNU General Public License*); c) ser um software livre, sem custo; d) ter eficientes ferramentas de comunicação e; e) ser um software nacional.

Os pontos fracos mais apontados pelos professores/pesquisadores das duas instituições foram: a) a ausência de uma ferramenta para construção do conteúdo educacional; b) a limitação das ferramentas para controle administrativo; c) a ausência de ferramentas para avaliação do aprendizado e; d) a ausência de ferramenta para o monitoramento das atividades exercidas pelos alunos.

Tornar o Teleduc mais completo e adequado às necessidades particulares de cada instituição é, sem dúvida, um investimento vantajoso, uma vez que a maioria dos usuários da UNIVAP e do INPE se mostrou satisfeita com o desempenho da plataforma. Os itens b e c já foram objetos de propostas anteriores e tiveram soluções implementadas, as quais não são passíveis de discussão neste trabalho. As demais limitações, apontadas nos itens a e d, são os focos principais desta pesquisa, a qual apresenta como proposta de solução uma arquitetura integrada para o ambiente EAD com características de LCMS utilizando os sistemas TelEduc e Simprocess.

O Simprocess é um ambiente para simulação de sistemas que simula processos a partir da construção de modelos baseados em técnicas de *workflow* e da execução de experimentos. De uma forma geral, os modelos se baseiam em atividades e cada objeto do modelo é chamado de entidade. Atributos específicos podem ser caracterizados para cada entidade e o estado do sistema depende do valor de tais atributos. A mudança do estado é determinada pela ocorrência de um evento em um tempo estocástico ou determinístico.

A escolha do Simprocess como plataforma de simulação a ser usada neste trabalho deve-se por: a) apresentar arquitetura multi-usuário orientada a serviços; b) possibilitar a execução de simulação discreta baseada em processos; c) apresentar interface gráfica interativa com animação; d) possuir biblioteca de componentes pré-construídos e expansível, contendo as características principais de simulação baseada em processos, permitindo a modelagem gráfica hierárquica, a execução e o acompanhamento da experimentação (cenários) e a geração de relatórios; e) utilizar técnicas de BPM, BAM e DSS (*Decision Support Solutions*) possibilitando melhorar a estrutura do curso a partir de análises críticas automatizadas e; f) ser familiar ao grupo NEMESIS.

O Simprocess é um software comercial, portanto a principal limitação imposta por sua escolha é seu custo.

Este Capítulo detalha as características principais dos ambientes TelEduc e Simprocess.

3.2 – O Ambiente de Ensino a Distância TelEduc

3.2.1 – Uma Visão Geral

O projeto do TelEduc teve como propósito oferecer aos educadores um ambiente computacional que permitisse a elaboração e acompanhamento de cursos através da Internet (CERCEAU, 1998).

A metodologia de ensino-aprendizagem proposta pelo ambiente é a execução de atividades práticas com orientação constante e *on-line* do professor, aprendizagem de conhecimentos teóricos de forma contextualizada com a execução dessas atividades, comunicação entre os participantes e discussão de assuntos teóricos.

Desse modo, um curso criado no ambiente TelEduc se desenvolve ao redor de um conjunto de atividades sugeridas pelo professor. Para a resolução dessas atividades, o ambiente fornece aos alunos um conjunto de recursos, nos quais o professor disponibiliza informações que são relacionadas com a temática do curso.

O ambiente é melhor utilizado se o professor estiver familiarizado com a metodologia de aprendizagem guiada por problemas. A gestão das aulas e demais informações é de responsabilidade do professor que detém, também, a tarefa de avaliar os aprendizes (ROCHA, 2002).

É um ambiente construído para que cada ferramenta possa ser utilizada articuladamente às demais, não exigindo do professor (também denominado formador) que ele tenha conhecimento profundo das técnicas da computação. Procura ser uma metáfora do que acontece num processo de ensino do tipo convencional. As ferramentas se complementam e oferece um *folding* para uso das estratégias de aprendizagem guiada por problemas, com forte apoio na interação entre os aprendizes (ROCHA, 2002). Contudo, como o processo depende da interatividade dos aprendizes, requer-se que estes tenham um grau de maturidade compatível com o grau de liberdade permitido pelo ambiente (ROCHA, 2002).

Uma visão geral das ferramentas disponíveis no TelEduc 3.1.8 é dada na Figura 3.1.

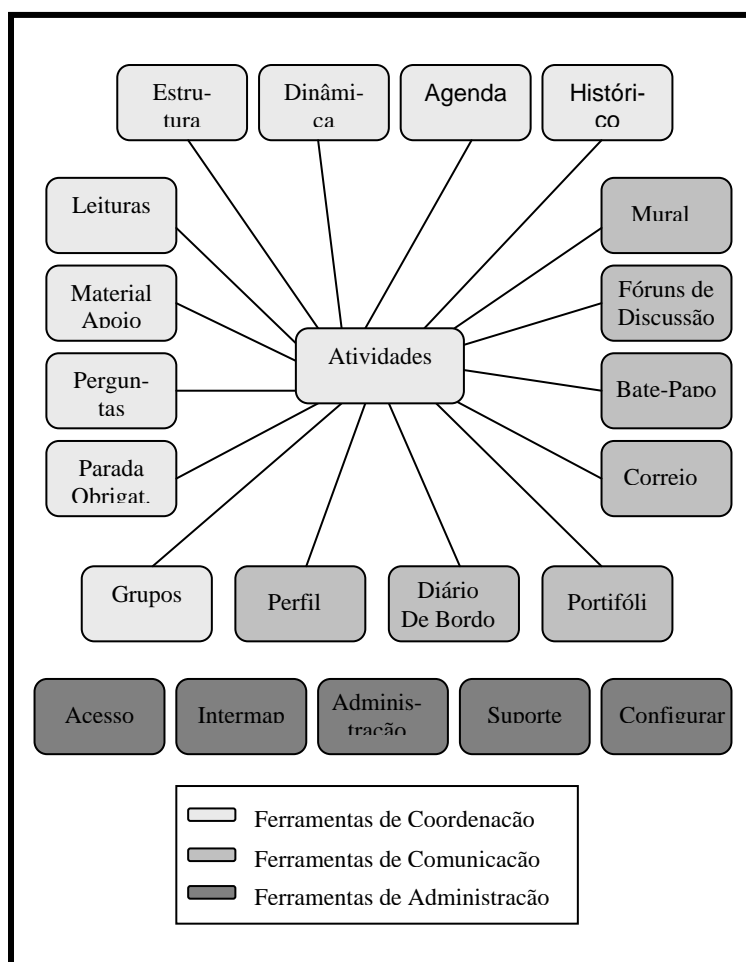


Figura 3.1 – Estrutura das Ferramentas do Ambiente TelEduc

Fonte: Baseada em Rocha (2002)

A Figura 3.1 esboça que o ambiente é constituído de um núcleo central de atividades, e de três outros grupos, destinados à comunicação entre os participantes, à administração do ambiente e à coordenação do curso.

As ferramentas habilitadas pelo ambiente variam para cada classe de usuário, cabendo, por exemplo, ao coordenador ou professor acesso a todas as ferramentas exceto as de criação de cursos. Os alunos possuem acesso somente as ferramentas habilitadas pelo professor ou pelo coordenador, mas em hipótese alguma, têm acesso as ferramentas conteudistas e de administração do ambiente.

A descrição do uso de todas as ferramentas disponíveis no ambiente, versão 3.1.8, é exposta a seguir de forma resumida:

- a) Estrutura do ambiente: disponibiliza informações sobre as ferramentas do ambiente;
- b) Dinâmica do Curso: contém informações sobre as estratégias metodológicas e a organização do curso;
- c) Agenda: é a página de entrada do curso com a programação diária, semanal ou mensal;
- d) Avaliações: lista as avaliações em andamento no curso;
- e) Atividades: apresenta as atividades a serem realizadas durante o curso;
- f) Material de Apoio: exibe informações úteis relacionadas à temática do curso;
- g) Leituras: evidenciam artigos relacionados à temática do curso;
- h) Perguntas freqüentes: abrange a relação das perguntas realizadas com maior freqüência durante o curso e suas respectivas respostas;
- i) Parada Obrigatória: contém matéria que visam desencadear reflexões e discussões entre os participantes ao longo do curso;
- j) Grupos: permite a criação de grupos de pessoas para facilitar a distribuição de tarefas;
- k) Mural: consiste num espaço reservado para todos os participantes disponibilizarem informações consideradas relevantes;
- l) Fóruns de Discussão: possibilita o acesso para uma página contendo os tópicos em discussão;
- m) Bate-Papo: permite a conversa em tempo real entre os participantes;
- n) Correio: é um sistema de correio eletrônico interno ao ambiente;
- o) Perfil: armazena o perfil de cada participante;
- p) Diário de bordo: é um espaço reservado para as anotações dos alunos que podem ser lidas e comentadas pelos formadores;
- q) Portifólio: armazena textos e arquivos a serem utilizados ou desenvolvidos durante o curso, bem como endereços da internet;
- r) Acessos: acompanha a freqüência de acesso dos usuários ao curso;
- s) Intermap: permite a visualização da interação dos participantes nas ferramentas fóruns e bate-papo;

- t) Administração: disponibiliza materiais nas diversas ferramentas do ambiente, bem como configura opções em algumas delas e gerencia os participantes do curso;
- u) Suporte: permite o contato com o suporte do ambiente por meio de correio eletrônico.

Como se pode notar na extensa lista de ferramentas disponibilizadas , o TelEduc não oferece suporte para o monitoramento das atividades executadas pelo aluno, bem como não possibilita a análise de desempenho do processo de ensino-aprendizagem. E, quando o assunto é conteúdo educacional, o ambiente somente possibilita ao professor anexar arquivos feitos em outros aplicativos, atuando apenas como um meio de publicação deste arquivo. Esse assunto é discutido no próximo item.

3.2.2 – Ferramentas Conteudistas

Visando incorporar ao TelEduc ferramentas para reduzir os esforços do professor com a criação e disponibilização de conteúdo e ainda reduzir os esforços despendidos para administrar o curso, no ano 2000 Tessarollo e Rocha propuseram uma ferramenta de autoria (AutorWeb) para o TelEduc (TESSAROLLO e ROCHA, 2000).

Até então, para publicar um curso no ambiente, o professor era obrigado a dominar conceitos de programação para internet e gerenciamento de sistemas *on-line* ou na melhor das hipóteses ter um auxiliar que dominasse os assuntos.

Com a implementação do AutorWeb, o TelEduc passou a oferecer ao professor a possibilidade de publicar conteúdos criados em outras aplicações, como editores de texto, aplicativos para apresentação, planilhas eletrônicas, entre outras. Portanto, o professor com conhecimentos de informática básica poderia a partir de então disponibilizar e criar o conteúdo de seu curso sem a necessidade de ser ou ter um especialista.

O conteúdo de um curso a ser disponibilizado no ambiente TelEduc necessita inicialmente ser criado através de aplicativos apropriados. Após todo conteúdo pronto e gravado em um arquivo, o professor acessa o TelEduc e a partir da ferramenta Atividades adiciona o conteúdo criado externamente ao ambiente (Figura 3.2). Outra opção seria, ao invés do professor anexar um arquivo, poderia indicar o endereço de um *site*.

CAP 259 - Simulação de Sistemas

Atividades - Editar Ajuda

Raiz

Título

Comentário

Arquivos Anexos

Anexar Arquivo	Ocultar Arquivos	Apagar Todos Arquivos
----------------	------------------	-----------------------

Endereços da Internet

Incluir Endereço	Apagar Todos Endereços
------------------	------------------------

Compartilhar

Compartilhado com Formadores

Totalmente Compartilhado

Enviar Cancelar

Figura 3.2 – Ferramenta Atividades

Após a confirmação da operação, o arquivo com o conteúdo é anexado ao ambiente. Para o aluno visualizar este conteúdo, ele deverá ter instalado em sua máquina um software compatível ao usado pelo professor para criar tal conteúdo. Todos os alunos que acessarem a ferramenta Atividades receberão as mesmas informações. Não existe a possibilidade dos conteúdos serem flexíveis ou adaptáveis.

A ferramenta Atividades utiliza a estrutura hierárquica de árvores, fazendo analogia com o *Microsoft Windows Explorer* por ser uma ambiente muito familiar aos usuários do TelEduc.

A programação que o aluno deverá seguir em cada aula, geralmente, é descrita textualmente na ferramenta Agenda. Não existe a possibilidade de o professor monitorar o trajeto executado pelo aluno.

As ferramentas Material de Apoio, Leitura e Parada Obrigatória permitem, assim como a ferramenta Atividades, digitar o título da atividade, um comentário correspondente e, anexar arquivos elaborados em outros ambientes ou incluir *link* para algum endereço de *site* da Internet.

Numa primeira etapa, este trabalho propõe uma reestruturação das ferramentas Agenda e Atividades, dentro da nova arquitetura, visando melhorar as etapas de elaboração e estruturação do conteúdo dos cursos.

3.2.3 – Arquitetura

Em sua arquitetura original, o TelEduc apresenta quatro classes de usuários: Administrador, Coordenador, Professor (formador) e Aluno.

- a) Administrador – responsável pela criação, organização, extração de cursos, entre outras funções;
- b) Coordenador do Curso – utiliza as ferramentas do ambiente, insere os alunos e gerencia o curso;
- c) Professor (Formador) – auxilia o coordenador nas tarefas de gerenciamento;
- d) Alunos – têm acesso às ferramentas escolhidas pelo professor/coordenador.

Esta quantidade de classes pode variar de acordo com a metodologia pedagógica empregada e os recursos disponíveis, pois as tarefas de coordenação podem ser executadas pelo próprio professor, eliminando a figura do coordenador. Outra possibilidade é a do processo de ensino ser executado por mais de um professor, os quais dividem as tarefas e trabalham de forma coordenada.

A Figura 3.3 esquematiza a arquitetura do ambiente TelEduc, ilustrando a existência de quatro classes de usuário e qual o relacionamento de cada uma com as ferramentas e bases de dados disponíveis no ambiente.

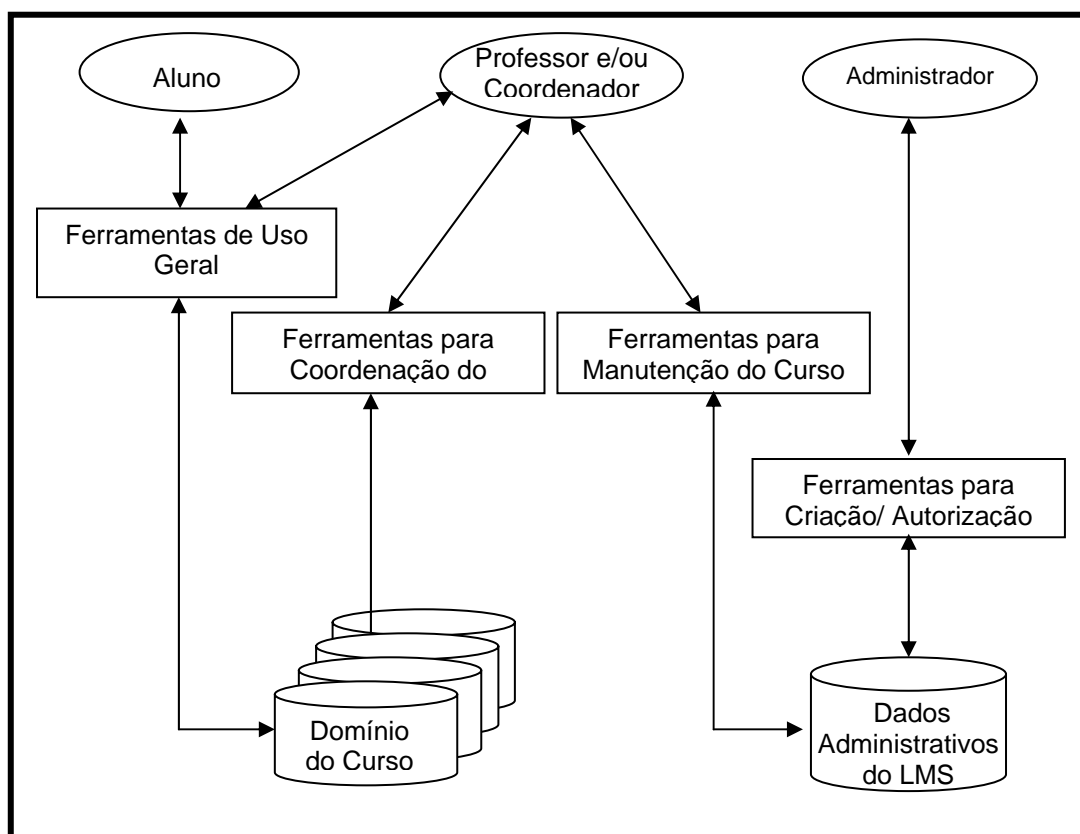


Figura 3.3 – Arquitetura do Ambiente TelEduc

Quando um professor ou um coordenador deseja disponibilizar um curso no ambiente TelEduc, ele deve fazer uma solicitação ao administrador do ambiente. O administrador, a partir da ferramenta Criação de Cursos (Figura 3.4), cria o curso e cadastra informações básicas sobre o professor e sobre o curso.

A Figura 3.4 mostra as ferramentas exclusivas do Administrador, com as quais ele detém o controle do ambiente, podendo criar, excluir cursos, reutilizar cursos antigos, trocar configurações, consultar a base de dados administrativos e, se comunicar com os usuários.



Figura 3.4 – Interface do Administrador do Ambiente – Versão 3.1.8.

O administrador é o principal responsável pela manutenção da base de dados administrativos do ambiente. Tal base armazena diversas tabelas com informações que descrevem os responsáveis por cada curso criado, características de cada curso como nome, código, responsável, língua utilizada, diretórios para armazenamento, instituição, ferramentas disponíveis e outras informações. O apêndice C, apresenta um exemplo da base de dados administrativos.

O processo de criação de um curso gera, automaticamente para cada curso, um diretório no servidor e conseqüentemente sub-diretórios para todas as ferramentas do ambiente, nos quais ficarão armazenados os arquivos que serão enviados pelos professores e pelos alunos de acordo com a ferramenta utilizada durante o curso.

Além disso, quando um curso é criado, uma base de dados exclusiva para ele também é criada (Figuras 3.3 e 3.5). Esta base de dados forma o domínio do curso e é composta por várias tabelas as quais armazenam todo conteúdo do curso, informações sobre os alunos, configurações do ambiente deste curso, agendas, ferramentas disponíveis, formação de grupos, conteúdo do mural e do portfólio, e outra não menos relevantes.

Conforme mostra a Figura 3.5, o ambiente TelEduc é composto por uma base de dados para cada curso criado e uma base de dados administrativos, comum a todos os cursos.

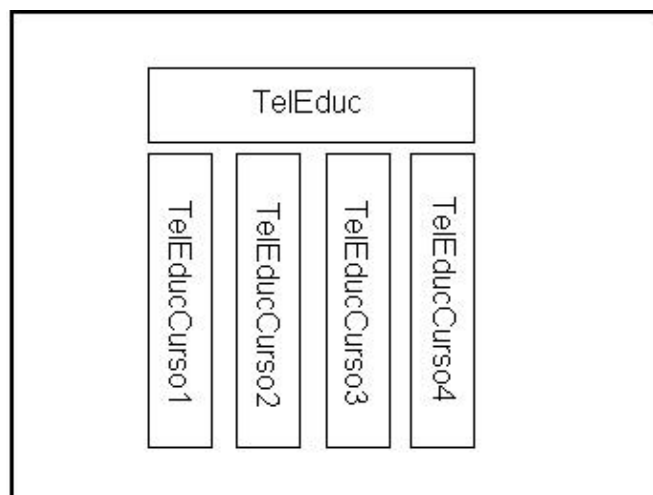


Figura 3.5 – Representação das Bases de Dados do TelEduc para Quatro Cursos

Fonte: Núcleo de Informática Aplicada à Educação (2005)

A base de dados criada para o curso em questão é denominada TelEducCursoX, onde X é um número sequencial que determina o número do curso. Por exemplo, o primeiro curso criado no ambiente terá a base de dados do domínio denominada TelEducCurso1. Já o segundo curso criado terá sua base de dados denominada TelEducCurso2 e assim por diante. O Apêndice C apresenta um exemplo da base de dados gerada para o segundo curso do ambiente.

Findado o processo de criação da estrutura lógica do curso, o ambiente envia automaticamente um *e-mail* para o coordenador e/ou para o professor informando a sua senha, *login* e o endereço pelo qual ele poderá acessar o seu curso.

Com o curso autorizado, o coordenador e/ou professor poderá, a partir das ferramentas disponibilizadas em sua interface, efetuar manualmente a inscrição de cada aluno ou solicitar-lhes que submetam a inscrição *on-line*. Se a inscrição for *on-line* o professor ou o coordenador deverá autorizar a inscrição de cada aluno. O sistema automaticamente enviará, para o e-mail do aluno, seu *login*, senha e o endereço para acesso ao curso.

O coordenador e/ou professor são os responsáveis pela seleção das ferramentas que irão compor o ambiente visualizado pelo aluno, pela aceitação da inscrição solicitada, disponibilização de atividades para os mesmos e pela supervisão e gestão da aprendizagem. E, para tanto o professor e o coordenador têm a disposição todas as ferramentas do TelEduc exceto as de uso exclusivo do administrador, conforme esquema da arquitetura mostrado na Figura 3.3.

A Figura 3.6 apresenta um exemplo de interface disponível para o coordenador e para o professor no curso Projeto em Ciência da Computação II, descrito em Fernandes (2005).

Projeto em Ciência da Computação II (FCC)
Agenda - Aula do dia 26 de Agosto de 2005

Agendas Anteriores | Editar Agendas

As atividades de hoje serão:

- confirmação do tema do projeto
- inscrição no ambiente TelEduc www.sed.univap.br
- recebimento de senha pra acessar o ambiente
- próxima aula agendada 16 de setembro

(verificação da evolução do projeto e presença obrigatória de todos do grupo).

até Mais

Figura 3.6 – Interface do Professor e do Coordenador

Já os alunos, se o professor ou o coordenador permitir, poderão acessar todas as ferramentas disponíveis no ambiente exceto as ferramentas de uso exclusivo do administrador e as ferramentas usadas para a definição das atividades que constituem o curso (Atividades, Agenda, Material de Apoio, Dinâmica do Curso, Estrutura do Ambiente e Material de Aula). Nestas ferramentas o aluno terá acesso somente para leitura, não podendo incluir, alterar ou excluir o seu conteúdo.

A Figura 3.7 mostra um exemplo de interface disponibilizada aos alunos do curso Projeto em Ciência da Computação II, descrito em Fernandes (2005).

Projeto em Ciência da Computação II (FCC)
Agenda - Aula do dia 26 de Agosto de 2005

Agendas Anteriores

As atividades de hoje serão:

- confirmação do tema do projeto
- inscrição no ambiente TelEduc www.sed.univap.br
- recebimento de senha pra acessar o ambiente
- próxima aula agendada 16 de setembro

(verificação da evolução do projeto e presença obrigatória de todos do grupo).
até Mais

Figura 3.7 – Interface do aluno

Comparando as Figuras 3.6 e 3.7 pode-se notar a ausência das ferramentas Mural, Diário de Bordo, Administração e Suporte na interface do aluno. Esta ausência é devido a seleção das ferramentas feita pelo responsável, determinando assim, a interface do aluno.

3.2.4 – Código Fonte

O ambiente foi desenvolvido para ser executado sob o sistema operacional Linux. A linguagem de programação utilizada foi a *HyperText Preprocessor* (PHP) e as bases de dados estão no formato MySQL.

Quando se trata da implementação do código fonte do TelEduc, de uma forma geral, pode-se afirmar que o mesmo foi implementado em módulos, onde cada módulo é responsável por uma ferramenta do ambiente. Portanto, a inclusão, alteração ou exclusão de uma funcionalidade do ambiente, grosseiramente, não desabilita outra, o que pode facilitar o desenvolvimento e implementação de módulos que visam ampliar o ambiente.

Como o processo para a inserção de novas funcionalidades foi implementado a partir da integração do Simprocess no núcleo do TelEduc (Ferramenta Atividades), um estudo aprofundado da arquitetura do Simprocess também se fez necessária.

3.3 – O Ambiente para Simulação de Sistemas Simprocess

3.3.1 – Uma Visão Geral

O Simprocess é uma ferramenta que simula a execução de redes não-deterministas de atividades com recursos escassos. Este tipo de problema aparece com muita frequência quando se procura determinar, por exemplo, o tempo total de um projeto onde a duração das atividades não é conhecida, ou a performance de um determinado processo.

O Simprocess foi construído, a princípio, como uma ferramenta para uso em ambiente de ensino que, estendendo o problema de escalonamento de atividades, adiciona a ele uma série de fatores de risco ou incertezas. A idéia inicial era incorporar ao algoritmo genérico para a solução heurística do Problema do Sequenciamento de Projetos com Recursos Limitados (*Resource Constrained Project Scheduling Problem – RCPSp*) a noção de que muitas vezes a duração de uma atividade não é conhecida *a priori*, apesar de ser possível indicar quais são os valores com maior chance de acontecerem.

Além da variabilidade natural da duração das atividades, existe um outro tipo de incerteza que é ignorado nestes problemas: a incerteza quanto ao caminho de execução. As redes de atividades devem ser modificadas de acordo com o resultado de eventos que só são conhecidos no momento da sua execução. A adição deste tipo de incerteza aos algoritmos de escalonamento causa uma série de problemas, já que adiciona idéia de que uma atividade pode ser executada ou não, dependendo do caminho de execução da rede. Isto aumenta, em muito, a complexidade dos algoritmos de escalonamento.

A incerteza quanto o caminho na rede levou a um novo problema que é inerente à descrição dos processos, que são os *loops* de atividade, que geram um ciclo, no qual

uma atividade pode ser executada inúmeras vezes. Este tipo de construção cria inúmeros problemas aos algoritmos tradicionais de escalonamento das atividades.

Todo esse acréscimo de funcionalidades tornou o Simprocess não apenas capaz de simular o escalonamento de atividades, mas também de simular modelos de atividades definidos através do diagrama de atividades. O ambiente é, portanto, capaz de simular modelos de processo definidos por um diagrama de atividades, fornecendo um conjunto de dados estatísticos que permitem analisá-lo possibilitando, encontrar erros, identificar áreas críticas, e possíveis melhorias.

3.3.2 – A Arquitetura Mono-Usuário

De acordo com Travassos e Kienbaum (2004b), os softwares para simulação comerciais são tradicionalmente constituídos de sistemas monousuários, rodando em computadores ou em estações de trabalho específicas, como uma ferramenta de análise autônoma.

Neste tipo de arquitetura, os pacotes de simulação típicos existentes compõem-se basicamente de um editor gráfico para a construção dos modelos, animação e visualização de resultados, do motor de simulação para processar o experimento e de bases de dados para armazenar os resultados. Este é o caso do Simprocess, que até a versão 3.1 só podia ser executado em computadores ou estações de trabalho específicas.

A Figura 3.8 esquematiza a arquitetura do Simprocess nas versões mono-usuária. Nestas versões apenas uma instância do sistema pode ser executada. A partir do modelo criado pelo usuário, o motor de simulação gera o resultado da execução do modelo e através da interface do sistema o usuário tem acesso aos resultados.

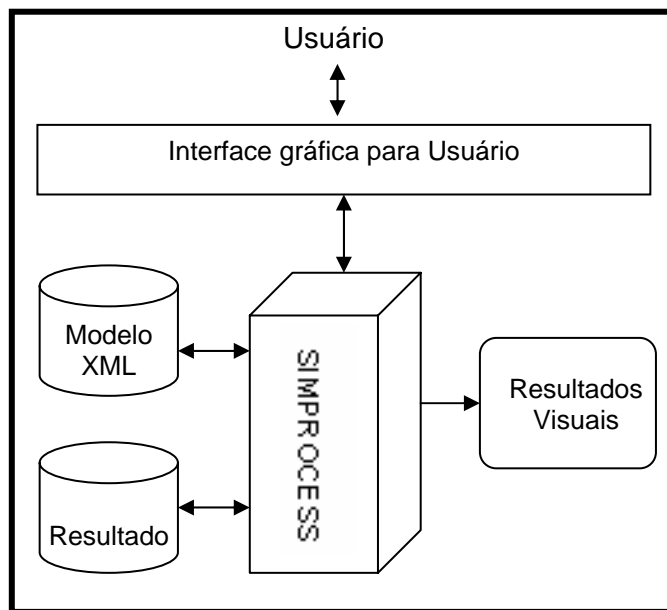


Figura 3.8 – Arquitetura Mono-Usuária do Simprocess

Fonte: Baseada em DeFee (2004a)

A empresa americana *CACI Products Company*, desenvolvedora do Simprocess, iniciou um processo de modernização agressivo de seu pacote a partir do lançamento da versão 3.0. A nova versão foi totalmente redesenhada utilizando-se *eXtensible Markup Language* (XML) e Java, pois as versões anteriores foram escritas em *Microsoft Visual C#.Net*. As bases de dados foram implementadas baseadas na Linguagem de Consulta Estruturada (*Structured Query Language - SQL*). A principal melhoria atingida a partir desta reestruturação, foi possibilitar a padronização das informações usadas e geradas pelo pacote, tornando os dados portáveis a diferentes sistemas (CACI PRODUCTS COMPANY, 2005c).

A partir da versão 3.1 o Simprocess possibilita a publicação dos modelos na Internet, permitindo inclusive a navegação através dos níveis de profundidade do modelo.

Na versão 3.1, trouxe como novidade, a incorporação de técnicas e estratégias para gestão de processos, possibilitando ao sistema observar e comunicar ao usuário situações críticas no modelo simulado, apresentando graficamente os cenários futuros, o que pode levar o usuário modificar o modelo antes do sistema atingir um colapso. Para analisar e monitorar os pontos críticos do sistema o Simprocess implementa técnicas

baseadas nas tecnologias de Monitoramento de Atividades de Negócios (*Business Activities Monitoring* - BAM) e de Gerenciamento de Processos de Negócios (*Business Process Management* -BPM).

No final de 2004, a CACI *Produts Company* colocou no mercado o Simprocess versão 3.2 com arquitetura multi-usuário orientada a serviços.

3.3.3 - Arquitetura Multi-Usuário e Orientada a Serviços (SOA)

A versão 3.2, apresenta como principal novidade a mudança de paradigma da arquitetura para multi-usuário baseada em Arquiteturas Orientadas a Serviços (*Services-Oriented Architecture* - SOA). Outra novidade é a possibilidade de importar e exportar os modelos do Simprocess para aplicações *web* através do padrão XML *Process Definition Language* (XPDL) especificado pela WfMC (WfMC,2002).

A migração do Simprocess para a arquitetura multi-usuário baseada em SOA foi uma das principais mudanças do pacote nos últimos anos. Até a versão 3.1 o Simprocess só pode ser instalado e acessado a partir de uma máquina específica, impossibilitando principalmente o trabalho colaborativo.

A implementação do Simprocess na arquitetura multi-usuário possibilita a instalação do mesmo numa máquina servidora e diversos usuários podem fazer solicitações ao pacote via *web* a partir de seu computador pessoal. Esta máquina servidora, se torna a responsável pelo gerenciamento das solicitações de cada usuário. A arquitetura multi-usuário aliada a metodologia SOA trás inúmeras funcionalidades ao Simprocess.

A SOA ou Arquitetura Orientada a Serviço é uma metodologia de integração e desenvolvimento de aplicações baseada em tecnologias de serviços da *web* e de XML. Seu principal objetivo é unir módulos de softwares ou serviços oriundos de diferentes fontes, criando uma aplicação colaborativa permitindo as organizações realizarem negócios através da combinação da tecnologia com a inovação nos processos e uma

estratégia tecnológica que envolva o reuso dos serviços, integrando plataformas, aplicações e usuários (DEFEE, 2004).

Como citado, as versões mais recentes do Simprocess são escritas em JAVA, e devido a sua portabilidade pode rodar em qualquer plataforma, o que permite executar os modelos sem a necessidade de abrir a interface gráfica do usuário (*Graphical User Interface – GUI*) permitindo assim, prover simulação em SOA.

O *Dispatcher Service*, módulo do Simprocess comercializado separadamente, é quem permite ao Simprocess trabalhar em SOA, pois possibilita o uso dos modelos de processos como uma chamada de serviço. O *Dispatcher Service* é um *web service* e atua como uma unidade lógica de aplicação que provê dados e serviços para outras aplicações. As aplicações acessam o *web services* através de protocolos e formatos de dados como HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), XML e SOAP (*Simple Object Access Protocol*), sem necessidade de se preocuparem "como" o *web service* está implementado (DEFEE,2004a).

Utilizar o Simprocess em um ambiente SOA estende as utilidades dos modelos de análise além das fases tradicionais de análise, fazendo com que o controle atinja também as fases de gerenciamento de processos, tornando o ambiente uma ferramenta com capacidade para gestão. Esta capacidade de gestão pode ser utilizada a partir das funcionalidades já existentes no pacote, ou a partir da integração do mesmo com aplicações externas.

Os modelos construídos no Simprocess são documentos XML e podem ser simulados como uma chamada de serviço de outra aplicação para proporcionar capacidades de análise preditivas. Portanto, o usuário pode solicitar aplicações baseadas no modelo criado, com o propósito de analisar o modelo de processos (simulação discreta) ou com o propósito de requisitar análise do cenário futuro (análise preditiva).

A arquitetura do Simprocess possui dois tipos de controles, um para a execução da simulação e uma máquina de *workflow* para a gestão do modelo. A Figura 3.9 apresenta como o Simprocess é implementado numa arquitetura orientada a serviço.

As arquiteturas orientadas a serviços possibilitam a simulação sob demanda para qualquer aplicação que necessita executar análise preditivas como parte de sua solução. No Simprocess a predição é feita dentro do contexto dos processos de negócios dos clientes, usando os mesmos modelos de processos que foram construídos anteriormente nas fases de análise dos processos.

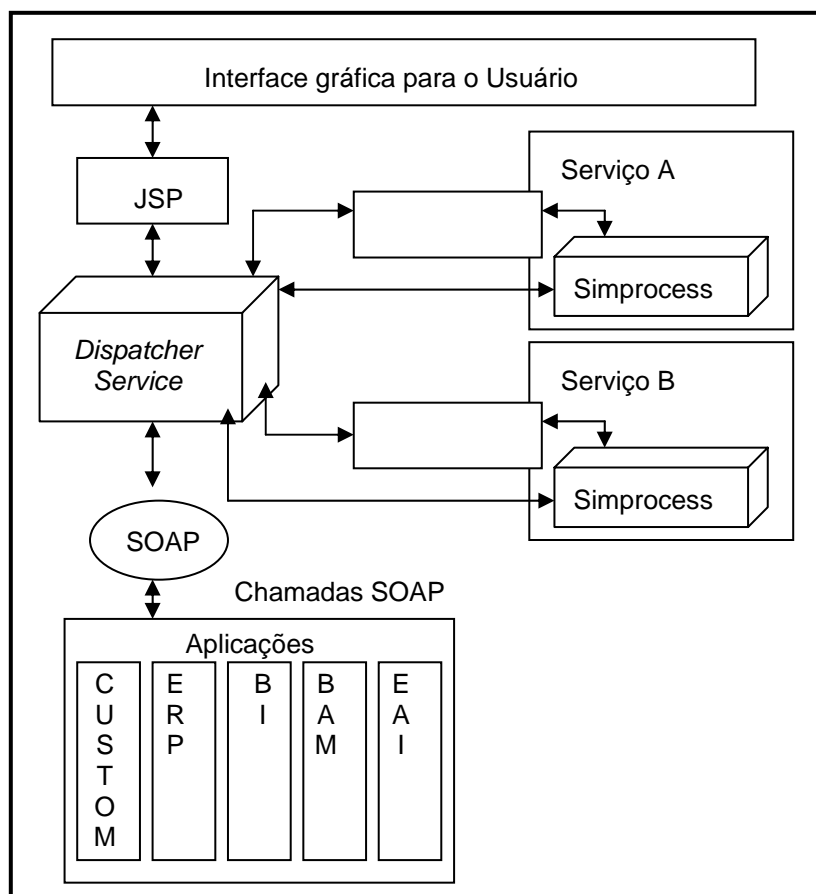


Figura 3.9 – Arquitetura *Web Service* do Simprocess

Fonte: Modificada de DeFee (2004)

Segundo DeFee (2004b), isso abre a possibilidade para qualquer aplicação utilizar modelos de processo de negócios validados e simulação discreta. Isso provê predições para monitoramento de atividades de negócios (*Business Activities Monitoring - BAM*), gerenciamento de processos de negócios (*Business Process Management - BPM*) e soluções que suportam decisões (*Decision Support Solutions - DSS*). Todas as interações entre as aplicações externas e o Simprocess são possíveis, pois os dados do modelo são convertidos para o formato XPD. Maiores informações sobre as

potencialidades de simulação sob demanda do Simprocess, baseadas nas tecnologias BAM, BPM e DSS podem ser encontradas no Apêndice D.

3.3.4 - A Linguagem *XPDL* e a Padronização de Modelos de Processos

A possibilidade de importar e exportar modelos de processos com o Simprocess, abriu um leque de alternativas para a utilização de tais modelos. Essa abertura foi possível graças a implementação no Simprocess de ferramentas para importação e exportação de modelos de processos, padronizados pela linguagem *XPDL*.

A *XML Process Definition Language (XPDL)* é uma linguagem desenvolvida pela WfMC para a representação de processos de negócios em XML (WORKFLOW MANAGEMENT COALITION, 2002).

Esta linguagem integra a chamada Interface 1 da WfMC (WORKFLOW MANAGEMENT COALITION, 2005a). Esta interface é responsável pelo intercâmbio entre diferentes ferramentas de modelagem de *workflow*. Sendo assim, a *XPDL* funciona como um modelo comum, de forma que qualquer ferramenta pode importar um processo descrito nessa linguagem ou exportar um processo em sua linguagem nativa (ZSCHORNACK, 2003). As interfaces definidas pela WfMC são discutidas no Capítulo 4, o qual aborda a arquitetura proposta neste trabalho.

A Figura 3.10 ilustra como a *XPDL* é utilizada no processo de intercâmbio. Cada uma das ferramentas, a partir de sua representação interna, exporta seu processo para *XPDL*, sendo possível sua utilização por outra(s) ferramenta(s).

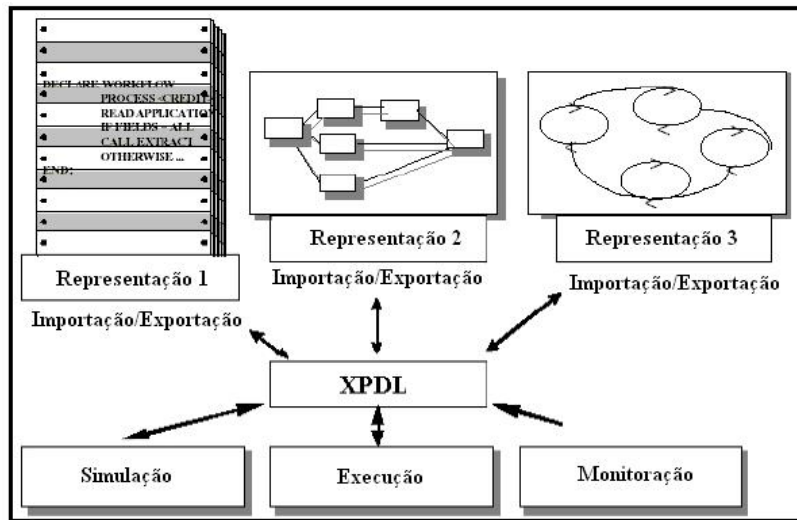


Figura 3.10 – Intercâmbio Entre Diferentes Ferramentas de Modelagem de *Workflow*

Fonte: Adaptada de *Workflow Management Coalition* (2002)

A linguagem XPDL é composta por vários elementos XML. Como por exemplo, atividades, transições, participantes, dados, parâmetros, entre outros. Todas essas informações são colocadas dentro de um elemento *package*, conforme a Figura 3.11. A Figura 3.11 apresenta um trecho de documento em XPDL, mostrando a declaração de uma atividade e de uma transição. É importante, observar que um mesmo pacote pode conter vários processos de *workflow*.

```

<Package ...>
  ...
  <Participants>
    ...
  </Participants>
  <WorkflowProcesses>
    <WorkflowProcess Id="1" Name="" ...>
      ...
      <Applications>
        ...
      </Applications>
      <Activities>
        <Activity Id="10">
          ...
        </Activity>
      </Activities>
      <Transitions>
        <Transition Id="101" From="10" To="11"/>
        ...
      </Transitions>
    </WorkflowProcess>
  </WorkflowProcesses>
</Package>

```

Figura 3.11 – Parte de um Documento XPDL

No Simprocess, a XPDL é a chave para a troca de definições de *workflow* entre as aplicações que interagem com o pacote, mas não são importados ou exportados todos os elementos que compõem o modelo.

Para obter sucesso no processo de importação de um modelo para o Simprocess, esse modelo deve ter pelo menos um elemento *WorkflowProcess*, este elemento deve ter atributo configurado como *PUBLIC* e o modelo deve estar de acordo com o esquema definido em Workflow Management Coalition (2002).

Conforme descrito em Caci Products Company (2004b), a Tabela 3.1 mostra os elementos XPDL que são importados e quais seus correspondentes no Simprocess

Tabela 3.1 - Elementos Importados pelo Simprocess e Seus Correspondentes

Elementos XPDL	Estrutura Simprocess
<i>WorkflowProcess</i>	<i>Process</i>
<i>Activity</i>	<i>Activity</i>
<i>Transition</i>	<i>Connector</i>
<i>DataField</i>	<i>Global Entity Attribute</i>
<i>FormalParameter</i>	<i>Global Entity Attribute</i>
<i>Performer</i>	<i>Resource</i>
<i>TypeDeclaration</i>	<i>Entity Type</i>
<i>SimulationInformation/ TimeEstimation/Duration</i>	<i>Activity Delay Time</i>

O Simprocess se baseia no esquema definido em Workflow Management Coalition (2002), para exportar de um modelo de processo para o formato XPDL.

Conforme descrito em Caci Products Company (2004b), a Tabela 3.2 mostra como o Simprocess constrói o modelo para exportar para XPDL.

Tabela 3.2 - Elementos Exportados pelo Simprocess e Seus Correspondentes

Estrutura Simprocess	Elementos XPDL
<i>Process</i>	<i>WorkflowProcess</i>
<i>Activity</i>	<i>Activity</i>
<i>Connector</i>	<i>Transition</i>
<i>Attribute</i>	<i>DataField</i>
<i>Branch Connector</i>	<i>Transition/Condition</i>
<i>Resource</i>	<i>Performer</i>
<i>Entity</i>	<i>TypeDeclaration</i>
<i>Activity Delay Time</i>	<i>SimulationInformation/ TimeEstimation/Duration</i>

É a partir do modelo de *workflow* descrito em XPDL que as tecnologias para gestão processos interagem com o modelo, possibilitando a análise, o melhoramento e a monitoração do modelo de processo de negócio do cliente.

No Capítulo 4 descreve-se a arquitetura do ambiente para EAD *Web Course Manager*, resultante da integração dos sistemas de ensino a distância TelEduc e do ambiente de simulação de sistemas Simprocess.

CAPÍTULO 4

ARQUITETURA DO AMBIENTE

4.1 - Considerações Iniciais

O advento da Internet e dos serviços WWW como meios para veiculação de informações causaram profundo impacto nas formas de transmissão do conhecimento.

O processo de ensino/aprendizagem utilizando sistemas computacionais baseados nestas tecnologias sofreu com isto uma modificação bem maior do que a simples alteração de sua forma de difusão, resultando em mudanças na arquitetura dos próprios sistemas e estabelecendo na prática um novo modelo ou paradigma para EAD.

Este novo modelo tem como características principais: a utilização de ambientes computacionais capazes de agregar diversas funcionalidades e facilidades, entre elas o uso de hipermídia na construção do conteúdo didático e material de apoio, e a possibilidade de se adotar uma visão do tipo BPM, com o uso de ferramentas para modelagem, execução e monitoramento do processo.

Algumas características intrínsecas dos serviços WWW que desempenham um papel muito relevante e que tornam diferente, e potencialmente bem mais eficiente, este novo modelo de EAD são (SANT'ANNA, 2001):

- Através da WWW é possível ganhar acesso de qualquer computador instalado na rede mundial de computadores, o que permite alto grau de acessibilidade;
- A padronização da interface permite que uma pessoa comum que conheça apenas um navegador possa interagir com o ambiente, o que promove a facilidade do uso;

- A facilidade do desdobramento das aplicações para o usuário finais através de plataformas computacionais heterogêneas faz com que se tenha alto grau de portabilidade;
- A WWW permite concentrar um conjunto de facilidades através da criação de um *site* onde pessoas com o mesmo objetivo possam se comunicar, trocar informações e conteúdos realizando em conjunto uma série de atividades.

A EAD baseada neste novo modelo se diferencia da modalidade de ensino presencial nos seguintes aspectos: transfere ao aluno boa parte da responsabilidade pelo seu aprendizado (SANTOS, 1998; MATTHEWS e COOPER, 1995); e requer do educador, segundo experiência adquirida com o próprio ambiente TelEduc, um alto grau de organização e de sistematização de atividades, não necessariamente reduzindo sua interação com os alunos, apenas transformando-a.

A utilização da WWW, entretanto, não garante por si só que o processo de ensino/aprendizagem na EAD será eficiente, nem para os alunos nem para os professores. Esta eficiência só será alcançada se as interfaces e ferramentas oferecidas apresentarem as funcionalidades e facilidades de uso necessárias para que os objetivos de seus usuários sejam atingidos, utilizando-se o menor esforço possível.

A definição de requisitos destas ferramentas deve partir do princípio de que nestes ambientes os alunos e professores têm visões diferenciadas do processo de ensino/aprendizagem.

Os alunos acessam o conhecimento, de forma concorrente, e com uma expectativa de liberdade de navegação relativamente alta. Os professores têm que prover o conteúdo do conhecimento de que dispõe de uma forma previamente planejada, cuidadosamente organizada para atender a um objetivo pré-definido.

Do ponto de vista do aluno, ele necessita de um ambiente amigável onde ele possa navegar o conteúdo do curso disponibilizado pelo professor, ser estimulado a tirar dúvidas através das ferramentas de comunicação e usufruir de abordagens motivantes

para a aprendizagem. Isto o estimulará a sanar suas dúvidas, trabalhar em grupo, questionar, trocar idéias e, principalmente, a não depender constantemente do educador.

Do ponto de vista do educador, ele necessita dispor de ferramentas com as quais possa construir sua aula, disponibiliza-la na *web*, administrar o curso e posteriormente monitorar e analisar a trajetória de cada aluno. Além disso, ele tem que oferecer aulas interessantes e cativantes, e que não demandem dele grandes esforços para a elaboração do material didático.

Neste Capítulo descreve-se a arquitetura do ambiente EAD *Web Course Manager*, resultante da integração dos sistemas de ensino a distância TelEduc e do ambiente de simulação de sistemas Simprocess. A arquitetura proposta está de acordo com o novo modelo de EAD mencionado acima, mas possui um caráter inovador, pela adaptação e pela exploração da abordagem GPSS para a área educacional. Os ganhos esperados com a adoção desta abordagem integrada de processos são listados no item Modelagem da Abordagem GPSS.

4.2 – Um Modelo Para A Abordagem GPSS

Publicações como WfMC (2005a e 2005b) apontam que a abordagem BPM tradicional já alia gestão de processo de negócios e simulação de sistemas. Esta abordagem bastante difundida, a simulação de sistemas é tratada de uma forma independente, estanque ao modelo do processo.

A Figura 4.1 esboça o ciclo de vida de um processo na abordagem BPM tradicional, onde a simulação é vista como uma ferramenta autônoma, utilizada somente na fase de melhoria do modelo.

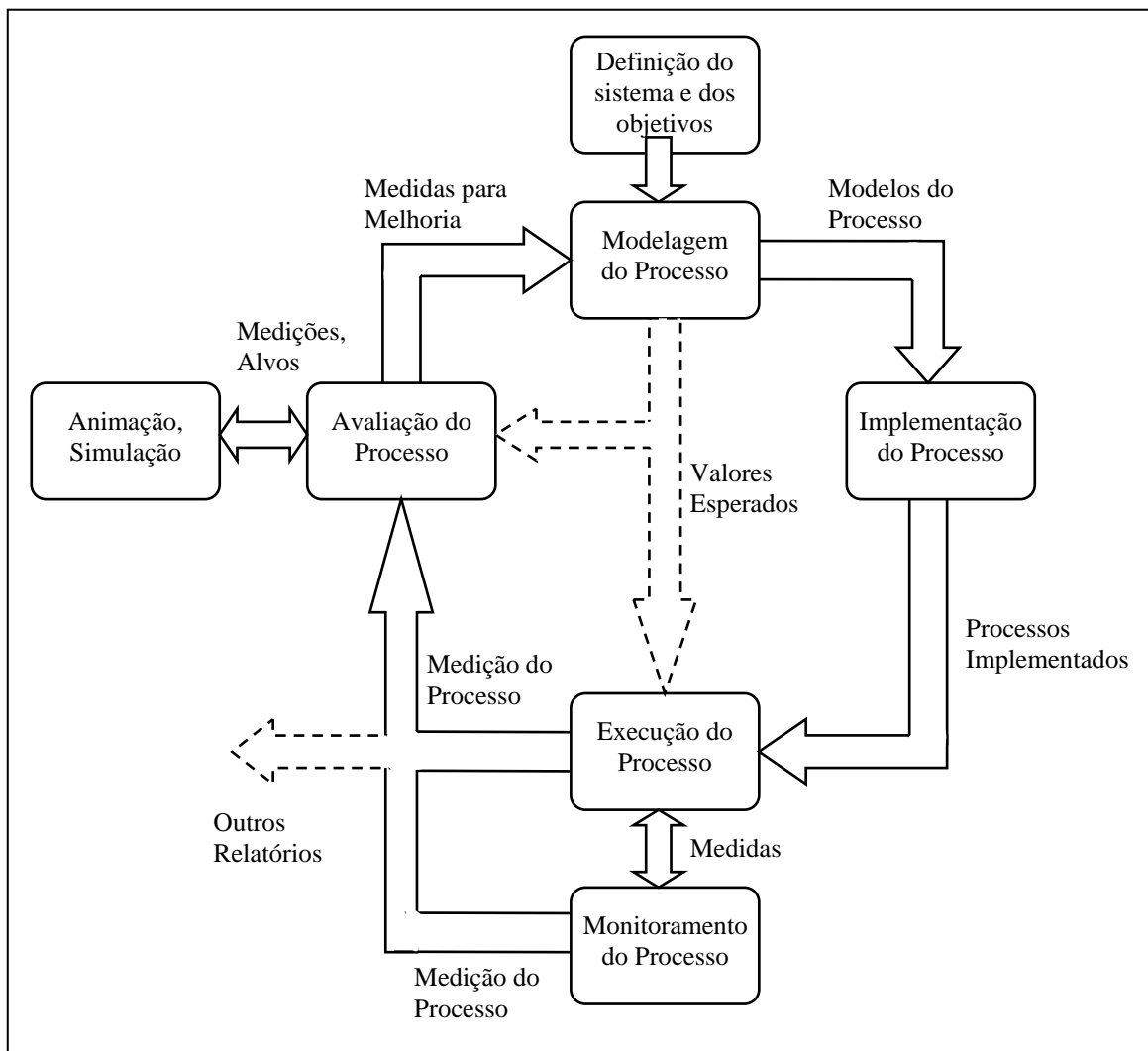


Figura 4.1 – Ciclo de Vida do Modelo na Abordagem BPM.

Fonte: Baseada em Naidoo e Muehlen (2005).

O novo modelo proposto neste trabalho integra de forma inovadora, tecnologias originalmente utilizadas para gestão de processo de negócios e simulação de sistemas, mas a simulação é tratada como parte do modelo do processo.

A Figura 4.2 retrata o ciclo de vida do modelo de um processo na nova forma de abordagem GPSS. A Figura evidencia as diferenças existentes em relação à forma

tradicional, conforme apresentada na Figura 4.1, pela transformação feita dentro dos quadrados tracejados.

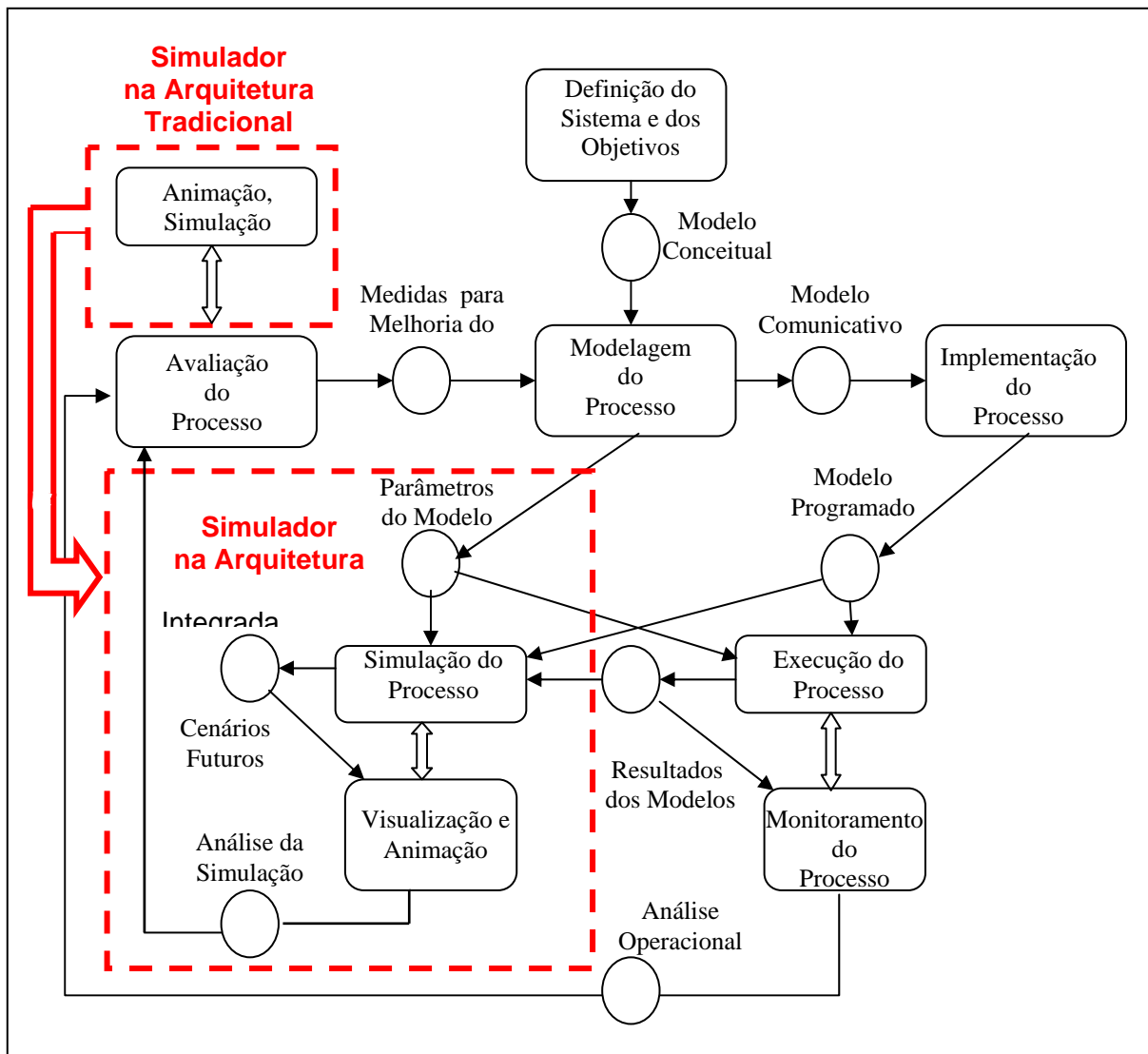


Figura 4.2 – Ciclo de Vida do Modelo Proposto para a Abordagem GPSS.

Na abordagem integrada para gestão e simulação de processos, a simulação deixa de ser uma ferramenta autônoma, complementar, aplicada apenas na fase de avaliação para a melhoria do modelo. O modelo de simulação e o modelo de processo é único e ele é executado utilizando-se dois fluxos de controle (*threads*) independentes, um dos quais

destinado à gestão automática do processo (com dados e entradas reais), e o outro destinado à visualização da simulação para fins de projeções de cenários.

Na simulação são utilizados os parâmetros originais do modelo, que são substituídos pelos dados reais de operação, à medida que estes são produzidos e coletados no decorrer da execução do modelo como gestor do processo.

4.3 – A Utilização da Abordagem GPSS em EAD

Considerando que o ato de ensinar e o ato de aprender nada mais são do que processos formados por diversas fases, que objetivam a construção do conhecimento, pode-se concluir que as abordagens BPM tradicionalmente discutidas na literatura podem ser empregadas também na área educacional. Publicações como WfMC (2005a e 2005b) apontam para o uso de tais técnicas principalmente à problemas relacionados ao gerenciamento de processos de negócios, e não mencionam sua utilização na área educacional.

Este trabalho propõe o uso da abordagem GPSS para EAD, buscando ir além da aplicação da metodologia de *workflow* na sua forma tradicional. O cerne é a adaptação da metodologia unificada desenvolvida para integrar a gestão e a simulação de processos visando sua utilização na estruturação e gestão do conteúdo de cursos a distância.

As vantagens esperadas pela utilização desta nova abordagem em EAD 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 desempenho, o estabelecimento de estratégias diferenciadas de execução dos

modelos (e de roteiros alternativos de navegação), 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 Internet, pois oferece ao professor uma interface gráfica amigável, para a estruturação do conteúdo de seu curso, acabando com a necessidade dele ser um especialista 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.

4.4 – A Arquitetura Geral do Ambiente *Web Course Manager*

Inicialmente o ambiente *web* proposto neste trabalho foi batizado como *Web Course Manager*, ou seja, um gerenciador de curso na *web*.

Os requisitos para ambiente foram estabelecidos com base nos requisitos para os sistemas LCMS descritos na literatura. Esta definição é listada a seguir e tem por objetivo nortear o desenvolvimento do ambiente.

4.4.1 – Requisitos de um LCMS

Segundo Robbins (2002), 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, 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 adeque às 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 constituídos por ferramentas administrativas que permitem um rápido gerenciamento de todos os processos envolvidos, como, controle de inscrições, progresso do aprendizado, frequência, 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

análise 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 LMS 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.

4.4.2 – A Arquitetura

O processo de ensino/aprendizagem de cursos a distância disponibilizados na *web* deve idealmente implementar todos os requisitos acima descritos, mas nem todos eles são atendidos *a priori* pelo sistema de EAD TelEduc.

A arquitetura proposta neste trabalho visa justamente tentar suprir as limitações encontradas no sistema Teleduc pela incorporação de ferramentas adicionais destinadas à construção e estruturação do conteúdo, ao monitoramento das atividades do aluno e a um melhor gerenciamento do processo de ensino/aprendizagem, com base em análise de desempenho e melhoria do processo. O grau com que o estágio atual de desenvolvimento do ambiente integrado já atende cada um dos requisitos acima citados será discutido no Capítulo 6, o qual expõe as conclusões deste trabalho.

O ambiente EAD proposto neste trabalho se baseia na integração de duas plataformas com aplicações distintas, a primeira é o TelEduc, um ambiente para gerenciamento de aprendizagem, e a segunda é o Simprocess, um ambiente para simulação de sistemas.

O ambiente integrado utiliza uma arquitetura inovadora, que visa permitir ao professor definir graficamente o roteiro de seu curso utilizando técnicas de *workflow*, adicionar conteúdo ao roteiro, definir roteiros alternativos baseados nas características individuais

e desempenho dos alunos, reduzir custos a partir do reuso de objetos que compõem o conteúdo, disponibilizar o curso no formato de páginas para *web*, monitorar o processo de aprendizagem e analisar o desempenho do modelo do curso.

A Figura 4.3 apresenta a arquitetura geral simplificada do ambiente *Web Course Manager* onde o TelEduc é complementado com interfaces gráficas que possibilitam a criação, a estruturação e a publicação do conteúdo, e com ferramentas para o monitoramento do aluno e o gerenciamento do conteúdo educacional.

A Figura 4.3 mostra uma arquitetura em camadas, formadas por módulos praticamente autônomos, constituídos por aplicativos de interface ou serviços que se comunicam com os demais, quando necessário, adicionando novas funcionalidades ao ambiente. No núcleo se encontra a máquina de *workflow*, que é implementada pelo uso do simulador Simprocess, acionado pela interface de coordenador e/ou professor nos momentos apropriados, para prover as funcionalidades necessárias à construção do modelo, à sua execução, e ao monitoramento e análise de desempenho requeridas. Esta máquina de *workflow* é constituída pela própria máquina java do Simprocess, atuando com base em dois fluxos de controle (*threads*), um deles destinado a execução do processo no servidor e o outro destinado à animação do modelo na interface de monitoramento e de análise de desempenho.

A arquitetura original do TelEduc e a estrutura de sua base de dados são praticamente mantidas intactas, havendo apenas a inclusão de chamadas na barra de menus dos novos módulos ou interfaces de usuários criadas com o Simprocess, uma responsável pela estruturação e construção do conteúdo educacional e outra responsável pelo monitoramento e gestão do aprendizado.

Nos itens que se seguem são detalhados e descritos os módulos componentes do ambiente *Web Course Manager*, procurando se distinguir sempre entre aqueles que são herança do sistema TelEduc e aqueles resultantes da nova arquitetura do sistema proposta neste trabalho.

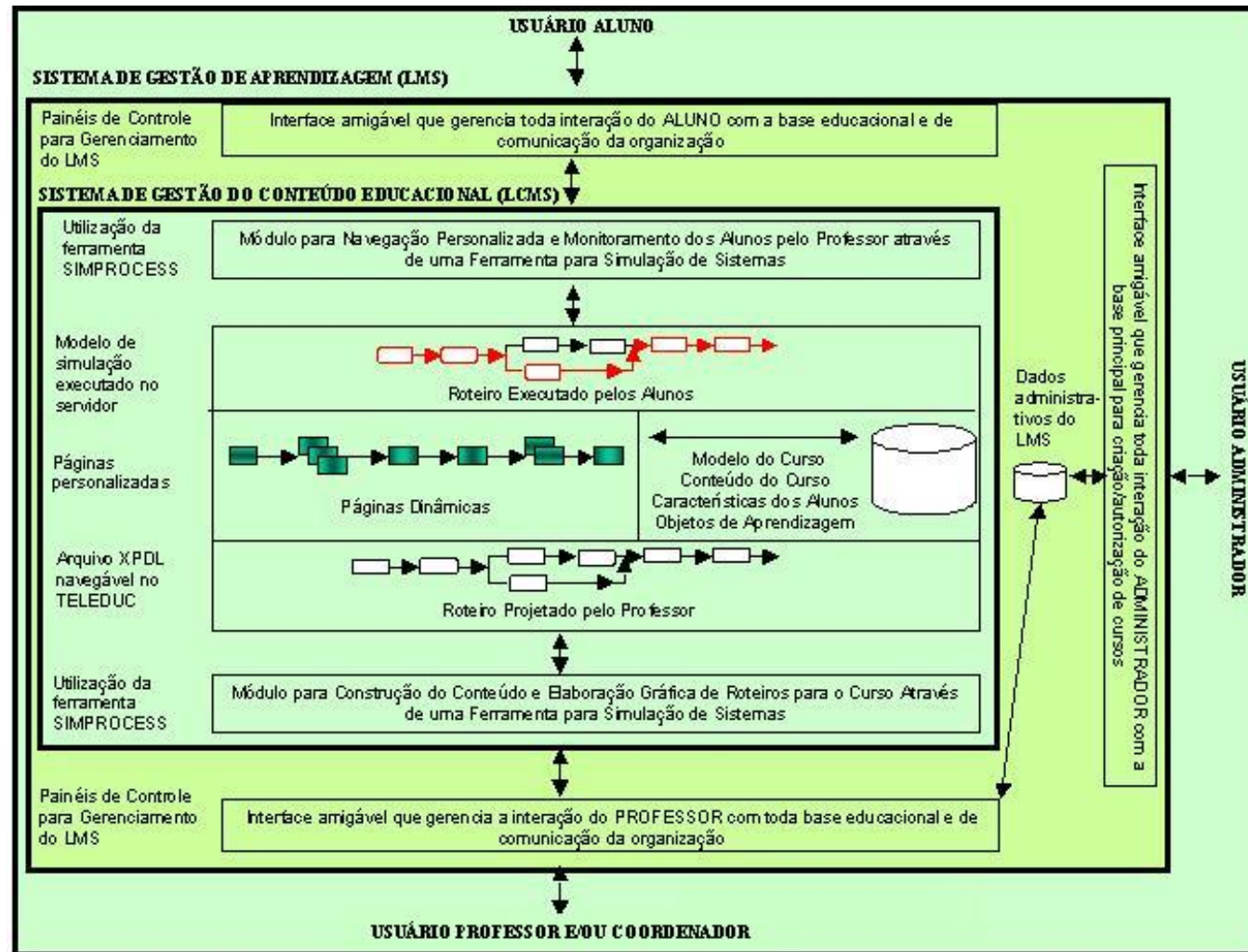


Figura 4.3 – Arquitetura Simplificada do Ambiente *Web Course Manager*.

4.4.2.1– As Interfaces de Usuários

Em primeiro lugar, é importante ressaltar que na arquitetura original do ambiente TelEduc, bem como na arquitetura do ambiente integrado, existem quatro classes de usuários: Administrador, Coordenador, Professor e Aluno.

O ambiente necessita de três interfaces com características bem distintas para contemplar as necessidades peculiares destas diferentes classes de usuários, pois Coordenador e o Professor têm perfis e objetivos parecidos, por isso podem acessar a mesma interface.

A interface destinada ao Administrador originalmente disponível no ambiente TelEduc é de uso exclusivo deste e possibilita a criação e autorização dos cursos, devendo para tanto, o administrador receber uma solicitação do professor ou do coordenador da disciplina. O administrador, a partir de uma ferramenta cria o curso e cadastra informações básicas sobre o responsável pelo mesmo.

O Administrador pode ainda, excluir cursos, reutilizar cursos antigos, trocar configurações, consultar a base de dados administrativos do LMS e se comunicar com usuários. O administrador continua sendo o principal responsável pela manutenção da base de dados administrativos do ambiente.

A interface do administrador a princípio será mantida inalterada na nova arquitetura proposta para o ambiente integrado, tendo sido denominada “Interface Amigável que Gerencia a Interação do Administrador com toda a Base Educacional e de Comunicação da Organização”. A Figura 4.4 ilustra mais detalhadamente a interface do Administrador e sua relação com os bancos de dados contendo os dados administrativos e os dados do domínio do curso e de características dos alunos.

O processo de criação de um curso gera, automaticamente para cada curso, um diretório no servidor e conseqüentemente sub-diretórios para todas as ferramentas do ambiente, nos quais ficarão armazenados os arquivos que serão enviados pelos professores e pelos alunos de acordo com a ferramenta utilizada durante o curso. Além disso, quando um

curso é criado, uma base de dados exclusiva para ele também é criada. Esta base de dados é composta por várias tabelas as quais armazenam informações sobre os alunos, configurações do ambiente deste curso, agendas, ferramentas disponíveis, formação de grupos, conteúdo do mural, do portfólio.

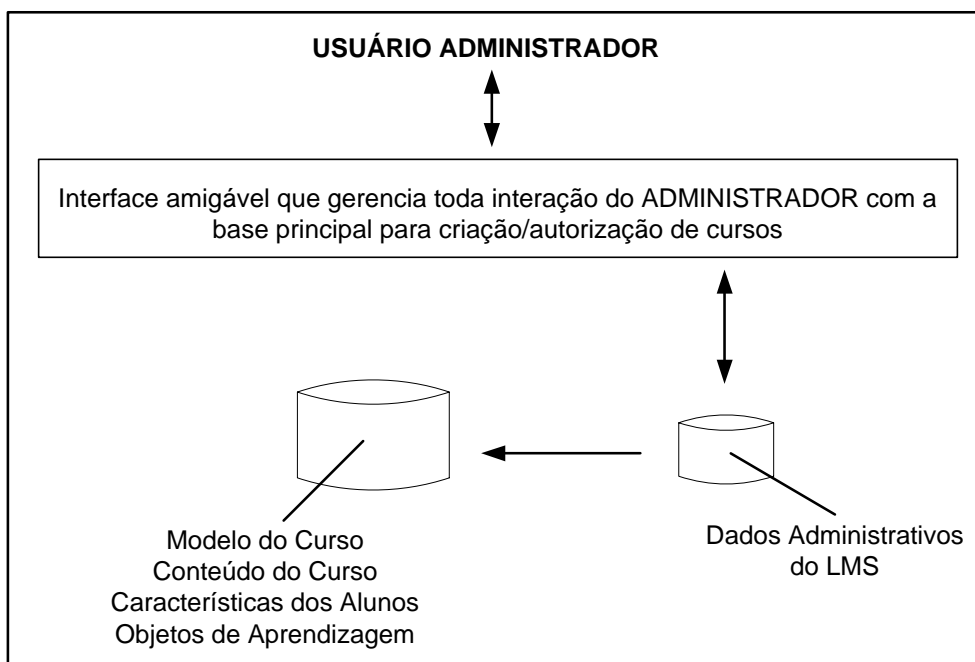


Figura 4.4 – Interface do Administrador.

A interface destinada ao professor e/ou coordenador originalmente existente no TelEduc, com suas ferramentas componentes agrupadas em um único módulo, foi denominada “Interface Amigável que Gerencia a Interação do Professor com toda a Base Educacional e de Comunicação da Organização” e está mostrada na Figura 4.5. Ela permite efetuar a inscrição de cada aluno ou solicitar-lhes que submetam a inscrição *on-line*, selecionar as ferramentas que irão compor o ambiente visualizado pelo aluno, aceitar a inscrição solicitada. Além destas, a interface original do professor/coordenador do sistema TelEduc dispõe de uma série de outras ferramentas que permitem ao professor anexar um arquivo texto na forma de uma agenda do curso, organizar os arquivos contendo o material do mesmo na forma de uma árvore de atividades, se comunicar com os alunos, etc.

Na nova arquitetura do ambiente integrado, a interface do professor e/ou coordenador recebe a adição de dois módulos, sendo o primeiro denominado “Módulo para a Construção do Conteúdo e Elaboração de Roteiros” e o segundo denominado “Módulo para Navegação Personalizada e Monitoramento dos Alunos”.

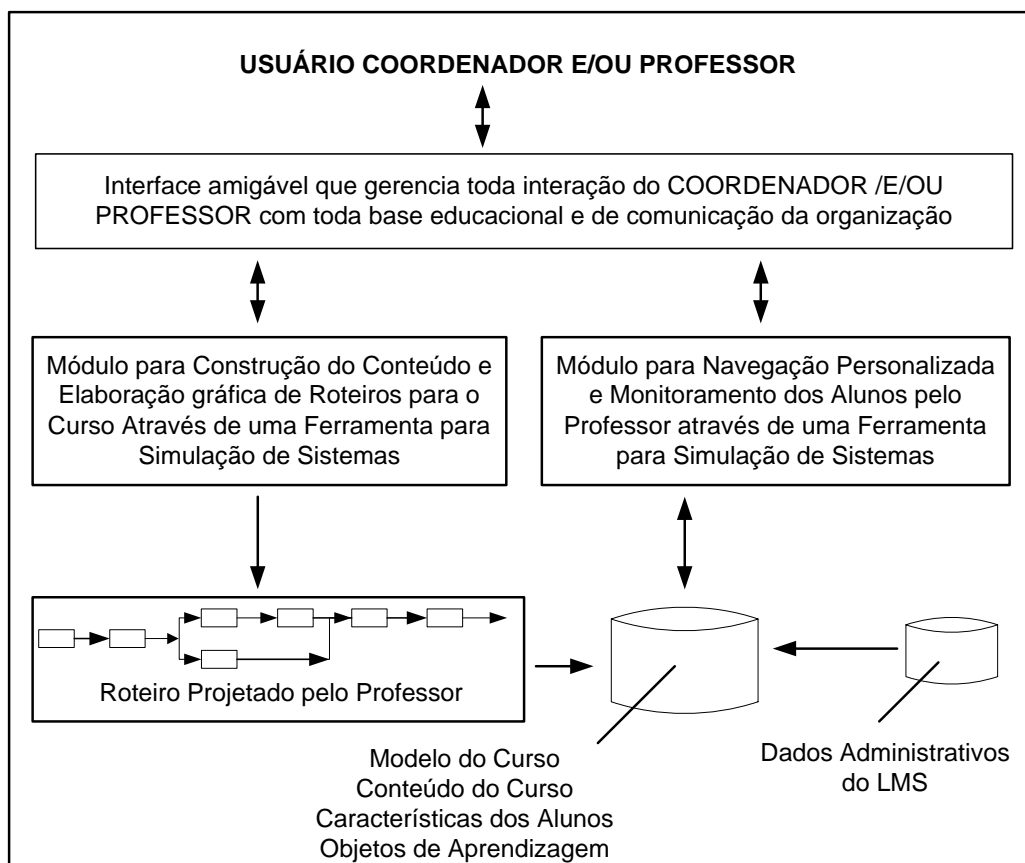


Figura 4.5 – Interface do Coordenador/Professor.

Ambas as interfaces são originadas pela integração do sistema Simprocess. A primeira resulta da utilização do simulador para a construção do modelo e especificação dos roteiros pelo professor, e a segunda resulta da execução do processo, constituído pelo modelo do curso criado, pela máquina java do Simprocess. O fato de que a execução e o monitoramento do processo se dão em paralelo é possibilitado pela existência dos dois fluxos de controle (*threads*) proporcionados pela máquina java do simulador, ficando um encarregado da execução do processo propriamente dito, e o outro sendo utilizado para o monitoramento do sistema, equivalente à animação do modelo na arquitetura tradicional dos simuladores.

A chamada do “Módulo para a Construção do Conteúdo e Elaboração de Roteiros” é feita através de uma opção chamada WebModelo criada no menu do TelEduc, selecionando-se a seguir a opção Abrir Simprocess, para acionar o simulador e iniciar a construção gráfica do modelo do curso e a organização do seu conteúdo, a partir dos arquivos textos e gráficos previamente criados com outros aplicativos, de acordo com a rede de atividades que utiliza a simbologia de *workflow* disponibilizada pelo Simprocess.

No atual estágio de desenvolvimento do ambiente, apenas o módulo para construção e organização do conteúdo está totalmente implementado. A utilização deste módulo se encerra com a geração do modelo do curso em páginas HTML estruturadas, que são anexadas para navegação pelos alunos na área destinada à Agenda no sistema Teleduc (originalmente constituída por uma página HTML simples). Isto é feito através da opção Importar Agenda, também disponível no menu acionado pela opção WebModelo.

Após a importação da Agenda, a árvore de atividades a ela associada poderá futuramente também ser gerada automaticamente e colocada à disposição através da opção Importar Atividades da ferramenta WebModelo do TelEduc original. Todas estas funcionalidades estão contidas no “Módulo para a Construção do Conteúdo e Elaboração de Roteiros” representado na Figura 4.5.

O segundo módulo adicionado à interface do professor na nova arquitetura do ambiente, denominado “Módulo para Navegação Personalizada e Monitoramento dos Alunos”, ainda não está implementado, mas tem por finalidade monitorar o roteiro percorrido pelo aluno, possibilitando a tomada de decisões a partir da análise crítica das informações obtidas neste monitoramento, o que é feito através da execução do processo modelado por uma instância do Simprocess.

No desenvolvimento deste módulo se fará uso das funcionalidades totais do simulador, que permitem a atribuição de valores de tempos de execução de atividades, a especificação de roteiros com base em atributos das entidades (alunos) que percorrem o modelo, a coleta de dados, a análise de desempenho, e outras. Uma pequena amostra do

potencial do uso destas funcionalidades é feita na Seção de análise de desempenho do Capítulo 5.

A interface do usuário aluno foi denominada “Interface Amigável que Gerencia Toda a Interação do Aluno com a Base Educacional e de Comunicação da Organização”. Através desta interface, os alunos, se o professor ou o coordenador permitir, podem acessar todas as ferramentas disponíveis no ambiente exceto as ferramentas de uso exclusivo do administrador e as ferramentas usadas para a definição das atividades que apóiam o curso (Atividades, Agenda, Material de Apoio, Dinâmica do Curso, Estrutura do Ambiente e Material de Aula).

A Figura 4.6 apresenta a interface do aluno em sua relação com as bases de dados e mostra como ela compartilha a utilização do “Módulo para Navegação Personalizada e Monitoramento dos Alunos”, descrito acima para a interface do professor. A navegação do modelo do curso não será mais feita acessando-se a ferramenta Atividades do TelEduc, mas sim pela exploração do modelo gráfico de *workflow* contido na ferramenta Agenda, que implementará uma completa interação do aluno com o modelo do processo em execução no servidor, pela máquina java do simulador.

Ao navegar o conteúdo do curso, o aluno estará sujeito às restrições fixadas pelo professor no roteiro projetado, mas seu trajeto pode sofrer variações relativamente a outros alunos, com base nos atributos fornecidos durante sua inscrição ou de acordo com seu desempenho durante a execução da matéria. As estratégias e roteiros alternativos executados são aqueles previamente definidos pelo professor para as entidades em função de seus atributos, e estes são dados pelo perfil de conhecimento prévio dos alunos ou pelos resultados de suas avaliações realizadas durante o curso.

A Figura 4.6 ilustra em detalhes a Interface do aluno.

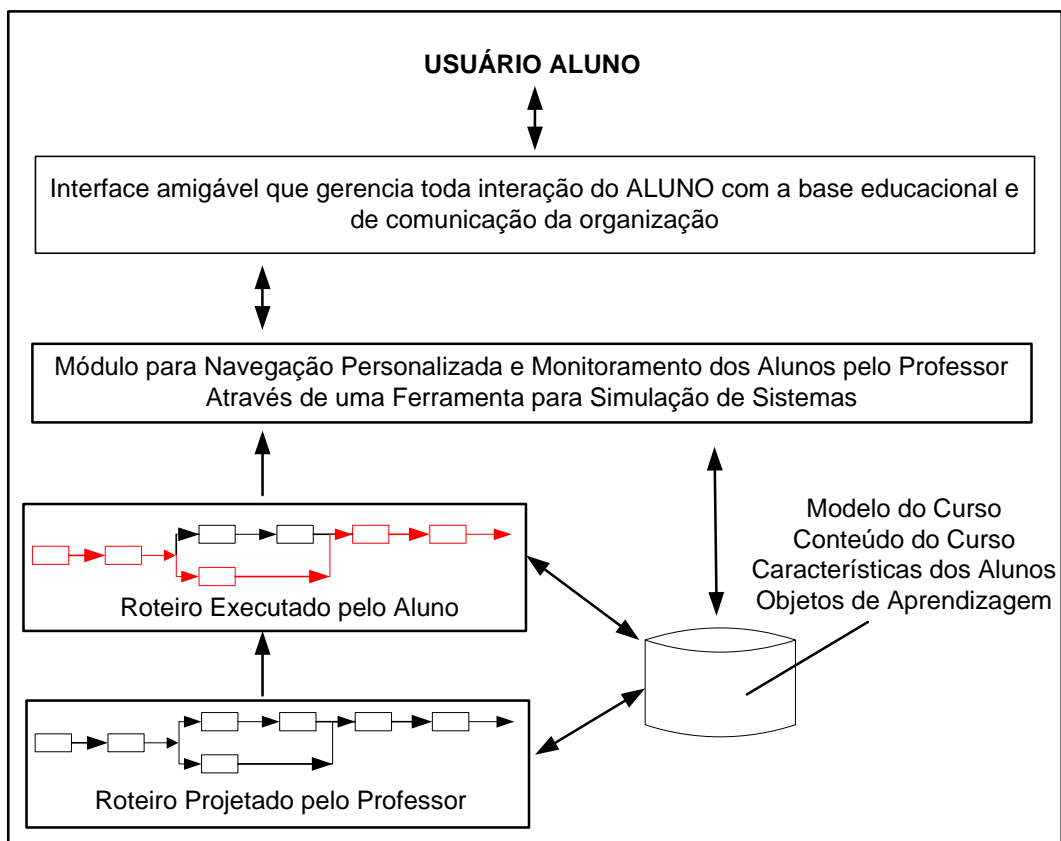


Figura 4.6 – Interface do Aluno.

4.4.2.2 – A Máquina de *Workflow*

A máquina de *workflow* constitui o núcleo da arquitetura do ambiente integrado. Este núcleo e os aplicativos de interface para arquiteturas de ambientes do tipo BPM são mostrados na Figura 4.7. A Figura é baseada no modelo de referência descrito pela WfMC (WORKFLOW MANAGEMENT COALITION, 1997).

No caso do ambiente integrado proposto, as interfaces de usuários e seus módulos adicionais acima descritos são os aplicativos ou ferramentas que acessam o núcleo, sendo este constituído pela própria máquina java do sistema Simprocess. O modelo é executado como um serviço no servidor, segundo o paradigma de integração aqui denominado GPSS ou simulação sob demanda (*Simulation On Demand*), recebendo as entradas ou enviando os resultados aos aplicativos que com ele interagem.

A equivalência da Figura 4.7 com a arquitetura para o ambiente integrado é a seguinte: a Ferramentas para a Definição do Processo (Interface 1) é representada pelo “Módulo para Construção do Conteúdo e Elaboração de Roteiros”; a Ferramenta para Administração e Monitoramento (Interface 5) é representada pelo “Módulo para Navegação Personalizada e Monitoramento dos Alunos”; a Aplicação do Cliente e o Gerenciador de Listas de Atividades (Interface 2) são constituídos pelo próprio sistema TelEduc ou por aplicativos adicionais ou extensões do TelEduc que teriam que ser criados para tornar mais amigável a interação do usuário com o ambiente, fornecendo alertas para tarefas pendentes de realização e/ou comunicando a conclusão de tarefas requeridas para a continuidade dos trabalhos dos diversos tipos de usuários.

As Ferramentas Agente e Aplicações Invocadas (Interface 3) referem-se a outros aplicativos com os quais o ambiente poderia interagir, estando fora do escopo da arquitetura anteriormente descrita.

Outros Serviços de Execução do *Workflow* (Interface 4) referem-se a outros ambientes de mesmo tipo ou que utilizam a tecnologia de *workflow* e estão situados em servidores remotos.

O núcleo do modelo da WfMC é formado por máquinas de *workflow*, que na arquitetura integrada são representadas pelo Simprocess, o qual possui máquinas de *workflow* operando internamente. A Figura 4.8 representa a execução do modelo e esboça o núcleo da arquitetura integrada, detalhando o funcionamento de seus módulos.

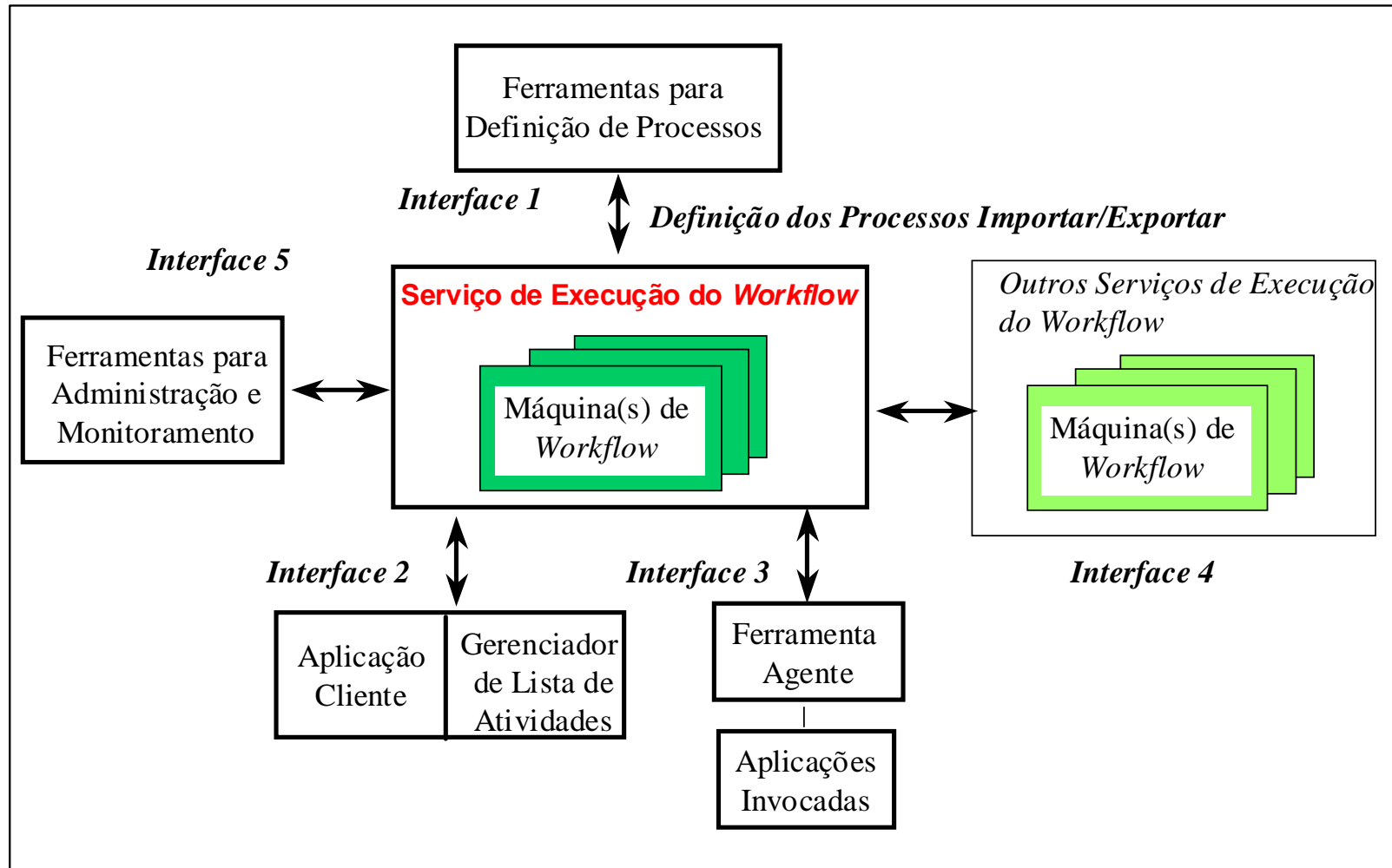


Figura 4.7 – Modelo de Referência da WfMC.

Fonte: Baseada em Workflow Management Coalition (1997)

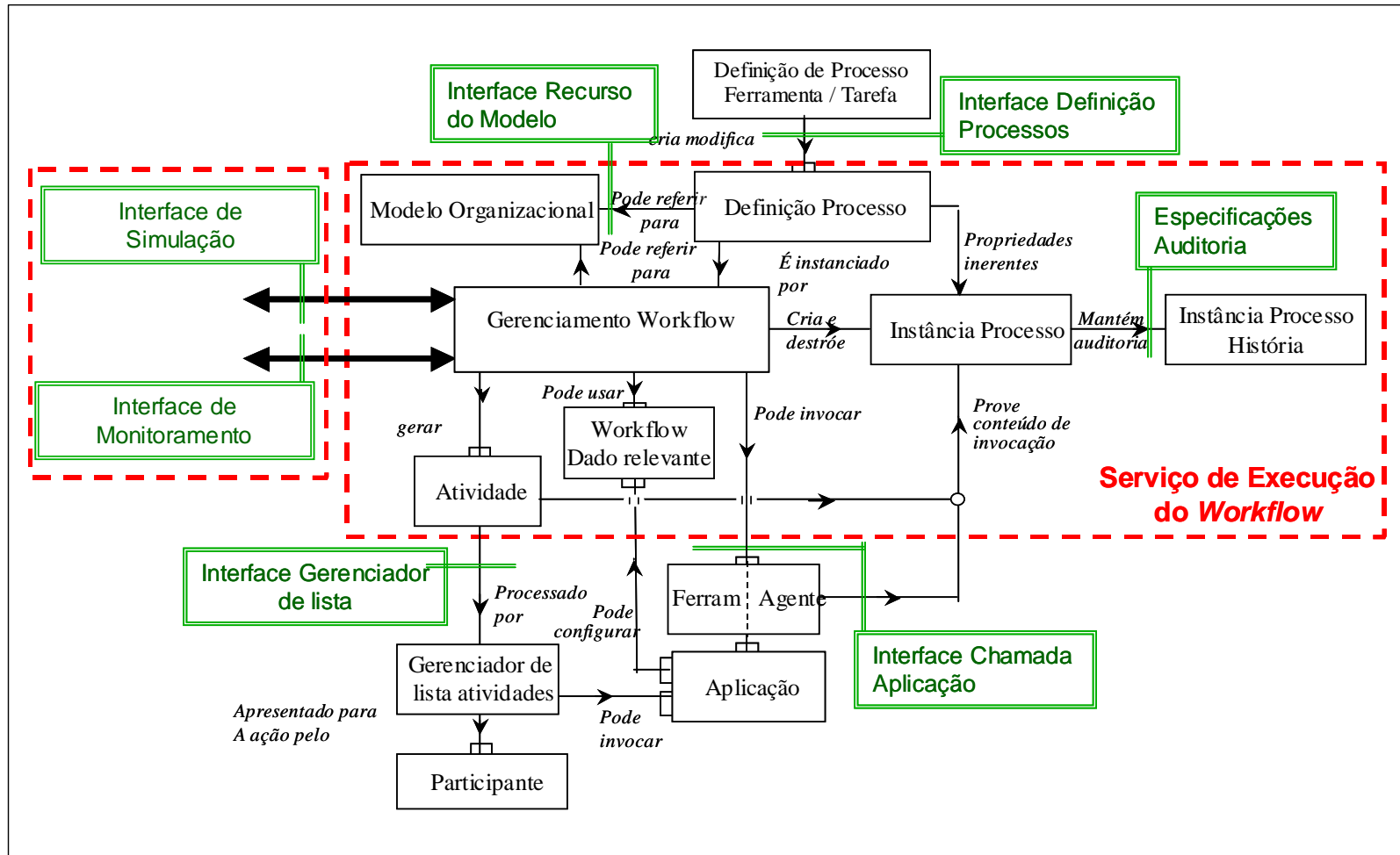


Figura 4.8 – Detalhamento do Núcleo da Arquitetura Integrada

Fonte: Modificada de Workflow Management Coalition (2005)

O maior quadro tracejado da Figura 4.8 apresenta o detalhamento do núcleo da arquitetura proposta, onde a máquina de *workflow* do Simprocess é responsável por todo gerenciamento dos processos. Este gerenciamento é feito a partir de dois mecanismos de controles (*threads*), onde um deles é destinado à execução do processo no servidor e o outro destinado à animação do modelo nas interfaces de monitoramento e de análise de desempenho. As interfaces de monitoramento e de análise de desempenho são destacadas no quadro tracejado menor.

A exploração de todas as funcionalidades que a integração do simulador traz, poderá proporcionar futuramente benefícios ainda maiores à arquitetura integrada, como por exemplo, a utilização do módulo Dispatcher para a exploração da arquitetura orientada a serviços (SOA), possibilitando o uso de outros aplicativos, através da interface de chamada de aplicações mostrada na Figura 4.8.

O Capítulo 5 apresenta a aplicação do ambiente *Web Course Manager* em um caso real como intuito ilustrar a adaptação da abordagem GPSS à área educacional.

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTAÇÃO E ESTUDO DE CASO

5.1 - Considerações Iniciais

Com o intuito de ilustrar a abordagem GPSS à área educacional, este Capítulo apresenta a metodologia empregada para a adaptação, a implementação parcial do ambiente *Web Course Manager* e a aplicação do mesmo em um caso real.

A adaptação da abordagem a EAD e a implementação do ambiente compreendem: a) a conversão da simbologia *workflow* descritas em Sizilio (2000) para o formato de simbologia *workflow* utilizado pelo Simprocess; b) a transformação do modelo de *workflow* e; c) a integração das ferramentas TelEduc e Simprocess e a criação de novas funcionalidades.

A aplicação do ambiente é feita através de um estudo de caso, utilizando como pano de fundo o curso de Simulação de Sistemas CAP-259 do programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Além disto, este Capítulo também apresenta uma análise de desempenho com base numa simplificação do curso CAP-259, visando à demonstração das potencialidades adicionais decorrentes do uso do simulador na abordagem integrada. Para tanto um banco de dados *Microsoft Access* é empregado para armazenar dos dados oriundos da simulação do modelo do curso no Simprocess, conseqüentemente possibilitando a utilização desses dados para a melhoria gradual do modelo do curso.

5.2 – Integração das Ferramentas TelEduc e Simprocess


5.2.1 – Adaptação da Metodologia GPSS a EAD

A fase de adaptação da metodologia é compreendida por uma mudança concreta, que é a conversão da simbologia usada por Sizilio para a simbologia disponível no Simprocess, e por uma mudança conceitual, onde a disponibilização gráfica tradicional dos componentes do *workflow* devem ser reavaliada.

5.2.1.1 – Conversão da Simbologia

Um das fases previstas para a disponibilização de um curso de EAD, utilizando a metodologia GPSS e o ambiente *Web Course Manager*, é a transcrição do modelo de *workflow* criado com base na metodologia descrita em Sizilio (2000) para o Simprocess.

Para construir o modelo no Simprocess é necessário adaptar as simbologias utilizadas na fase de estruturação do conteúdo às simbologias dos componentes pré-construídos disponíveis no simulador.

Para representar, por exemplo, um teste a metodologia de Sizilio utiliza o símbolo \diamond , já o Simprocess utiliza o símbolo . A Figura 5.1 apresenta os componentes pré-construídos do Simprocess, os quais são disponibilizados no menu esquerdo da tela inicial do ambiente.

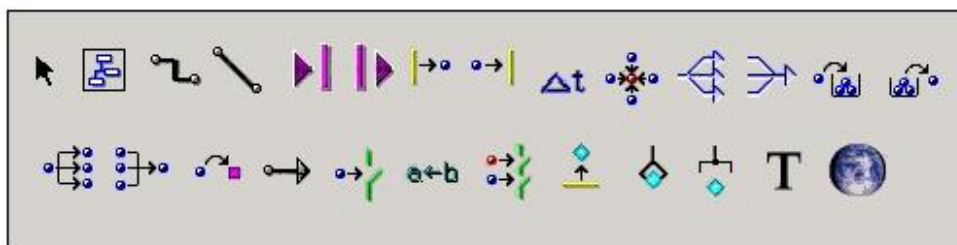




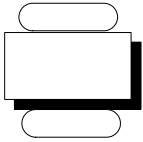









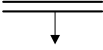

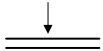



Figura 5.1 - Componentes Pré-Construídos do Simprocess.

A Tabela 5.1 esboça a adaptação adotada para a construção do modelo. O Simprocess possui outros componentes, os quais não estão representados, pois não foram necessários nesta fase inicial de desenvolvimento.

Tabela 5.1 – Adaptação da Simbologia de Sizilio à Simbologia do Simprocess.

Descrição	Simbologia de Sizilio	Simbologia do Simprocess
Tarefa		
Super-Tarefa		
MultiTarefa		
Teste		
Fluxo de Execução		
<i>Fork</i>		
<i>Join</i>		
Início		
Fim		

Os componentes do Simprocess, embora constituídos com a finalidade de representar processos utilizando a tecnologia de *workflow*, possuem funcionalidades extras que nem sempre serão utilizadas, principalmente nesta fase inicial do desenvolvimento, por esse motivo, a Tabela 5.1 expõe somente os componente do Simprocess que possuem um componente correspondente na metodologia de Sizilio.

Os aspectos por exemplo, de fixação de tempo de atividades, alocação de recursos, coleta de dados e utilização de experimentação só serão utilizados posteriormente, na fase de monitoramento e análise de desempenho.

5.2.1.2 – Transformação do Modelo de *Workflow*

A transformação dos modelos criados utilizando-se a simbologia de Sizilio ou *workflow* plano para um formato baseado em processos hierárquicos tem como principais objetivos uma melhor visualização do modelo, sua estruturação na forma de uma árvore e maior facilidade na criação de roteiros.

O roteiro implementado pelo professor define a seqüência das atividades desejada, resultando um modelo final para o curso a ser disponibilizado na *web*.

A idéia por trás deste tipo de organização é criar uma forma padrão de representar qualquer tipo de processo, através de um mapa constituído pela árvore mencionada e do roteiro que define como a árvore será percorrida.

Com esta padronização será possível intercambiar conteúdos, construídos independentemente, permitindo o reuso de módulos ou cursos completos na montagem do material didático para um novo curso.

A Figura 5.2 apresenta esquema de uma árvore binária, tradicionalmente utilizada para representar hierarquia em problemas de natureza diversificada.

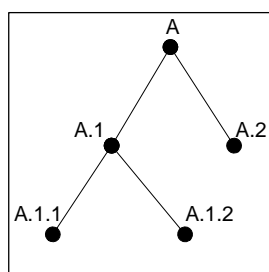


Figura 5.2 – Árvore Binária.

A cada folha pode ser associado um arquivo contendo o material didático (texto, gráfico, som, etc.) que é oferecido ao aluno como uma atividade a ser realizada. A mesma classe de problema esquematizado na Figura 5.2 seria representada graficamente no Simprocess como mostrado na Figura 5.3.

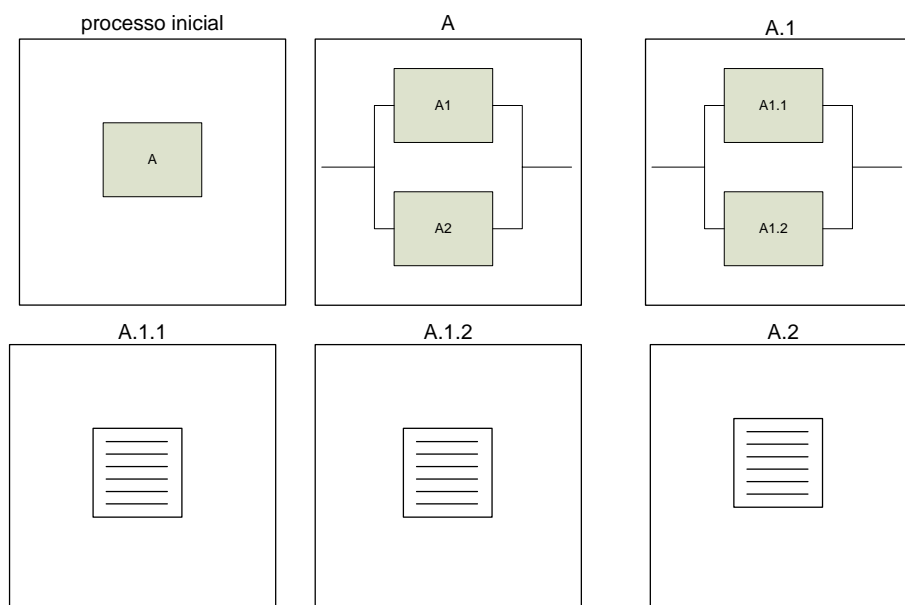


Figura 5.3 – Representação de uma Árvore no Simprocess.

O Simprocess representa a profundidade da árvore através de *layers*, ou seja, o subprocesso (nó filho) de um processo (nó pai) é definido em um outro plano (página). Os nós folhas, nas árvores binárias e as atividades, no Simprocess, estão no último nível e armazenam o arquivo contendo o conteúdo do curso.

A representação gráfica do conteúdo deste último nível pode ser definida como mostrada na Figura 5.4, pois o conteúdo didático que o aluno recebe pode ser disponibilizado em diferentes mídias, respeitando assim o estilo cognitivo de cada aluno.

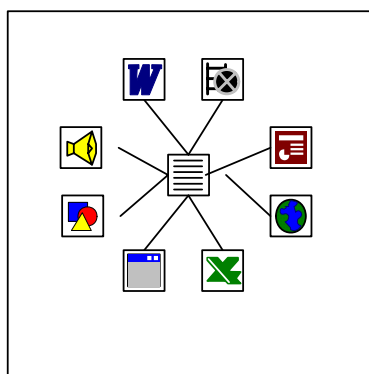


Figura 5.4 – Representação Gráfica do Conteúdo do Nó Folha.

5.2.2 – Implementação do Modelo

A fase de Implementação do modelo no Simprocess compreende as fases de construção do modelo, onde é construída a estrutura gráfica do curso no formato de uma árvore de atividades e a fase de elaboração de roteiros, onde a seqüência desejada das atividades é determinada.

5.2.2.1 – Construção de Modelos no Simprocess

No Simprocess os modelos são criados através de comandos do tipo “clique e arraste”, com os nós (componentes pré-construídos) sendo depositados na área de construção do modelo e interligados pelos caminhos. A escolha é feita a partir de um menu (Figura 5.1), contendo os tipos básicos de nós disponíveis, sendo os principais os processos do tipo hierárquico, as atividades simples, os nós de controle, e os caminhos que os interligam.

Os processos hierárquicos são detalhados utilizando-se subprocessos também hierárquicos, em qualquer quantidade de níveis de profundidade desejado, 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.

Na Figura 5.5, observa-se 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.

A natureza cíclica dos componentes do modelo é destinada a permitir que futuramente o professor crie mecanismos variados para controlar e monitorar a navegação dos alunos no material disponibilizado para o curso. Possibilitando ainda, que o modelo seja executado como um serviço disponível na Internet e a gestão seja feita de forma automática pelo próprio ambiente.

Outro aspecto relevante da implementação diz respeito à utilização de componentes distribuídos como se executassem atividades em paralelo, quando na verdade elas podem ser executadas paralelamente ou sequencialmente (Figura 5.5).

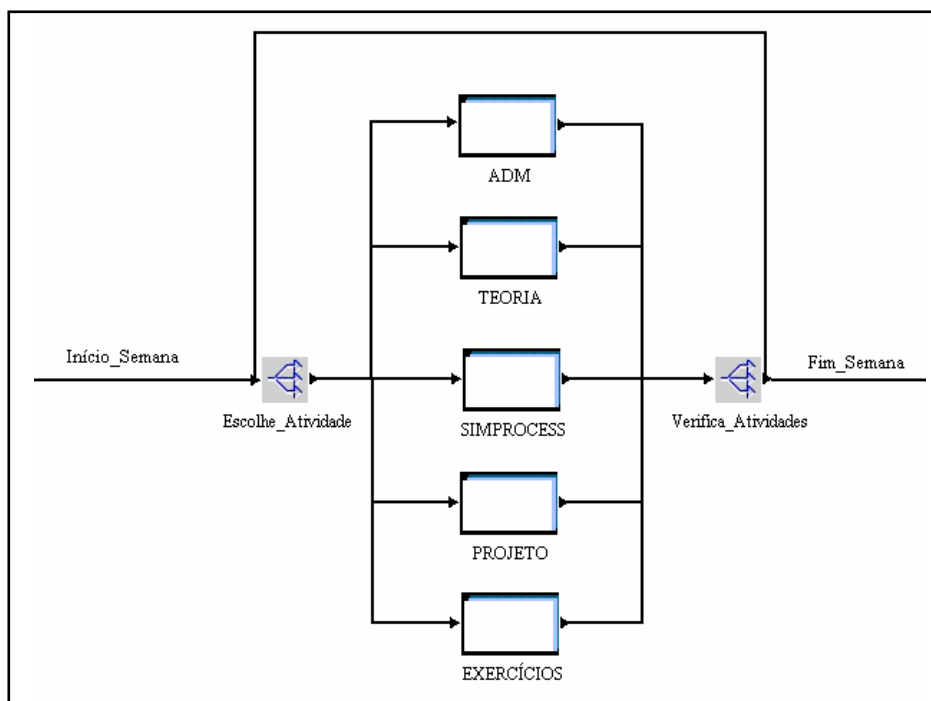


Figura 5.5 - Representação Cíclica do Modelo.

O paralelismo dos módulos facilita a visão geral das atividades, que podem ser agrupadas de forma hierárquica e dispostas na tela de acordo com a lógica definida na fase de estruturação de conteúdo.

5.2.2.2 – Elaboração de Roteiros

Qualquer implementação computacional de problemas representados por redes hierárquicas de processos ou atividades necessita da definição de um roteiro determinando a seqüência com que suas atividades serão realizadas.

Neste trabalho, os roteiros são os responsáveis por determinar qual o caminho que o aluno poderá ou deverá seguir. O Simprocess permite que os roteiros sejam definidos a partir organização gráfica dos componentes do processo e através de expressões lógicas inseridas nos atributos dos componentes do processo.

A Figura 5.6 representa parte de um roteiro determinado através da representação gráfica no Simprocess. Quando, por exemplo, o processo módulo ADM (Figura 5.5) é acessado, imediatamente o fluxo é desviado para um subnível deste processo, atingindo uma página que disponibiliza duas tarefas elementares e indivisíveis.

Quando uma dessas atividades é escolhida, o ambiente disponibiliza uma página criada pelo professor num aplicativo externo, contendo o conteúdo desta atividade. Este é o último nível do processo ADM (nó folha).

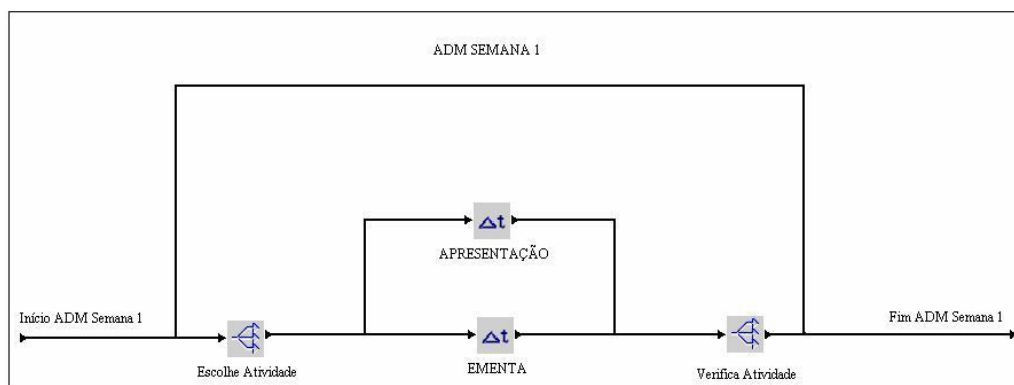


Figura 5.6 – Atividade Elementar.

A Figura 5.7 apresenta um exemplo de definição de roteiro a partir de expressões lógicas. Neste exemplo, verifica-se se o aluno obteve a nota mínima na execução de uma prova.

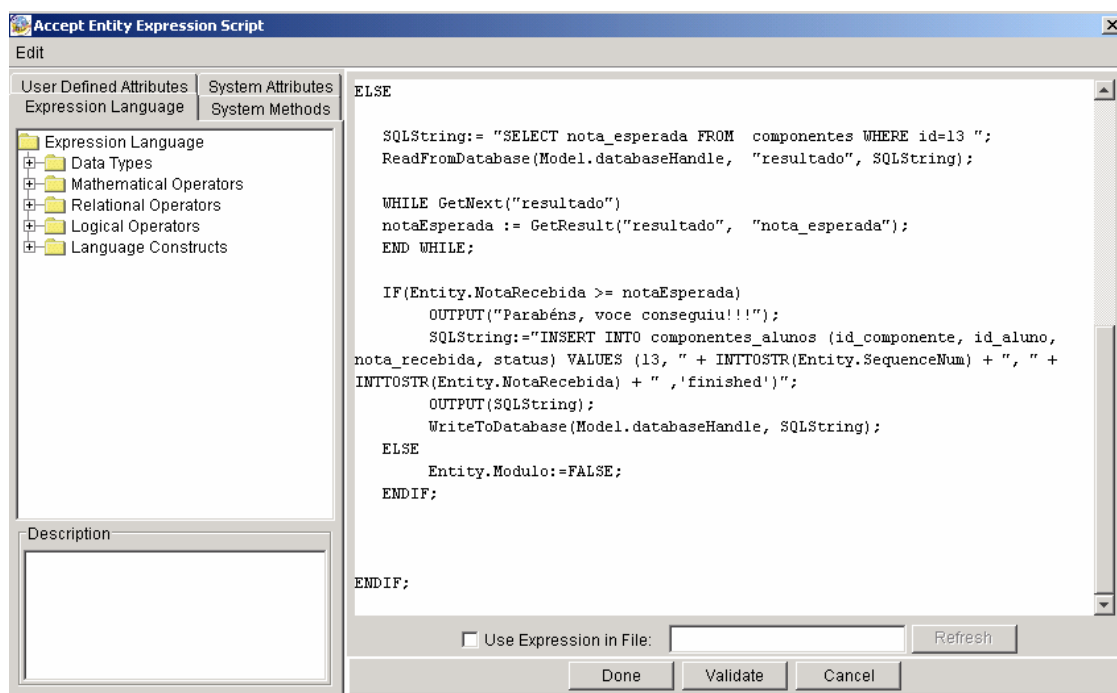


Figura 5.7 – Exemplo de Expressão para Definição dos Roteiros de Navegação.

A navegação pode ser definida pelo professor de forma flexível através da criação de roteiros, sendo que estes roteiros poderão ainda ser trilhados de forma diferenciada pelos próprios alunos, com base em seus atributos, definidos no momento de inscrição ou resultantes de avaliações realizadas durante a execução do curso, permitindo desta forma uma liberdade aparente, submetida aos controles criados pelo professor.

O ambiente pode controlar desde a publicação de páginas completas até a publicação de objetos de aprendizagem que compõem uma certa página, mas isso irá depender do aplicativo usado para a criação e o armazenamento desses objetos.

As expressões também permitem a manipulação de banco de dados, os quais poderão armazenar informações oriundas da execução do modelo para serem usadas em análises estatísticas e para monitoramento do roteiro executado pelo aluno.

5.2.3 – Inserção de Novas Funcionalidades

Todo material didático criado pelo professor deve ser armazenado numa árvore de diretórios, a qual deve representar a estruturação modular do curso. Essa árvore pode ser construída utilizando-se o *Windows Explorer* e deverá ter a aparência mostrada na Figura 5.8.

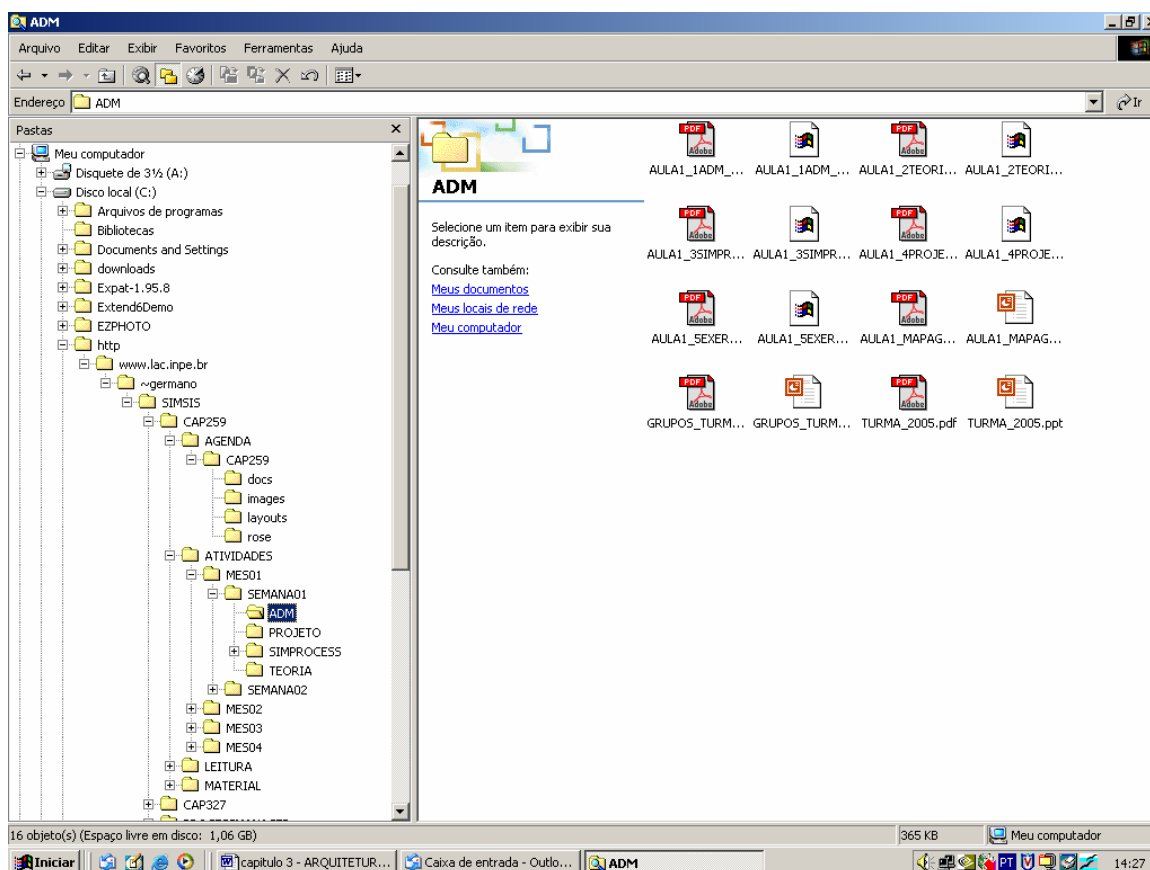


Figura 5.8 – Estrutura em Árvore do Conteúdo do Curso CAP-259.

A razão dos nomes escolhidos para esta árvore de diretórios, com denominações do tipo http, www.lac.inpe.br, ~germano, SIMSIS, está em que esta forma de denominação de diretórios facilitou a associação dos nós componentes do modelo com os endereços de URLs dos arquivos que contêm o material didático do curso. Isto decorre do fato de que estas associações são feitas no momento em que se está utilizando o Simprocess para a criação do modelo visual do curso na estação de trabalho do professor, mas o material que efetivamente será acessado pelo TelEduc precisa estar disponível na *web*. Uma

ferramenta para evitar a necessidade de se construir essa estrutura complexa está em desenvolvimento.

A ferramenta WebModelo, além de automatizar o processo de publicação do modelo na *web* através do TelEDuc, objetiva também, estruturar automaticamente a ferramenta Atividades baseando-se na estrutura do modelo criado no Simprocess. As funcionalidades previstas para a ferramenta WebModelo são as seguintes:

- O professor poderá executar o Simprocess, a partir da ferramenta WebModelo, para construir o modelo do curso (Figura 5.9). Para tanto, o Simprocess deverá estar instalado na máquina local, no diretório C:\ARQUIVOS DE PROGRAMAS\SIMPROCESS.
- O professor não precisará criar uma estrutura de árvore tão detalhada como mostrada na Figura 5.8, bastando dividir o material didático como mostrado na Figura 5.13.
- Para publicar e ativar automaticamente o modelo do curso na ferramenta Agenda do TelEduc o professor deverá, após criar e gravar o modelo no Simprocess, convertê-lo para o formato HTML, utilizando a ferramenta *Export* disponíveis no menu *File* do Simprocess. Em seguida toda a estrutura do modelo criada com a exportação do formato, deverá ser compactada. Para importar o modelo para o TelEduc o professor deverá escolher a opção Importar Agenda (Figura 5.10) e indicar qual é o arquivo de modelo do Simprocess, compactado no passo anterior. Esta ferramenta copia o arquivo compactado para o servidor do TelEduc, descompacta esse arquivo e ativa-o na ferramenta Agenda.

- Para construir automaticamente toda a estrutura do curso na ferramenta Atividades do TelEduc, o professor deverá escolher a opção Importar Atividades da ferramenta WebModelo (Figura 5.11). O professor deverá indicar qual arquivo contém o modelo criado no Simprocess. Esta ferramenta copiará o modelo para o servidor do TelEduc. O professor poderá importar vários modelos para o servidor Teleduc, mas apenas um será ativado na ferramenta Atividades. Para indicar qual modelo será ativado o professor deverá selecioná-lo a partir da opção Selecionar Modelo.

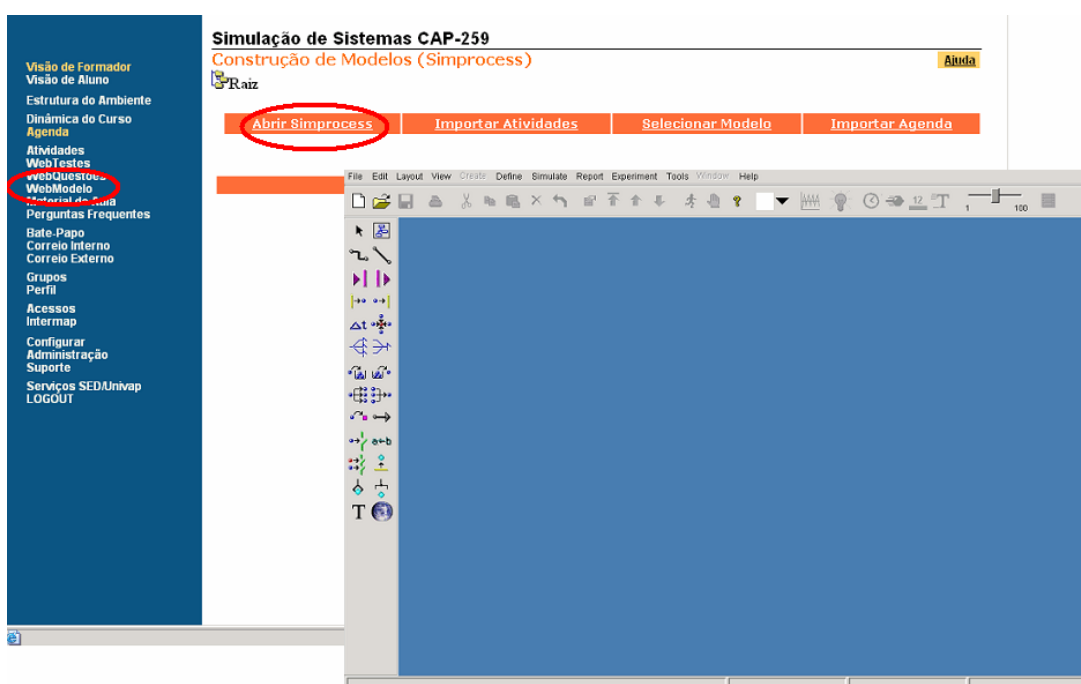


Figura 5.9 – Execução do Simprocess usando a Ferramenta WebModelo.

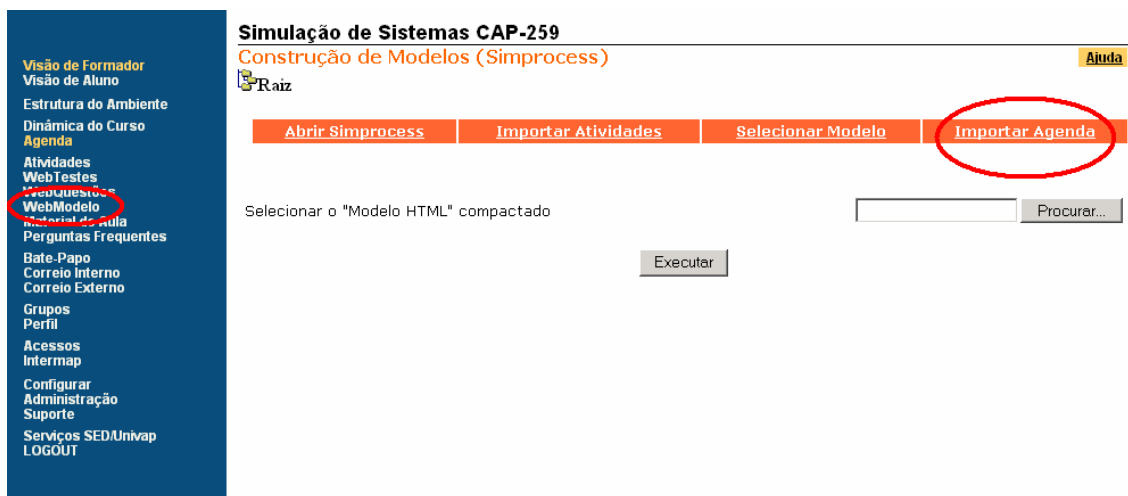


Figura 5.10 – Publicação Automática do Modelo na Ferramenta Agenda.

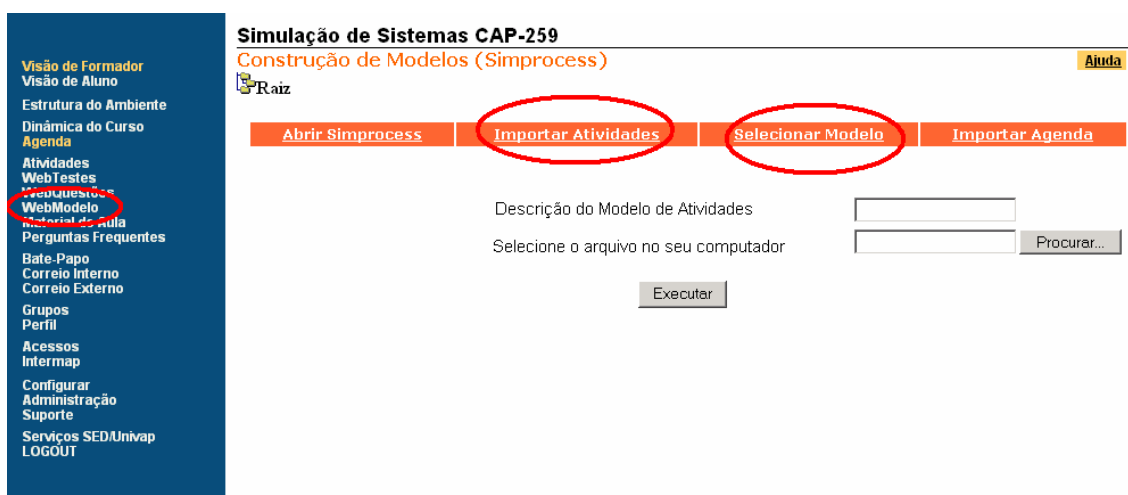


Figura 5.11 – Estruturação Automática da Ferramenta Atividades.

No momento a ferramenta WebModelo implementa parcialmente as funcionalidades descritas acima. A ferramenta permite a execução do Simprocess corretamente, possibilitando o professor criar o modelo, faz a reprodução de toda estrutura do modelo nas ferramentas Agenda e Atividades, mas não disponibiliza os arquivos anexados às tarefas elementares do modelo.

Todo o processo para a modelagem e a construção do curso de Simulação de Sistemas CAP-259, aplicando a metodologia de integração de GPSS e o ambiente *Web Course Manager* a um caso real é detalhada a seguir.

5.3 – Estudo de Caso

5.3.1 – O Curso de Simulação de Sistemas CAP-259

O estudo de caso é baseado no curso de Simulação de Sistemas CAP-259 do programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

O curso de Simulação de Sistemas CAP-259 é um curso básico disponível aos alunos de mestrado e doutorado, tem carga horária total de 52 horas, divididas em 4h de aula semanais e é oferecido no primeiro período letivo de cada ano, que corresponde aos meses de março, abril, maio e início de junho.

Os pré-requisitos necessários para a inscrição neste curso são: a) dominar o uso do computador de uma forma geral; b) possuir conhecimentos básicos de programação e desenvolvimento de sistemas.

Os objetivos do curso são: a) a compreensão do processo de modelagem para tomada de decisão usando simulação; b) a compreensão de que a criação de modelos serve à estruturação do debate, não à obtenção de respostas absolutas sobre os problemas; c) estabelecimento de paralelos da simulação com outras formas de modelagem matemática e a compreensão deste tipo de sistema com no contexto das ferramentas computacionais aplicadas à área de estudos de processos.

A Figura 5.12 fornece uma descrição da dinâmica do curso, seu público alvo e sua forma de avaliação, com base na documentação disponibilizada aos alunos nele inscritos.

Em anos anteriores o curso já vinha sendo dado com o auxílio de um *site* construído para auxiliar os alunos na consulta ao material didático e na realização de *downloads* dos programas necessários às atividades do curso. Este *site*, entretanto, não permitia nenhum tipo de interação entre os participantes, servindo apenas como repositório de páginas *web* construídas com o *Microsoft Frontpage*.

No primeiro período letivo de 2005 o curso foi completamente reestruturado pela aplicação da metodologia e do ambiente EAD propostos neste trabalho.

Partindo do princípio que os objetivos do curso e os equipamentos disponíveis eram os mesmos e que os sistemas envolvidos já estavam definidos, o primeiro passo para a reestruturação foi o planejamento do cenário pedagógico do curso.

Nesta fase, todo material didático disponível foi analisado e dividido em módulos e a metodologia de ensino foi definida. Esta fase foi concluída com a geração de um *workflow* com a estruturação modular do curso.

O *workflow* gerado foi transcrito e adaptado para o Simprocess e os arquivos contendo o conteúdo do módulo e as regras para navegação foram inseridos no modelo resultante.

O estudo de caso foi concluído pela importação do modelo CAP-259 para o TelEduc e sua disponibilização na *web*.

O processo de modelagem e construção do curso é apresentado detalhadamente nas próximas Seções.

Contexto: Este é um curso básico disponível para alunos de mestrado e doutorado.

Premissas: Este curso assume conhecimentos básicos de programação, desenvolvimento de sistemas e uso do computador em geral.

Objetivos: A compreensão do processo de modelagem para tomada de decisão usando simulação. A compreensão de que a criação de modelos serve à estruturação do debate, não à obtenção de respostas absolutas sobre os problemas. Paralelos da simulação com outras formas de modelagem matemática e com o desenvolvimento de sistemas computacionais em geral.

Valores e atitudes: Contrários a: Simulação como uma "técnica" bem definida. Confiança intrínseca nos resultados.

Favoráveis a: Modelagem para simulação como um "processo", como meio de compreensão dos problemas e ajuda à tomada de decisão. Os resultados quantitativos devem ser interpretados e criticados.

Conhecimentos almejados:

- Conceitos básicos da simulação de sistemas
- O processo de modelagem para simulação.
- Diagramas de Ciclos de Atividades.
- As diferentes formas de abordagens utilizadas na modelagem de sistemas discretos.
- Pacotes computacionais para simulação e como eles são estruturados.

Habilidades na aplicação: Formular, representar e construir modelos para simulação. Testar, executar e interpretar os resultados do modelo. Elaborar relatório final para o tomador da decisão.

Método de ensino: Duas aulas de duas horas por semana.

Avaliação:

- Um projeto consistindo de um modelo de simulação usando um pacote de software disponível. Para tanto é necessário aprendizado do pacote já nas primeiras semanas do curso. Pontuação: 35%.
- Relatório final e apresentação do modelo de simulação desenvolvido com a participação do aluno. Pontuação: 35%
- Uma prova final de conhecimentos gerais sobre a matéria do curso. Pontuação: 30%.

Figura 5.12 – Dinâmica do Curso CAP259.

5.3.2 – O Projeto e a Estruturação Modular do Material Didático

Uma vez confirmados os equipamentos disponíveis, os objetivos do curso, o público alvo, e a metodologia a ser empregada, o projeto para a implantação do novo curso de Simulação de Sistemas passou para a fase de estruturação do material didático.

A estruturação do material didático se faz necessária, pois o projeto visa a construção de um material que se adeque a metodologia de integração e gestão de processos e ao ambiente *Web Course Manager*, propostos nesta pesquisa.

Na fase de estruturação foram analisados os conteúdos utilizados em versões anteriores do curso e novos conteúdos disponíveis na literatura. Em seguida foi estabelecida uma ementa e o material didático dividido em módulos de atividades e seus respectivos materiais de apoio, organizados da seguinte forma:

- Módulo ADM – relacionado com a organização do curso;
- Módulo TEORIA – relacionado com o conteúdo teórico;
- Módulo SIMPROCESS – relacionado com o ensino do software de simulação Simprocess;
- Módulo PROJETO – relacionado com a implementação de um modelo de simulação como projeto final executado em grupo;
- Módulo EXERCÍCIOS – contendo exercícios práticos executados durante a aula ou na forma de lista de exercícios para casa.

Os módulos assim definidos foram agrupados em aulas, semanas e meses, e dispostos em uma estrutura do tipo árvore, pela criação de um conjunto de diretórios de pastas e arquivos (Figura 5.13), o que auxiliou a organização e o armazenamento do material. A divisão foi feita em módulos que utilizam o tempo como base principal, porém qualquer tipo de divisão por linhas mestras de assuntos componentes da matéria do curso pode ser utilizada.

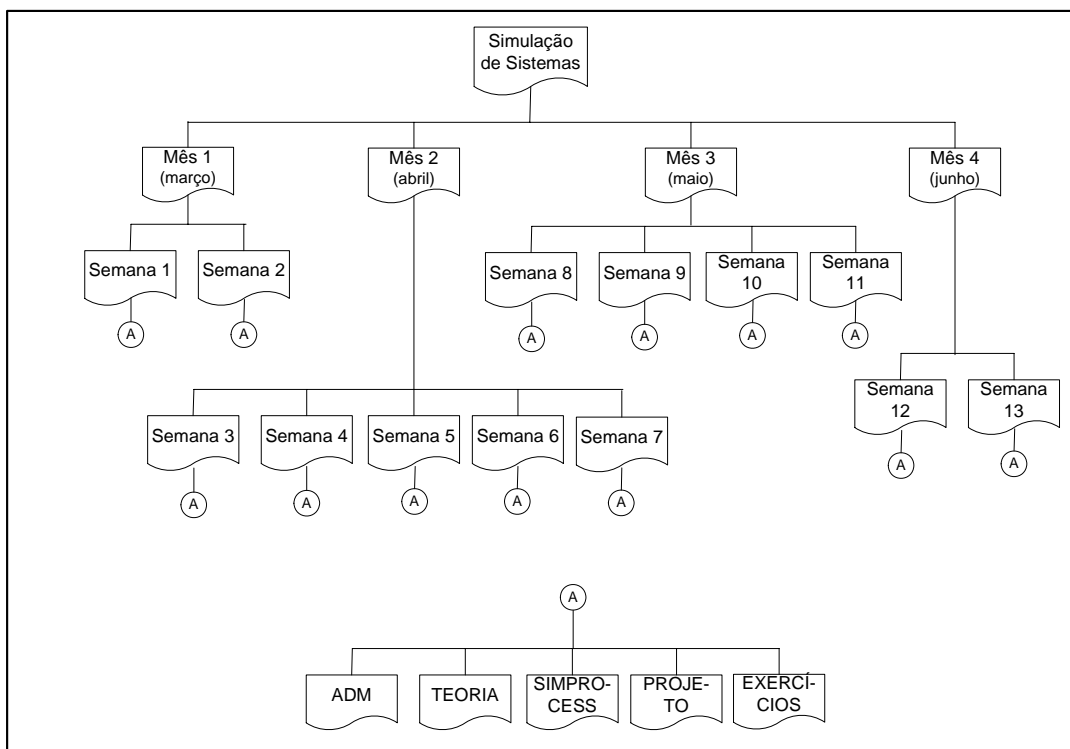


Figura 5.13 – Organização do Conteúdo do Curso.

O próximo passo foi a modelagem de um *workflow* para ilustrar a estrutura modular e definir o fluxo das atividades durante a execução do curso. Esta modelagem se baseia na técnica descritas por Sizilio.

A modelagem de *workflow* descrita em Sizilio (2000) considera que os módulos de um curso podem ser executados em paralelo ou em seqüência aleatória e, que cada módulo é composto por processos. Os processos integram a) os agentes, responsáveis pela execução das atividades; b) os recursos, necessários para a execução das mesmas. Os processos são ainda compostos por tarefas, supertarefas e multitarefas.

As tarefas definidas para o modelo estão alocadas em duas fases distintas: fase de autoria ou modelo de autoria e fase de execução ou modelo de execução. Este trabalho limita-se a discutir somente a fase de execução, partindo do princípio que o aluno está regularmente matriculado no curso e apto para cursá-lo. A modelagem apresentada a seguir refere-se ao *workflow* de execução para o curso CAP-259, de acordo com a modularização apresentada anteriormente na Figura 5.13.

De acordo com a Figura 5.14, inicialmente é executada a tarefa matricular aluno (*template* T2.1). A conclusão da tarefa T2.1 aciona a super-multitarefa executar módulo (mês 1) (detalhada na Figura 5.15). A conclusão de todas as supertarefa-multitarefas dispara a tarefa submeter aluno a avaliação final (*template* T2.15), e, finalmente, a conclusão desta tarefa dispara a tarefa registrar conclusão do curso (*template* T2.16), encerrando a execução do *workflow*.

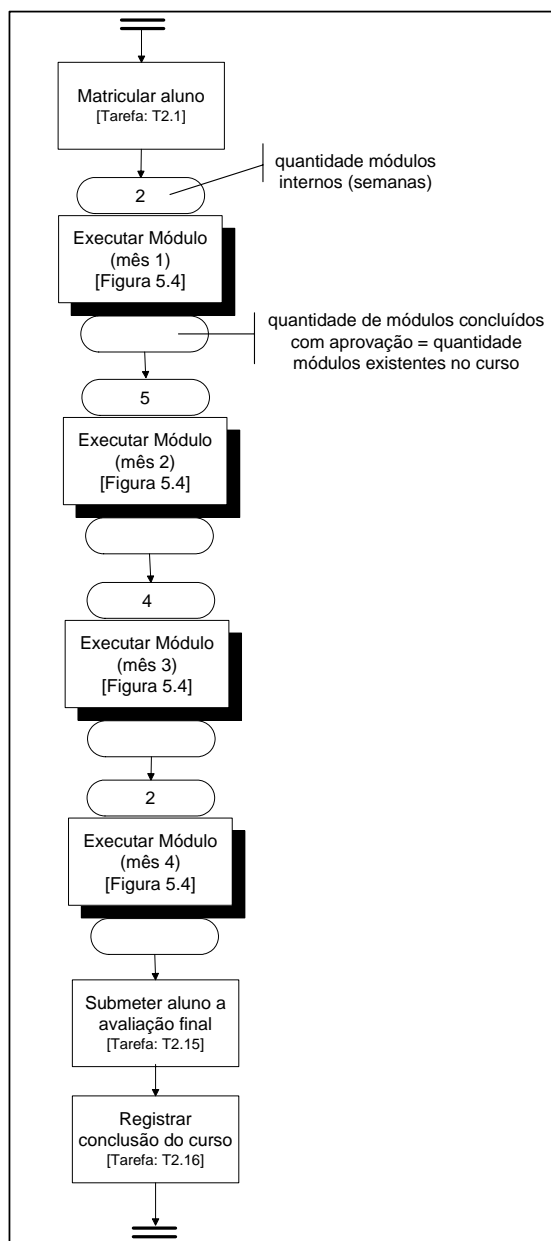


Figura 5.14 – *Workflow* de Execução para o Curso CAP-259.

A super-multitarefa executar módulo (Figura 5.15) é idêntica para todos os meses em que o conteúdo do curso foi dividido, exceto pelo número de repetições que ocorrem de acordo com a quantidade de semanas que compõem o referido mês. A super-multitarefa executar módulo tem início com a analisar progresso do aluno sobre conclusão do módulo (*template* T.2.2), dando acesso ao restante das tarefas inerentes ao módulo apenas se o mesmo ainda não tiver sido executado com aprovação. Em seguida é acionada a tarefa submeter avaliação inicial (*template* T.2.3). Esta tarefa submete o aluno a uma avaliação que abrange todo o conteúdo do mês. A checagem da nota tirada pelo aluno é feita na tarefa analisar resultado avaliação inicial (*template* T.2.4). Se o aluno tirar uma nota acima da média pré-estabelecida será imediatamente registrado que o aluno concluiu com sucesso todos os módulos do mês em questão (*template* T2.6) e o aluno será encaminhado para a tarefa verificar próximo módulo (*template* T.2.8). esta tarefa verificará que o aluno concluiu totalmente os módulos do mês. Mas se o aluno não atingir média deverá executar a tarefa estudar o conteúdo do módulo (Figura 5.16).

Após o aluno executar a supertarefa estudar conteúdo do curso, seu desempenho será analisado (*template* T2.5) e caso o aluno atinja a média pré-estabelecida, o mesmo terá sua aprovação parcial registrada em seus arquivos (*template* T2.6) e o mesmo será encaminhado para o próximo módulo, se houver (*template* T2.8). Caso o aluno não atinja a média pré-estabelecida, ele terá sua não aprovação registrada em seus arquivos (*template* T2.7) e poderá iniciar o módulo novamente.

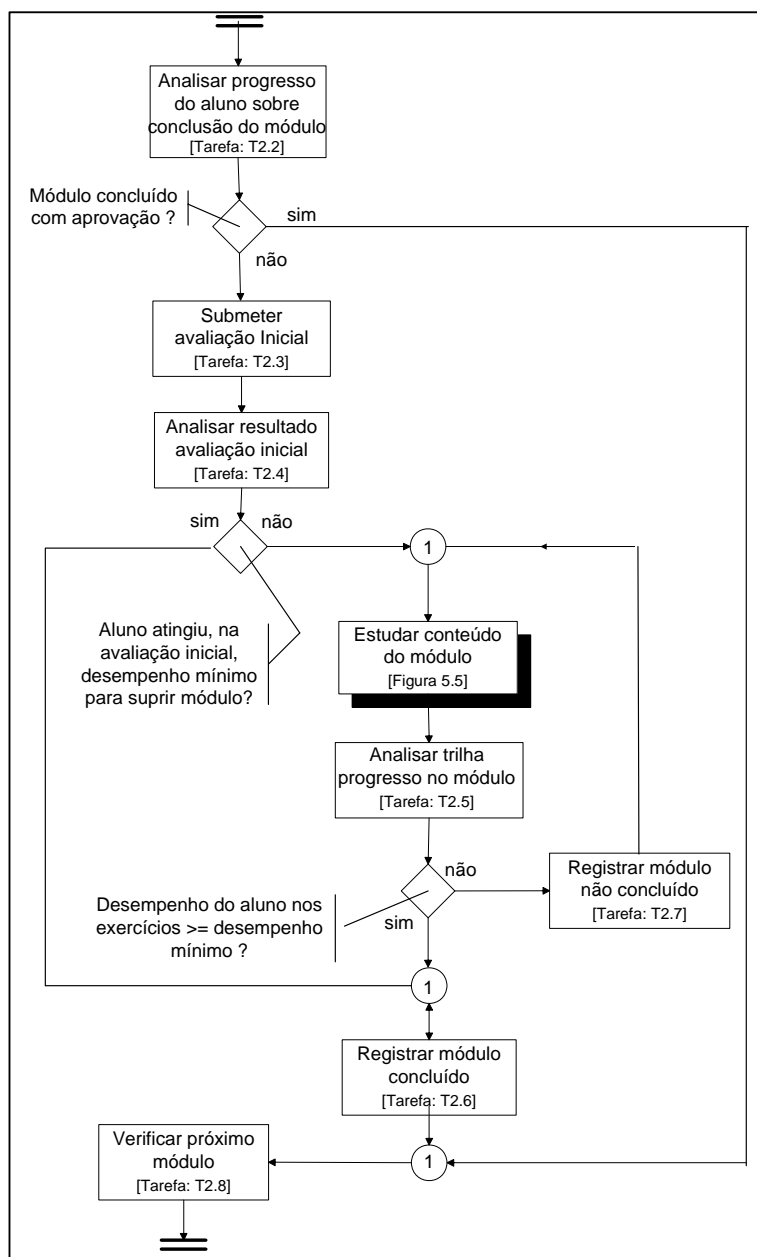


Figura 5.15 – Super- Multitarefa “Executar Módulo”.

A atividade estudar conteúdo do curso é uma supertarefa (Figura 5.16) e tem início com o acionamento, em paralelo, das tarefas: a) leitura do material – ADM (*template* T2.9); b) leitura do material – TEORIA (*template* T2.10); c) leitura do material – SIMPROCESS (*template* T2.11); d) implementação – PROJETO (*template* T2.12); e) elaboração – EXERCÍCIOS (*template* T2.13). Após a conclusão de qualquer uma dessas atividades, a tarefa atualizar trilha de progresso (*template* T2.14) é acionada. Em

seguida é executada a tarefa analisar trilha de progresso (*template 2.5*) e enquanto o aluno não tiver obtido uma nota aceitável na tarefa elaboração – EXERCÍCIOS (*template 2.13*), ele deverá refazer a supertarefa estudar conteúdo do módulo. Quando o aluno obtiver ao menos a nota mínima na tarefa T.2.13 a tarefa registrar módulo concluído (*template 2.6*) será acionada e conseqüentemente disparará a tarefa verificar próximo módulo (*template 2.6*).

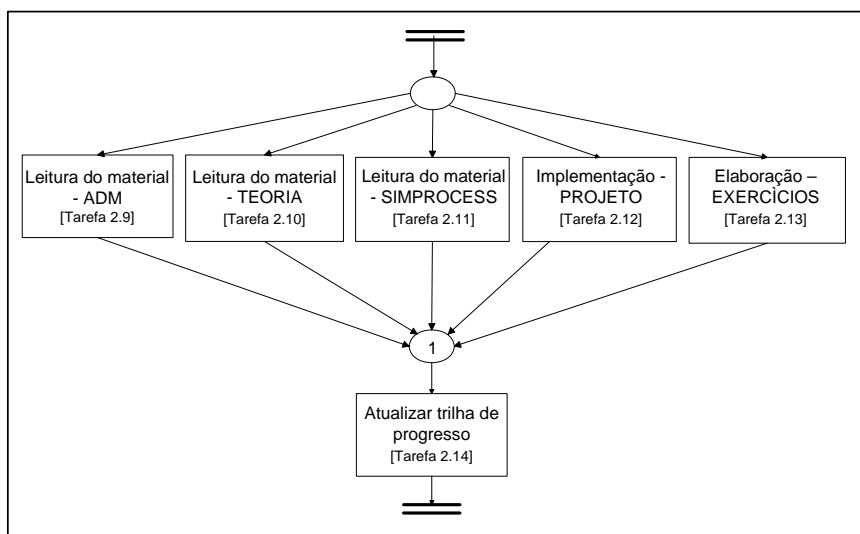


Figura 5.16 – Supertarefa “Estudar conteúdo do Módulo”.

Os templates referentes as tarefas do modelo de *workflow* apresentado nas Figuras 5.14, 5.15 e 5.16 são detalhados no Anexo E.

5.3.3 – A Elaboração do Modelo do Curso com o Simprocess

Para a construção do material didático propriamente dito, isto é, das páginas de texto, das apresentações e dos outros tipos de mídia que compõem o conteúdo do curso, o professor precisa lançar mão dos aplicativos com os quais ele já se encontrava familiarizado, já que o ambiente proposto não dispõe (não faz parte do projeto) de nenhum editor específico para auxiliá-lo nestas tarefas.

A maioria do material elaborado para o curso de Simulação de Sistemas foi digitalizado com o *Microsoft Word* e com o *Microsoft Power Point* e convertido para o formato *Portable Document Format* (PDF). Os arquivos foram armazenados em uma árvore de diretórios, construída com o *Microsoft Explorer*, como indicada na Figura 5.8.

A construção do modelo do curso no Simprocess baseado na modelagem de *workflow* apresentadas nas Figuras 5.14, 5.15 e 5.16 e na Tabela de conversão mostrada na TABELA 5.1, foi o próximo passo.

Durante o processo de construção do modelo foram definidos os roteiros, a partir da inserção de expressões lógicas nos atributos dos componentes do processo.

As expressões também permitem a manipulação de banco de dados, os quais podem armazenar informações oriundas da execução do modelo para serem usadas na definição de roteiros adaptáveis, em análises estatísticas e para monitoramento do roteiro executado pelo aluno.

Neste estudo de caso, as expressões que definem os roteiros de navegação se baseiam em informações armazenadas em um banco de dados, possibilitando com isso a geração de roteiros flexíveis e adaptáveis às características de cada aluno.

Para integrar o Simprocess a um banco de dados, deve-se em primeiro lugar adicionar um *drive* para o padrão banco escolhido, na Fonte de Dados ODBC da Ferramenta Administrativa do sistema operacional Windows (Figura 5.17). Neste trabalho foi escolhido o Banco de Dados *Microsoft Access*, mas qualquer outro padrão poderia ser utilizado.

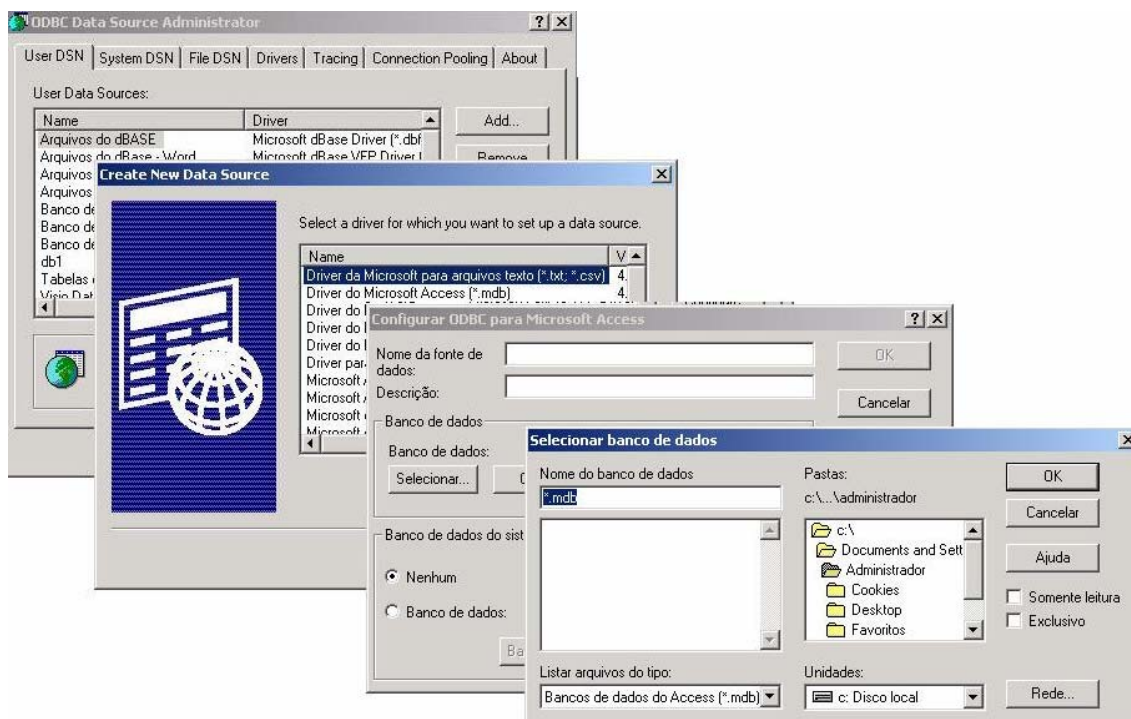


Figura 5.17 – Configuração da Fonte de Dados do Usuário.

Outro aspecto interessante, proporcionado pelo uso de um banco de dados integrado ao do simulador, é a possibilidade de se coletar e armazenar dados durante a execução do modelo. A posterior manipulação dessas informações possibilitará a análise de desempenho do modelo e conseqüentemente sua reestruturação gradual, visando a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

A Figura 5.18 apresenta o primeiro processo (nó Pai) do curso CAP-259 construído como Simprocess.

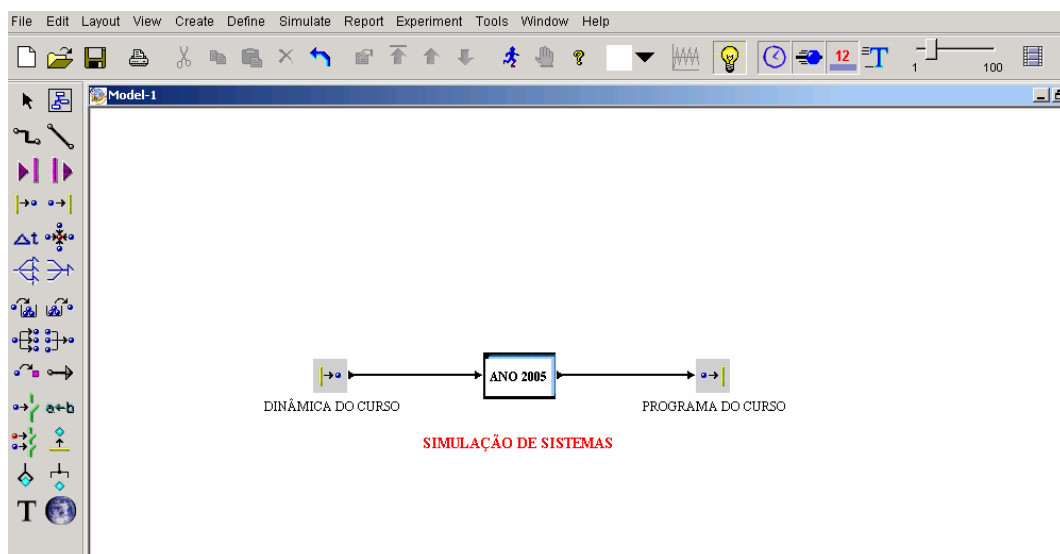


Figura 5.18 – Tela Inicial do Curso CAP-259.

A próxima fase, depois de findada a fase de construção do modelo e definição dos roteiros no Simprocess, é publicar o modelo na *web* através do TelEduc.

5.3.4 – A Publicação do Conteúdo no TelEduc

A primeira etapa para publicação do modelo do curso na *web* consiste em transformar o modelo construído no Simprocess em páginas HTML estruturadas, utilizando-se uma funcionalidade disponível no sistema (exportar documentação em formato HTML).

Em seguida deve-se copiar e transpor toda a árvore de arquivos, através do uso de aplicativos baseados em protocolos de transferência de arquivos do tipo SSH, para um servidor *web* passível de acesso pelo sistema TelEduc. Este servidor não precisa ser necessariamente o mesmo no qual este sistema está instalado. A Figura 5.19 mostra este processo de transferência da estrutura de arquivos da estação local do professor para a área pública do mesmo no servidor *web*.

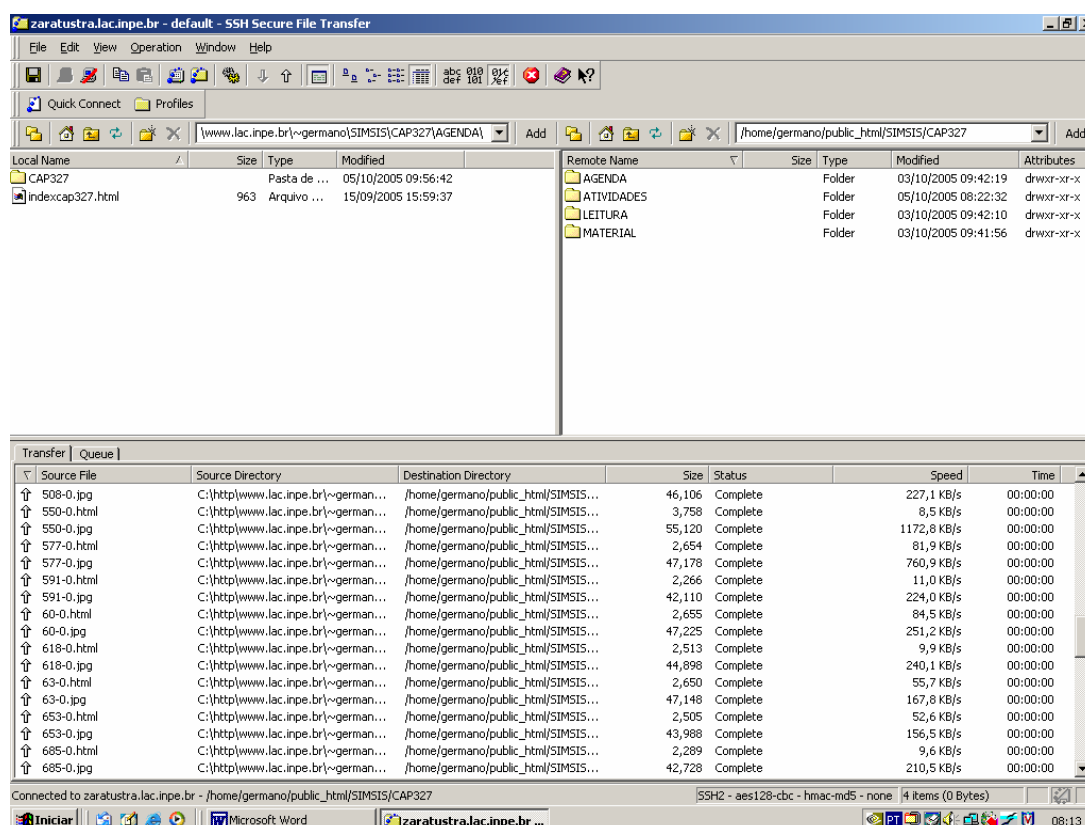


Figura 5.19 – Transferência da Estrutura em Árvore.

O modelo gráfico do curso assim exportado é carregado no TelEduc no local destinado à Agenda, o que proporciona uma visão geral do conteúdo do curso. Um conjunto completo e “navegável” de agendas semanais fica definido desde o início e estas ficam associadas a seus respectivos componentes, em lugar de se ter uma agenda semanal única baseada em uma página de texto, que necessita ser atualizada a cada semana, conforme a utilização anterior do sistema.

Caso o professor queira detalhar ainda mais as atividades contidas no modelo, poderá utilizar a ferramenta Atividades do TelEduc para incluir textos explicativos para orientar seus alunos sobre a melhor forma de utilização dos arquivos (Figura 5.20). O professor tem que executar todo esse processo manualmente, criando uma estrutura de árvore semelhante a da Figura 5.13.

CAP 259 - Simulação de Sistemas

Atividades Ajuda

Raiz >> CAP259 - SIMULAÇÃO DE SISTEMAS >> MÊS1 (MARÇO) >> SEMANA1

Atividades	Nova Atividade	Nova Pasta	Lixeira															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Atividade</th> <th>Data</th> <th>Compartilhar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 - AULA_1_2_TEORIA</td> <td>15/03/2005</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 - AULA_1_3_SIMPROCESS</td> <td>15/03/2005</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 - AULA_1_4_PROJETO</td> <td>15/03/2005</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 - AULA_1_1_ADM</td> <td>15/03/2005</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Atividade	Data	Compartilhar	1 - AULA_1_2_TEORIA	15/03/2005		2 - AULA_1_3_SIMPROCESS	15/03/2005		3 - AULA_1_4_PROJETO	15/03/2005		4 - AULA_1_1_ADM	15/03/2005	
Atividade	Data	Compartilhar																
1 - AULA_1_2_TEORIA	15/03/2005																	
2 - AULA_1_3_SIMPROCESS	15/03/2005																	
3 - AULA_1_4_PROJETO	15/03/2005																	
4 - AULA_1_1_ADM	15/03/2005																	

Figura 5.20 – Ferramenta Atividades do TeLEDuc.

A ferramenta WebModelo, como citado no item 5.3, está em desenvolvimento para automatizar o processo de publicação do modelo na ferramenta Agenda e a estruturação do curso na ferramenta Atividades.

O próximo item aborda as potencialidades que poderão ser alcançadas a partir da aplicação dos procedimentos descritos neste Capítulo para a construção de um curso a distância utilizando o Simprocess e o TeLEDuc.

5.4 – Análise de Desempenho

Um modelo simplificado, baseado no *workflow* apresentado na Figura 5. 15, e um banco de dados *Microsoft Access* serão utilizados para ajudar a ilustrar as potencialidades obtidas a partir do uso do simulador.

A simulação do modelo é executada com o intuito de se analisar o seu desempenho e, consequentemente, o desempenho do processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, os dados coletados podem ser armazenados em um banco de dados e utilizados posteriormente para realizar análises estatísticas e/ou para compor relatórios.

No estágio de desenvolvimento atual a análise de desempenho é feita como um estudo de simulação tradicional, com dados estimados. O uso da arquitetura integrada GPSS permitirá no futuro que os dados coletados em tempo real, a partir da execução do modelo do curso, sejam utilizados e que os resultados desta sejam aplicados para a melhoria do modelo do curso efetivamente realizado.

A Figura 5.21 esboça os relacionamentos entre as Tabelas criadas no banco de dados *Access* para o armazenamento das informações utilizadas na definição dos roteiros e análise de desempenho do modelo simplificado.

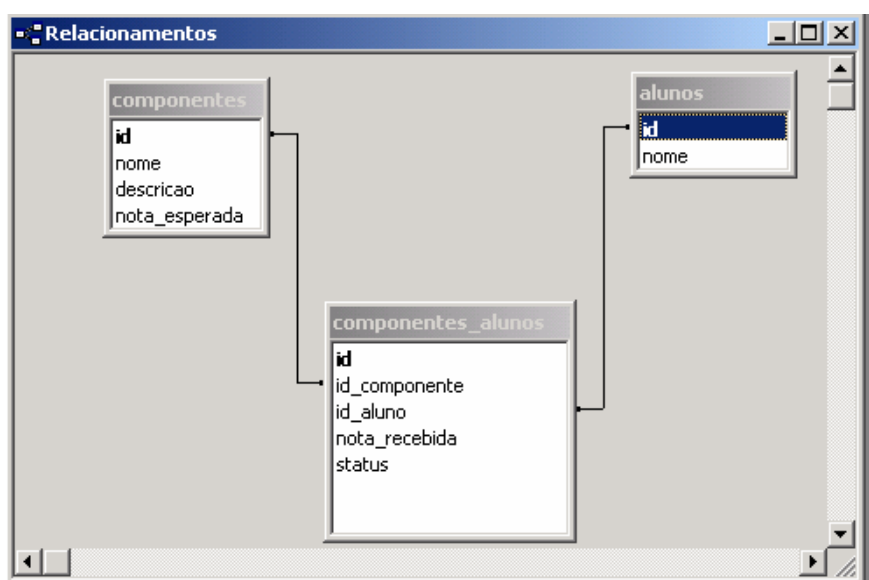


Figura 5.21 – Relacionamento das Tabelas do Modelo Simplificado.

A partir da execução do modelo, o aluno pode iniciar a navegação visando a construção do conhecimento. Essa navegação emana uma liberdade aparente, pois o aluno está sendo monitorado todo o tempo e não tem total liberdade nas escolhas. Sua liberdade está amarrada às regras definidas pelo professor, as quais estão embutidas nos componentes dos processos.

Uma visão geral do modelo simplificado implementado na interface gráfica do Simproces é apresentada na Figura 5.22.

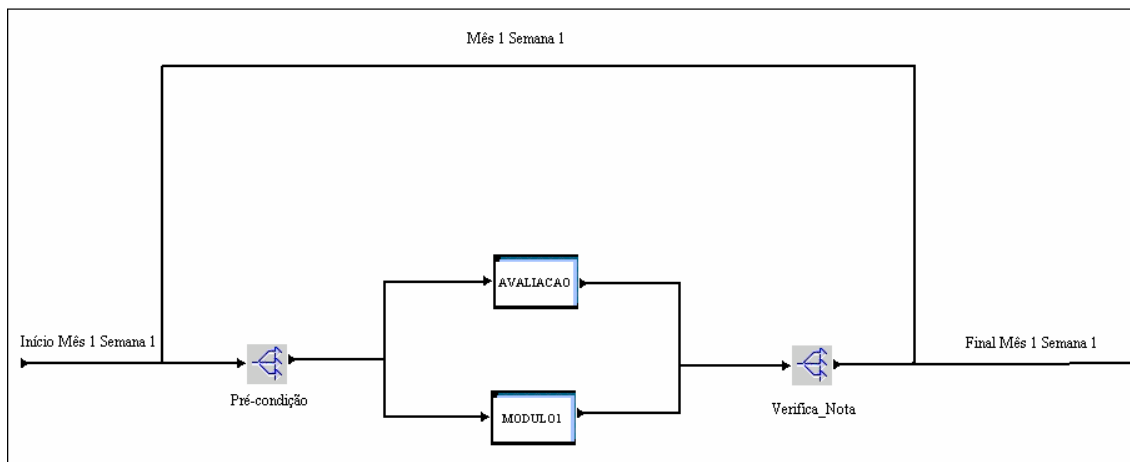


Figura 5.22 – Layout do Modelo Simplificado.

Quando o modelo é executado, o ambiente verifica se o aluno (entidade gerada) nunca havia cursado com sucesso tal módulo. Essa verificação é feita a partir da expressão apresentada na Figura 5.23, que analisa se o aluno possui ou não uma nota anterior na Tabela Componentes_Alunos.

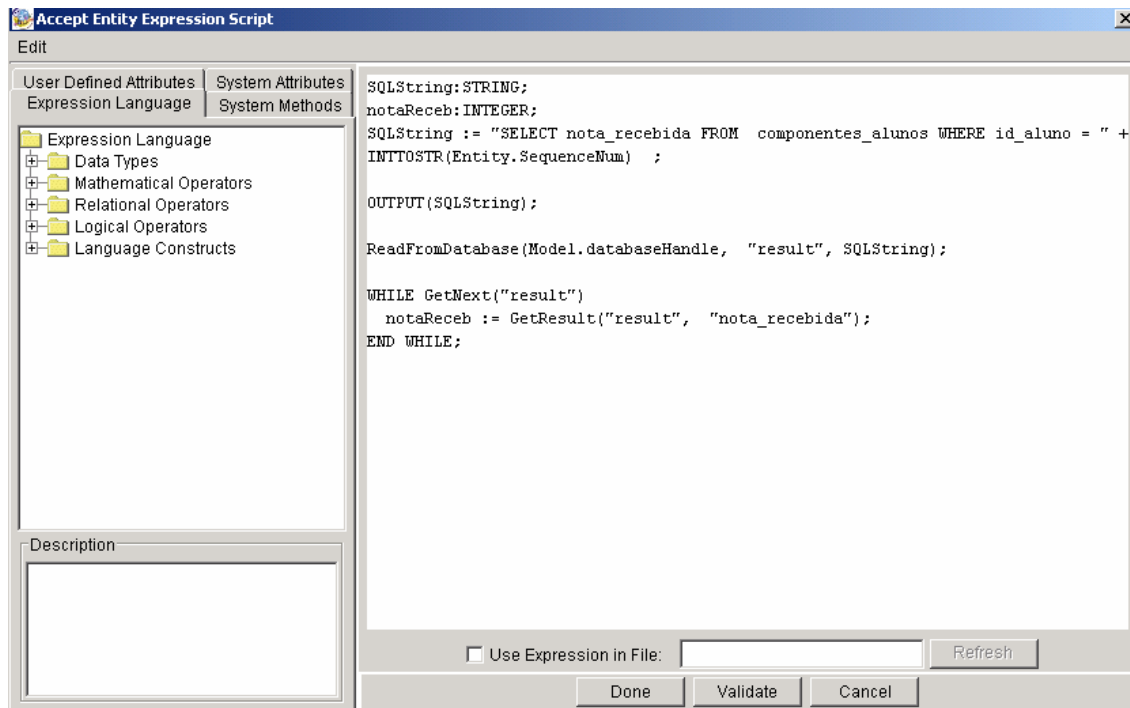


Figura 5.23 – Lê Nota do Aluno no Módulo Corrente.

Se o aluno possuir uma nota anterior, abaixo da nota esperada (Tabela componentes), poderá cursar novamente o módulo. Se o aluno tiver uma nota acima ou igual a nota esperada, será conduzido ao próximo módulo. Se o aluno não possuir nenhuma nota, é sinal de que essa é a primeira vez que o mesmo está cursando este módulo, portanto ele será encaminhado para a avaliação inicial.

Nesta avaliação inicial são testados os conhecimentos do aluno com relação a todos os temas discutidos no conteúdo da semana.

Se o aluno obtiver uma nota igual ou superior a nota esperada não necessitará realizar as atividades correspondentes a este módulo, sua nota e um *status* de finalização do módulo serão armazenados no banco de dados, em seguida o aluno será encaminhado para o próximo módulo. Se o aluno não obtiver, pelo menos, a nota mínima, terá que cursar o módulo. A Figura 5.24 apresenta parte das expressões empregada na definição desta estratégia.

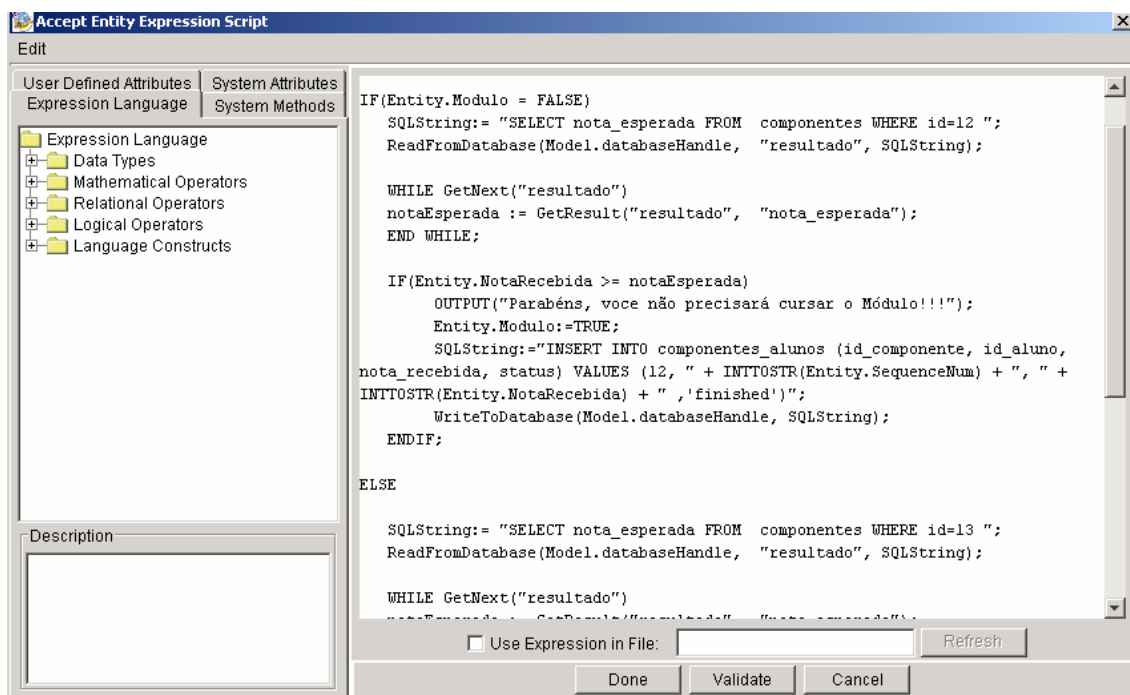


Figura 5.24 – Verifica Nota na Avaliação Inicial e Define Atividades.

Ao acessar o processo MÓDULO 1 (Figura 5.22), o aluno receberá a opção de navegar pelos cinco subprocessos mostrados na Figura 5.25.

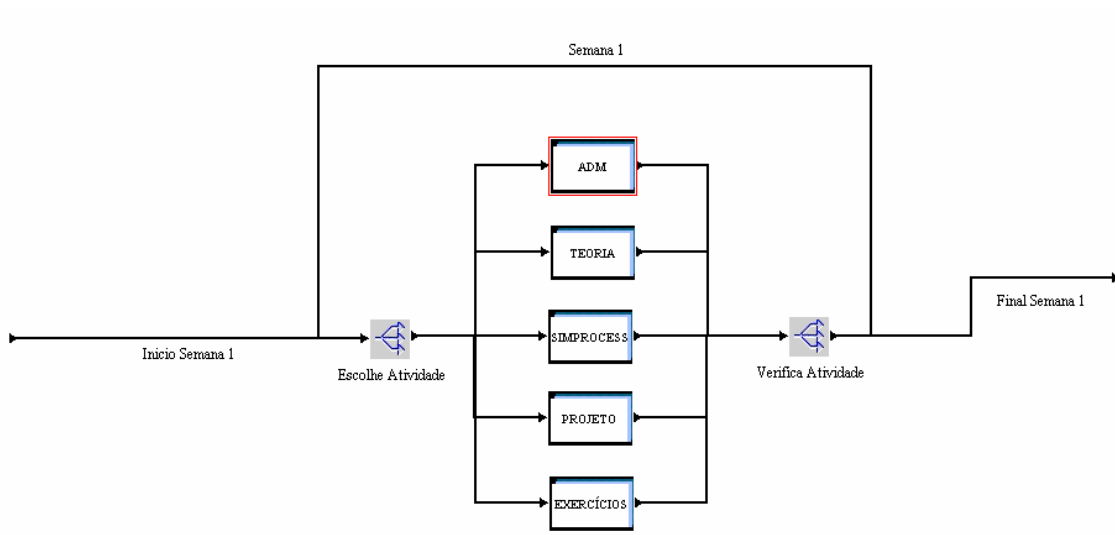


Figura 5.25 - Subprocessos do Processo MÓDULO1.

Cada um desses subprocessos é um nó folha, armazenando um arquivo que contém o conteúdo do tema correspondente.

Supondo que o aluno acesse o processo ADM, as atividades elementares APRESENTAÇÃO e PROGRAMA serão a ele disponibilizadas. A Figura 5.26 apresenta as atividades elementares do processo ADM.

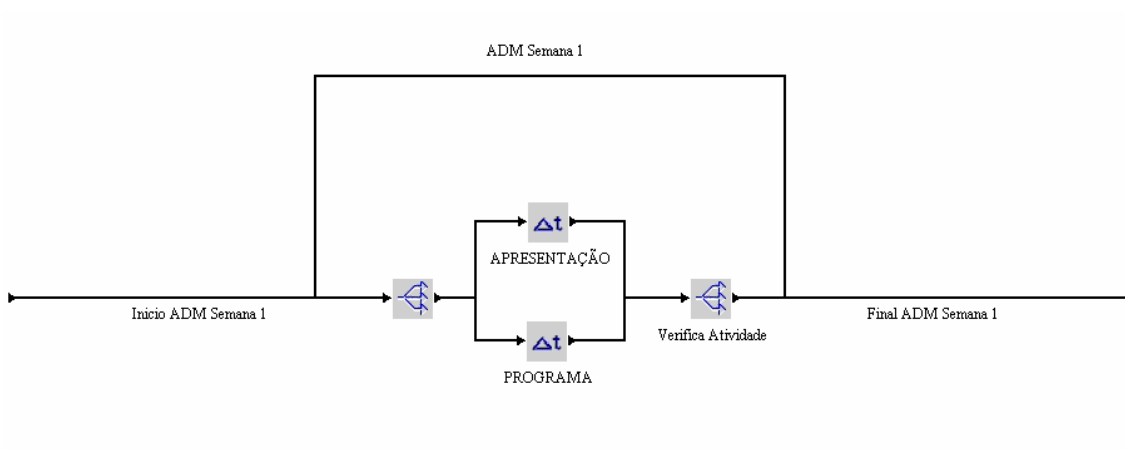


Figura 5.26 – Atividades Elementares do Processo ADM.

Caso o aluno escolha a atividade APRESENTAÇÃO ele não será direcionado para nenhum outro subprocesso, pois a atividade APRESENTAÇÃO é uma tarefa elementar, indivisível (nó folha). Neste caso o aluno receberá o conteúdo da aula, neste caso armazenado em um arquivo do tipo PDF. O conteúdo da atividade APRESENTAÇÃO pode ser visto na Figura 5.27.

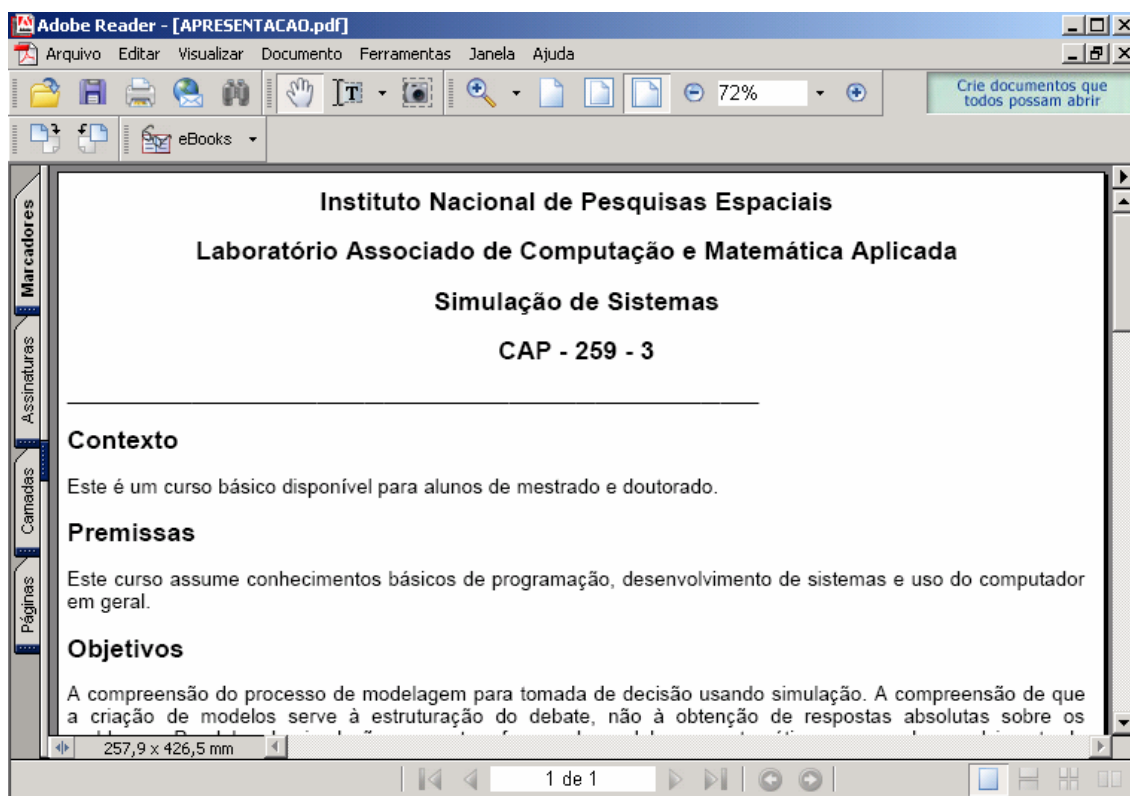


Figura 5.27 – Conteúdo da Atividade Elementar do Módulo ADM.

O texto mostrado na Figura 5.27, corresponde portanto, ao conteúdo da APRESENTAÇÃO das atividades administrativas (ADM) do MÓDULO 1.

O aluno poderia, após ler o texto sobre a apresentação do curso, acessar os EXERCÍCIOS, ou outra atividade a sua escolha, até finalizar o módulo.

O trajeto executado pelo aluno é todo armazenado no banco de dados. A Figura 5.28 apresenta o trajeto descrito nos parágrafos anteriores., onde o aluno em monitoramento recebeu código (id_aluno) 1.

componentes_alunos : Tabela					
	id	id_component	id_aluno	nota_recebida	status
	109	12	1	56	open
	110	13	1		open
	111	14	1		open
	112	16	1	75	close
*	.utoNumeração)	0	0	0	

Figura 5.28 – Roteiro Executado pelo Aluno 1.

O roteiro executado pelo aluno 1 pode ser totalmente traçado a partir da análise dos dados armazenados na Tabela da Figura 5.28. Nota-se que o aluno tirou 56 pontos na avaliação inicial (id_componnte=12). e como a nota mínima necessária era 60, ele foi direcionado a estudar o conteúdo do MÓDULO 1 (id_componnte=13). O aluno executou a tarefa ADM (id_componnte=14). O *status* do módulo só foi fechado quando o aluno 1 executou sua série de exercícios (id_componnte=16). e obteve nota 75, com isso o aluno foi direcionado para o próximo módulo.

Portanto, todos os passos dados pelos alunos podem ser direcionados e monitorados. O trajeto feito pode ser registrado em um banco de dados e passar por análises, as quais poderão ajudar o professor a gerenciar o processo de ensino-aprendizagem.

O professor pode, por exemplo, querer analisar o grau de dificuldade de uma certa tarefa dada. Para isso, geralmente, tem-se que observar o aproveitamento de todo o grupo nesta tarefa. Um exemplo disso pode ser observado analisando-se a Figura 5.29. A Figura demonstra que o aluno de código 1, realizou as tarefas correspondentes ao módulo 1 três vezes. O aluno de código 2 realizou apenas uma vez. O aluno de código 3 não teve necessidade de cursá-lo e o aluno de código 4 cursou uma única vez este módulo. A partir destes valores o professor poderá julgar que a prova inicial está muito difícil, pois somente um aluno conseguiu superá-la, podendo com isso, diminuir seu grau de complexidade, alterando seu conteúdo.

	id	id_component	id_aluno	nota_recebida	status
	109	12	1	56	open
	110	12	2	65	open
	111	12	3	75	close
	112	12	4	69	open
	113	13	1	65	open
	114	13	1	66	open
	115	13	1	80	close
	116	13	2	85	close
	117	13	4	81	close
*	.utoNumeração)	0	0	0	

Figura 5.29 – Tabela Componentes_Alunos.

A execução do modelo pode ainda prover ao professor a experimentação de cenários e a identificação de pontos críticos no modelo. Baseado nas informações coletadas o professor poderá ajustar gradualmente o modelo, proporcionando melhorias ao mesmo.

Os exemplos citados neste item foram construídos utilizando-se dados estimados, gerados pela execução tradicional do modelo no simulador Simprocess. A partir do momento que o ambiente *Web Course Manager* estiver totalmente implementado, dados reais poderão ser utilizados e diversas outras análises poderão ser levantadas pelo professor ou poderão ser indicadas pelo simulador, a partir da aplicação das técnicas de gerenciamento de processos inerentes em sua arquitetura.

O Simprocess possibilita a dimensão preditiva tão necessária para fazer do BAM uma completa solução para medição de performance. O uso de simulação como um serviço em SOA torna fácil a integração e o uso de modelos do Simprocess como modelos de ferramentas BAM disponíveis comercialmente, pois conforme citado no Capítulo 3 (Plataformas de Desenvolvimento), o simulador poderá ainda prover informações para aplicações externas com o intuito de melhorar o desempenho do modelo e conseqüentemente melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Futuramente, outras funcionalidades do simulador, como controle de recursos, sincronização e geração de relatórios, poderão ser exploradas pelo ambiente, ampliando o número de ferramentas disponíveis para o professor gerenciar seu curso no ambiente *Web Course Manager*.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

6.1 – Considerações Iniciais

A principal finalidade deste trabalho foi apresentar uma metodologia e uma arquitetura inovadoras para o desenvolvimento de um ambiente para EAD que utiliza técnicas de Gestão de Processos e de Simulação de Sistemas, para auxiliar o professor nos procedimentos de elaboração, execução e monitoramento do processo de ensino-aprendizagem, visando a disponibilização de material educacional na Internet.

A metodologia proposta visa à estruturação e a construção do conteúdo didático por meio de uma interface gráfica amigável que faz uso da tecnologia de *workflow* e a sua disponibilização na Internet sob a forma de material de auxílio a aulas presenciais ou de cursos completos para EAD.

Os fundamentos de uma abordagem integrada envolvendo técnicas de gestão de processos e de simulação de sistemas foram descritos e aplicados na proposta de uma arquitetura de um ambiente de apoio à educação a distância que utiliza a Internet como seu veículo de divulgação.

Como plataformas básicas para o desenvolvimento do sistema de gestão da aprendizagem, optou-se pelo uso dos sistemas de Ensino a Distância TelEduc e do sistema de simulação Simprocess. A primeira por ser uma plataforma gratuita, de fácil uso, com código aberto e muito utilizada nas instituições de ensino brasileiras. O segundo por apresentar funcionalidades avançadas que permitem a aplicação da abordagem integrada proposta, usando gestão de processos e simulação.

A metodologia e um protótipo do ambiente proposto já se encontram parcialmente desenvolvidos e estão sendo utilizados pelo professor e pelos alunos, como ferramenta de apoio no Curso CAP-259 do programa de pós-graduação do INPE.

A viabilidade da utilização da metodologia integrada proposta ficou demonstrada, bem como o uso TelEduc e do sistema de simulação Simprocess como plataformas para implementação do ambiente de apoio a esta metodologia.

A continuação da pesquisa explorará as funcionalidades próprias do simulador e sua utilização como interface de monitoramento em tempo real dos cursos, visando analisar estatísticas coletadas durante a execução do processo de ensino-aprendizagem. Isto permitirá uma melhor gestão do conteúdo educacional e o seu aperfeiçoamento do ponto de vista do educador.

As Seções seguintes examinam em detalhes cada um destes resultados gerais, comparando-os com os objetivos específicos almejados e também com as funcionalidades e potencialidades originalmente projetadas para o ambiente.

Na última Seção deste Capítulo são revistas as limitações da versão atual do ambiente e são feitas sugestões para trabalhos futuros visando a implementação total da abordagem e do ambiente propostos neste trabalho.

6.2 – Resultados Obtidos

6.2.1 – Relativos ao Atendimento dos Objetivos Específicos

No tocante ao uso de técnicas de *workflow*, pode-se destacar dois aspectos de interesse:

A metodologia descrita em Sizilio (2000) foi usada na fase de elaboração do conteúdo didático, resultando uma estrutura lógica modular, a qual descreve e organiza as tarefas, multitarefas e super-multitarefas que compõe o curso; e esta metodologia foi aplicada também para a estruturação e construção de conteúdo educacional utilizando o sistema de simulação Simprocess.

Um protótipo do ambiente projetado foi proposto e parcialmente implementado, com base na integração do ambiente de apoio ao ensino a distância TelEduc e do sistema de simulação Simprocess.

A viabilidade de se construir roteiros de navegação flexíveis e adaptáveis segundo estratégias previamente estabelecidas pelo professor foi exemplificada pela análise de desempenho simplificada, conduzida com o modelo do curso construído no Simprocess. Esses roteiros podem ser definidos de acordo com a disposição gráfica dos componentes do modelo ou através da inserção de expressões em determinados campos dos componentes gráficos do modelo. Com base nestes roteiros e nos dados coletados durante a execução real do curso, é possível se utilizar o ambiente para o monitoramento dos trajetos percorridos pelos alunos. Também fica demonstrada, pela análise de desempenho do processo de ensino-aprendizagem, a capacidade para uma melhoria gradual da estrutura do curso a partir da revisão do modelo.

A exemplificação da abordagem GPSS e do ambiente *Web Course Manager* foi feita através de um estudo de caso utilizando com pano de fundo a disciplina Simulação de Sistemas CAP-259 do curso de Pós-graduação em Computação Aplicada do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Com o estudo de caso foi possível expor as 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 Internet.

Finalmente, na última Seção deste Capítulo, são indicados os caminhos futuros para transformar o ambiente em um gestor do processo educacional, completando a arquitetura proposta, através do aperfeiçoamento das funcionalidades do simulador e/ou da substituição deste por uma ferramenta própria, de código livre.

6.2.2 – Relativos ao Preenchimento dos Requisitos do Ambiente

A partir da implementação total do ambiente o professor terá uma ferramenta para a construção, elaboração e monitoramento de conteúdo educacional, que trará funcionalidades até então não encontradas nas interfaces existentes atualmente. A

questão da facilidade de uso destas ferramentas precisa ser resolvida pela equipe de projeto e implementação. Após isto, interfaces amigáveis para a especificação do domínio do curso serão disponibilizadas.

A personalização e flexibilização do curso se darão pela execução de roteiros alternativos no modelo do curso. Estes roteiros são definidos com base nas características, objetivos, conhecimentos iniciais e conhecimentos adquiridos durante o curso, desempenho e motivação de cada aluno. O modelo gerado é padronizado no tocante à sua forma de execução (árvore com roteiros), mas o conteúdo pode e deve refletir o projeto instrucional e as metodologias de treinamento diferenciadas de cada organização.

O suporte ao reuso é previsto a partir do emprego de objetos de aprendizagem, armazenados em banco de dados. Uma ferramenta deve ser construída ou adaptada para este fim, possibilitando o reuso de objetos e conseqüentemente reduzindo esforços de produção de conteúdo, evitando principalmente dados redundantes.

O ambiente TelEduc já possui ferramentas para controle de inscrição, frequência e quantidade de acesso de cada aluno. Desenvolvimentos não detalhados neste trabalho foram feitos com o intuito de prover ao TelEduc versão 3.1.8 ferramentas de controle administrativos mais eficientes e ferramentas que visam a elaboração, a aplicação e a correção de teste de múltiplas escolhas e testes dissertativos, WebTestes e WebQuestões respectivamente.

Este trabalho aponta para a viabilidade de monitoramento do conteúdo didático e dos roteiros executados pelos alunos através da exploração das funcionalidades obtidas com o uso do simulador Simprocess. Os dados oriundos deste monitoramento poderão ser explorados em análises estatísticas e levantamentos históricos, visando avaliar o aprendizado e o modelo construído para curso. O roteiro disponibilizado ao aluno é flexível e personalizado, pois leva em consideração fatores individuais dos alunos.

A interligação do TelEduc e Simprocess é automatizada a partir da ferramenta WebModelo, desenvolvida em PHP. Os processos de gerenciamento administrativos são

feitos diretamente no TelEduc, enquanto os processos de monitoramento e análise são feitos em interfaces do Simprocess. O Ambiente suporta ainda a chamada de aplicações externas que são integradas ao ambiente através da linguagem XML, padronizada pela *Workflow Management Coalition*.

O TelEduc versão 3.1.8 já dispunha de ferramentas síncronas e assíncronas que possibilitam a comunicação e a colaboração entre os participantes do curso. O ambiente disponibiliza, por exemplo, *chat*, mural, fórum, correio eletrônico, entre outras.

6.2.3 – Relativos às Funcionalidades e Potencialidades Projetadas do Ambiente

O uso da metodologia descrita em Sizilio (2000) facilitou o entendimento e padronizou a estruturação de cursos genéricos para e-learning.

O uso de componentes gráficos para a construção do conteúdo do curso no Simprocess facilita o processo, pois o professor tem uma visão geral do curso.

A organização do curso e a disponibilização do seu material didático através do sistema TELEDUC ficou bastante facilitada.

A partir da importação do modelo construído no Simprocess, o aluno e o professor têm uma visão geral do curso (mapa).

Com a importação do modelo tem-se também a definição prévia da agenda de todo o curso, possibilitando ao aluno programar suas atividades.

Foi agilizado o processo de criação das atividades dentro do TelEduc pela importação da estrutura do modelo gerado no Simprocess no formato XPDL.

Criou-se a possibilidade de monitorar o trajeto executado pelo aluno, gerando a partir desse monitoramento informações que podem ser analisadas e computadas estatisticamente.

Criou-se a possibilidade de analisar e melhorar o processo de ensino aprendizagem a partir da execução do modelo e coleta de dados do processo real.

Análises preditivas, visando determinar gargalos no modelo também são possibilitadas.

Com a execução do processo pela máquina de *workflow* do Simprocess, a geração de páginas flexíveis e adaptáveis será possibilitada, com base na modelagem dos componentes do processo ou através da inserção de expressões em determinados campos destes componentes.

É possível, a utilização de aplicações externas que auxiliem o processo de monitoramento, agregando outras técnicas de gerenciamento ao processo.

6.3 – Limitações da Versão Atual do Ambiente e Trabalhos Futuros

O ambiente *Web Course Manager*, constituído basicamente pela integração dos sistemas TelEduc e Simprocess, se encontra parcialmente implementado. Este item sintetiza as limitações impostas à elaboração do curso CAP259 pela versão atual do ambiente, ao mesmo tempo que aponta para as soluções almejadas através da melhoria da integração e da inclusão de novas funcionalidades em suas versões futuras.

Na criação do modelo do curso com o Simprocess foi mencionado que os arquivos contendo o material do curso são associados com os componentes gráficos do modelo através de suas URLs. Este procedimento foi adotado em razão de alguns arquivos serem muito grandes (arquivos de instalação de software, referências sobre documentação destes programas e outros tipos de arquivos de apresentação), exigindo um espaço de disco considerável para seu armazenamento. Através da associação por URLs os usuários formadores podem manter os arquivos grandes em um outro servidor, poupando espaço de disco naquele no qual o TelEduc está instalado, o que foi feito em razão das limitações do servidor disponível no momento da elaboração do curso.

A associação direta de arquivos é também possível na versão atual para fins de disponibilização de documentação, tanto no TelEduc como no Simprocess, mas ela enfrenta algumas restrições: no caso do TelEduc, há uma limitação do tamanho máximo do arquivo para *upload*; no caso do Simprocess, estes arquivos precisam estar na própria estação de trabalho na qual o Simprocess está instalado, e mesmo assim eles só ficam visíveis na execução dos modelos e não na documentação exportada em HTML. Para este fim, continua sendo necessário o fornecimento de URL ao invés do nome do arquivo e do seu caminho na estação local.

A importação automática do modelo do curso construído no Simprocess para a ferramenta Agenda do TelEduc é parcialmente implementada pela ferramenta Webmodelo. Por isto a carga das atividades no TelEduc ainda teve que ser feita manualmente, pela utilização da funcionalidade Atividades do menu do sistema, reproduzindo-se a estrutura de associação de arquivos inicialmente criada para o modelo do curso feito com a interface gráfica do Simprocess. A ferramenta WebModelo, capaz de converter automaticamente o modelo visual do curso criado pelo Simprocess na árvore de atividades interna a ser disponibilizada pelo TelEduc precisa ser completada.

O ambiente proposto não detalha o funcionamento de uma ferramenta para a utilização e reutilização de objetos de aprendizagem. Portanto, ferramentas que possibilitem a criação, armazenamento, recuperação e utilização de objetos de aprendizagem devem ser definidas, objetivando reduzir esforços para a construção de conteúdo e redundâncias de dados.

A instalação do Simprocess no próprio servidor *web* já é uma realidade a partir da versão 4.2, através de uma funcionalidade proporcionada pelo módulo Dispatcher, e traz como vantagem adicional a possibilidade de acessos remotos à múltiplas instâncias do sistema. Este tipo de instalação e a exploração das potencialidades do módulo Dispatcher, entretanto, ainda estão pendentes.

A construção do modelo completo (modelo executável e incluindo os roteiros) do curso no Simprocess não é uma tarefa muito fácil pois demanda esforço para aprendizagem do *software* e exige do professor conhecimentos básicos de lógica para a definição dos

roteiros a partir da inserção de expressões em campos dos componentes do modelo. Criar uma ferramenta que torne o processo amigável é fundamental, assim um especialista poderia criar um modelo padrão de curso e através de uma interface amigável o professor poderia especializar o modelo inserindo o conteúdo de sua disciplina.

No estágio atual de desenvolvimento o ambiente ainda não dispõe dos 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 existente no sistema de simulação Simprocess de permitir que o modelo do curso seja executado na forma de um aplicativo autônomo no servidor.

Outras funcionalidades do simulador como gerenciamento de recursos, sincronização de tarefas, marcação de tempo, devem ser atentamente estudadas, objetivando explorar todo potencial disponível na ferramenta para gerar um curso com melhor qualidade.

A plataforma para simulação de sistemas Simprocess, é uma plataforma comercial. A criação ou a adaptação de um simulador que tenha código livre e atenda os requisitos do ambiente proposto deve ser estudada com o intuito de reduzir custos para a implantação da metodologia descrita neste trabalho.

O banco de dados *Microsoft Access* utilizado no estudo de caso é um banco de dados comercial. A utilização de um banco de dados gratuito PostgreSQL foi testada com sucesso. Todas as informações disponíveis nos *templates* das tarefas devem ser armazenadas no banco de dados e utilizadas em conjunto com as potencialidades do simulador não exploradas no estudo de caso deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AALST, W. M. P. **Modelling and analysing workflow using a petri-net based approach**. Eindhoven: Eindhoven University of Technology, 1995. 143p.
- AMARAL, V. **Técnicas de modelagem de workflow**. 1997. 154 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 1997.
- ARAÚJO, V.; EDELWEISS, N. **Workflow de autoria de cursos de educação a distância com suporte à cooperação**. 2003. 215p. Dissertação (Mestrado em Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- ARETIO, L. G. **Educación a distancia hoy**. Madrid: UNED, 1995. 123p.
- ATUTOR. **Atutor: Learning Content Management System**. 2005. Disponível em: <<http://www.atutor.ca/>>. Acesso em: 15 ago 2005, 16:30:30.
- BARROS, R. M. **Alocação de atividade em um sistema de gerência de workflow**. 1997. 154p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 1997.
- BARTHELMES, P.; WAINER, J. *Workflow systems: a few definitions and a few suggestions*. In: ACM CONFERENCE IN ORGANIZATIONAL COMPUTER SYSTEMS, 1995, San Jose, CA. **Proceedings...** San Jose: ACM, 1995. p. 34-36. 1 CD ROM.
- BLACKBOARD INC. **Blackboard Oficial Site**. Disponível em: <<http://www.blackboard.com/>>. Acesso em: 15 ago 2005, 17:34:35.
- CACI PRODUCTS COMPANY. **Simprocess Getting Started** - Release 4.0. Iowa, January, 2004.
- CACI PRODUCTS COMPANY. **Simprocess User's Guide** - Release 4.0. Iowa, January, 2004.
- CACI PRODUCTS COMPANY. **Simprocess User's Manual** - Release 4.0. Iowa, January, 2004.
- CASATI F.; CERI, S.; PECINI, B.; POZZI, G. Conceptual modelling of *workflows*. In: OBJECT-ORIENTED AND ENTITY-RELATIONSHIP CONFERENCE, 1995, Gold Coast, Austrália. **Proceedings...** Gold Coast: 1995. p.866-869.
- CATOTO, V. L. Orientação à distância: encontros e encantos entre África e Brasil. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y

NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA, 26, Jun. 2004, Barcelona, España. **Actas...** Barcelona: Virtual Educa, 2004. p. 21-25. 1 CD ROM.

CEGOC GROUP. **Estratégias de Formação/Fases de Desenvolvimento de um Projeto.** (s/d). Disponível em: <<http://www.cegoc.pt/elearning/artigos/20030310-fases-projecto.html>>. Acesso em: 17 fev 2005, 13:30:23.

CERCEAU, A. **Formação a distância de recursos humanos para informática educativa.** 1998. 187p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 1998.

CLAROLINE.NET. **Claroline:** open source e-learning. 2005. Disponível em: <<http://www.claroline.net/>>. Acesso em: 15 ago 2005, 09:12:21.

CORREIRA, L. A.; SANTOS, R. D.C; FERNANDES, S. F. **Site de auxílio ao aprendizado de programação de computadores.** 2001. 88p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2001.

COSTA, V. M. A. R.. Internet, ferramenta de compartilhamento e expansão do conhecimento científicos em turismo. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA, 26, Jun. 2004, Barcelona, España. **Actas...** Barcelona: Virtual Educa, 2004. p. 255-259. 1 CD ROM.

Defee, J. M. **Simulation on demand:** using simprocess in a soa environment. Bussiness Process Trends, Nov. 2004.115p.

DEFEE, J.M .;HARMON, P. **Business activity monitoring and simulation.** Business Process Trends, Feb. 2004. 98p.

DI MAIO, A. C.; SETZER, A. W. GEODEM: Geotecnologias digitais como recurso didático no ensino médio. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA, 23, Jun. 2003, Miami, USA. **Actas...** Miami: Virtual Educa, 2003. .p. 131-135. 1 CD ROM.

DIAS, L. A. V. Ensino de computação básica com o uso da internet para o curso de ciência da computação. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA, 26, Jun. 2004, Barcelona, España. **Actas...** Barcelona: Virtual Educa, 2004. . p. 97-101. 1 CD ROM.

DIAS, L. A. V. Use of hypervideo for teaching C/C++. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA, 23, Jun. 2003, Miami, USA. **Actas...** Miami: Virtual Educa, 2003. . p. 21-24. 1 CD ROM.

DOUGLAS, S. **The abcs of distance learning**. EDUCOM Review. 1993. Disponível em: <<http://www.educom.edu/web/pubs/1993>>. Acesso em: 09 fev 2005, 08:30:32.

DUITSHOF, M. **Workflow automation in three administrative organizations**. 1995. 191p. Master's Thesis (Computer Science) - University of Twente, 1995.

FERNANDES, S. F. Simuladores computacionais e hipermídia aplicados no ensino de lógica de programação. In: CONFERENCIA IBEROAMERICANA EM SISTEMAS, CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA, 14, Jul. 2003, Orlando, USA. **Proceedings...** Orlando: CSCI, 2003. p. 459- 464. 1 CD ROM.

FERNANDES, S. F. **Informática Básica**. Disponível em: <<http://www.sed.univap.br>>. Acesso em: 12 fev. 2005, 09:23:22.

FERNANDES, S. F.; KIENBAUM, G. S. Uma abordagem para EAD usando gestão de processos e simulação. **Revista Produção**, ABEPRO, 2005. No prelo.

FERNANDES, S. F.; KIENBAUM, G. S. Construção e gestão de conteúdo para EAD usando workflow e simulação. In: V WORKSHOP DOS CURSOS DE COMPUTAÇÃO APLICADA DO INPE - WORCAP, 25., out. 2005, São José dos Campos, SP. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 22.

FERNANDES, S. F.; KIENBAUM, G. S.; Proposta de uma arquitetura de um sistema para construção de conteúdo educacional usando simulação. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA 2005. 23, Jun. 2005, Ciudad del México, México. **Actas...** México: Virtual Educa, 2005. p. 330-332. 1 CD ROM.

FERNANDES, S. F.; KIENBAUM, G. S.; GUIMARÃES, L. N. F. Hipermídia adaptativa: um recurso facilitador do processo de ensino/aprendizagem nos cursos de engenharia. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA, 23, Jun. 2003, Miami, USA. **Actas...** Miami: Virtual Educa, 2003. p. 12-15. 1 CD ROM.

FERNANDES, S. F.; KIENBAUM, G. S.; GUIMARÃES, L. N. F. Um sistema hipermídia adaptativo para o ensino de simulação de sistemas. In: WORKSHOP DOS CURSOS DE COMPUTAÇÃO APLICADA DO INPE, 3., nov. 2003, São José dos Campos, SP. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 34.

FERNANDES, S. F.; KIENBAUM, G. S.; GUIMARÃES, L. N. F. Simuladores computacionais e hipermídia aplicados no ensino de lógica de programação. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA, 26, Jun. 2004, Barcelona, España. **Actas...** Barcelona: Virtual Educa, 2004. p. 112-115. 1 CD ROM.

FERNANDES, S. F.; KIENBAUM, G. S.; GUIMARÃES, L. N. F. Um sistema hipermídia adaptativo para o ensino de simulação de sistemas. In: CONFERENCIA

INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS – VIRTUAL EDUCA, 26, Jun. 2004, Barcelona, España. **Actas...** Barcelona: Virtual Educa, 2004. p. 11-17. 1 CD ROM.

FERNANDES, S. F; FERREIRA, J. G. Appraiser: ambiente de avaliação a distância via web. In: CONFERENCIA IBEROAMERICANA EM SISTEMAS, CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA, 14, Jul. 2003, Orlando, USA. **Proceedings...** Orlando: CSCI, 2003. p. 1120-1121. 1 CD ROM.

FERNANDES, S. F; FERREIRA, J. G. E-study: ensino da língua inglesa via web. In: CONFERENCIA IBEROAMERICANA EM SISTEMAS, CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA, 14, Jul. 2003, Orlando, USA. **Proceedings...** Orlando: CSCI, 2003. p. 876-879. 1 CD ROM.

FERNANDES, S. F; FERREIRA, J. G. English virtual learning. In: CONFERENCIA IBEROAMERICANA EM SISTEMAS, CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA, 20, Jul. 2002, Orlando, USA. **Proceedings...** Orlando: CSCI, 2002. p. 544-549. 1 CD ROM.

FERREIRA, G. J., FERNANDES, S. F. **English virtual learning**. 2002. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2002.

FERREIRA, S. H.; FLORENZANO, G. F. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/ead/intro_sr/index.html>. Acesso em: 02 ago. 2005, 12:12:31.

FLORENZANO et al. Capacitação de professores do ensino superior em sensoriamento remoto usando o ambiente teleduc de ensino a distância. In: 4ª JORNADA DE EDUCAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO NO ÂMBITO DO MERCOSUL, 11, ago. 2004, São Leopoldo, Rio Grande do Sul. **Anais...** São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2004. p. 29.

FLORENZANO et al. Formação de professores universitários em sensoriamento remoto através de ensino à distância. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, abr. 2005, Goiânia, Goiás. **Anais...** Goiânia: SBSR, 2005. p. 321-325.

GEORGAKOPOULOS, D., AMIT, S. **An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure**. 1995. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/georgakopoulos95overview.html>>. Acesso em: 17 fev. 2005, 13:23:00.

GERRITY, T. **Research in Distance Education**. 1996. Disponível em: <<http://www.ihets.org/consortium/ipse/fdhandbook/resrch.html>>. Acesso em: 15 jan 2005, 12:30:21.

GONÇALVES, C. T. F. **Quem tem Medo do Ensino a Distância**. 1998. Disponível em: <<http://www.intelecto.net/ead/consuelo.htm>>. Acesso em: 18 jun 2005, 20:30:32.

GREENBERG, L. **LMS and LCMS: What's the Difference?** 2002. Disponível em: <<http://www.learningcircuits.org/2002/dec2002/greenberg.html>>. Acesso em: 03 mar. 2005, 20:44:32.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Informe preliminar dos resultados da avaliação educacional do projeto SACI/EXERN** – Experimento educacional do Rio Grande do Norte. São José dos Campos, 1975 (INPE-766-NTE/033).

JEFFRIES, M. **Research in Distance Education**. 2003. Disponível em: <<http://www.ihets.org/consortium/ipse/fdhandbook/resrch.htm>>. Acesso em: 15 jan 2004, 22:30:22.

JOOSTEN, S. **A Method for Analysing Workflow**. Atlanta, GA: Georgia State University/Computer Information System Department, 1995. 12p.

KIENBAUM, G. S. **Simulação de Sistemas CAP-259**. Disponível em: <http://150.163.27.32/~teleduc/cursos/aplic/index.php?cod_curso=2>. Acesso em: 13 out. 2005, 21:12:10.

KIENBAUM, G. S.; FERNANDES, S. F. Arquitetura de um sistema para construção de conteúdo educacional usando simulação. In: III ENCONTRO VIRTUAL EDUCA BRASIL, 14, abr. 2005, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Virtual Educa, 2005. p. 98-103. 1 CD ROM.

KIENBAUM, G. S.; FERNANDES S. F. **Tópicos Avançados em Simulação de Sistemas CAP-327**. Disponível em: <http://150.163.27.32/~teleduc/cursos/aplic/index.php?cod_curso=6>. Acesso em: 15 out. 2005, 22:48:13.

KUNDE, G. F.; OLIVEIRA, J. P. M. **Evolução do esquema conceitual de um curso a distância em workflow**. CPGCC - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. 113p.

LANDIM, C. **Educação a distância: algumas considerações**. Rio de Janeiro: Claudia Maria das Mercês Paes Ferreira, 1998.

LANDIM, C. **Ensino a Distância x Educação a Distância**. 1997. Disponível em: <<http://www.ciencia.ufrj.br/educnet>>. Acesso em: 26 abr 2004, 13:12:22.

LAWHEAD, P. B.; et al. **The web and distance learning: what is appropriate and what is not**. Relatório do ITiCSE'97 Working Group on the Web and Distance Learning. 1997. 15p.

LITWIN, E.. **Tecnologia educacional - política, histórias e propostas**. Porto Alegre, RS, 1995, Artes Médicas.22p.

MAROTO, M. L. M. **Educação a distância: aspectos conceituais**. CEAD, ano 2, nº 08, p. 32-35 jul-set. 1995. SENAI-DR/Rio de Janeiro.

MARYLAND INSTITUTE FOR DISTANCE EDUCATION. **Models of distance education**. USA: Universidade of Maryland, 1999. Disponível em: <<http://www.umuc.edu/ide/modlmenu.html>>. Acesso em: 25 mar. 2004, 20:34:22.

MATTHEWS, R. S.; COOPER, J. Building Bridges Between Cooperative and Collaborative Learning. **Change Magazine**. v. 27, p.34-36 – Julho/Agosto de 1995. Disponível em: <<http://www2.emc.maricopa.edu/innovation/CCL/building.html>>. Acesso em: 17 out. 2004, 20:21:20.

MAZINI, A. P.; OGIDO, R.; FERNANDES, S. F. **Música na infância**. 2004. 89p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2004.

MCANDREW, P.; et al. **Implementing learning design to support web-based learning**. Open Universiteit Nederland, 2004. 56p.

MOODLE **Moodle**. 2004. Disponível em: <<http://www.moodle.org/>>. Acesso em: 15 ago 2005, 12:34:34.

NAIDOO, T.; MUEHLEN, M. Z. The state of standards and their practical application. In: AIIM CONFERENCE AND EXPOSITION. 17, May, 2005, Philadelphia. **Proceedings...** Philadelphia: AIIM, 2005. p. 345-349. 1 CD ROM.

NICOLAO, M; VICCARI, R. M.; EDELWEISS, N.; OLIVEIRA, J. P. M. Modelagem conceitual de workflow para cursos via internet. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA – SBIE'98, 17-19, nov. 1998. Fortaleza, CE. **Anais...**Fortaleza: SBIE'98. p. 22-28.

NÚCLEO DE INFORMÁTICA APLICADA À EDUCAÇÃO (NIED) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Disponível em: <http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc/>. Acesso em: 11 set 2005, 09:00:00.

OLIVEIRA, J. P. M. et al. Conceptual Workflow modelling for remote courses. In: INTERNATIONAL IFIP CONFERENCE DISTANCE LEARNING, TRAINING AND EDUCATION – TELETEACHING'98, 1998, Viena. **Proceedings...** Viena: Teleteaching, 1998. p. 330-332.

OLIVERIA, A.; MARTINS, E.; FERNANDES, S. F. **Curso interativo de mergulho**. 2001. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2001.

OPEN UNIVERSITY. **United Kingdom and Distance Learning**. 2000. Disponível em: <<http://www.open.ac.uk>>. Acesso em: 13 out 2004, 23:12:20.

PEREIRA, E.; TAVARES, E.; FERNANDES, S. F. **Utilizando técnicas de simulação para o treinamento de transporte aéreo de MPL**. 2003. 113p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2003.

PEREIRA, L. A M; CASANOVA, M. A. **Sistemas de gerência de workflow: características, distribuição e exceções**. PUC – RIO. Inf. MCC11/03. Rio de Janeiro, 2003. 45p.

PRETI, O. **Educação a Distância: uma prática educativa mediadora e mediatizadora**. 2003. Disponível em: <<http://www.nead.ufmt.br/pesquisa/pdf/5.pdf>>. Acesso: em 07 abr 2005, 22:10:45.

RADA, R. **Workflow Management in Virtual Education**. 1999. Disponível em: <<http://www.enable.evitech.fi/enable99/papers/rada/rada.html>>. Acesso em: 14 out 2005, 20:13:12.

RAMOS, S. **Las funciones docentes del profesor de la uned: programación y evaluación**. Madrid: ICE/UNED, 1990. 13p.

REISER, R. A. **Instructional technology: a history**. Instructional Technology: Foundations. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1987. 102p.

RIBEIRO, E.; FERNANDES, S. F. **API de comunicação do padrão SCORM**. 2004. 98 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2004.

RIZZI, A C.; EDELWEISS, N. **Validação de um workflow de autoria na implementação de um curso de ensino a distância**. Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. 167p.

ROBBINS, S. R. **The Evolution of the Learning Content Management System**. 2002. Disponível em: <<http://www.learningcircuits.org/2002/apr2002/robbins.html>>. Acesso em: 09 mar. 2005, 21:30:00.

ROCHA, H. V. Projeto TelEduc: pesquisa e desenvolvimento de tecnologia para educação a distância. In: IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA ABED, 2002. São Paulo, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABED, 2002. p. 61-68.

RODRIGUES, F. B. V. ; KIENBAUM, G. S. ; OLIVEIRA, C A . O aprendizado a distância através de um ambiente computacional inteligente para educação na web. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2001, Vitória. **Anais...** Vitória: XII SBIE 2001, 2001. p. 113-115.

SANT'ANNA, N. **Um ambiente integrado para o apoio para o desenvolvimento e gestão de projetos de softwares para sistemas de controle de satélites**. 2000. 182p.

Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2001.

SANTOS, C. R. **Avaliação no processo ensino-aprendizagem: uma abordagem histórico-cultural.** 1998. 184p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UFSC, Florianópolis, 1999.

SCHLUEP, S.; RAVASIO, P.; SCHAR, S. G. **Implementing learning content management.** Human-Computer Interaction. IOS Press, 2003. 123p.

SENAI **Auto-instrução com monitoria.** São Paulo, SENAI, Divisão de Material Didático. S/D. 22p.

SILVA, A.; SOARES, W.; FERNANDES, S. F. **Smart mail.** 2002. 54p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2002.

SIZILIO, G. R. M. **A Técnicas de modelagem de workflow aplicadas à autoria e execução de cursos a distância.** 1999. 189p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2000.

SPODICK, E. F. **The Evolution of Distance Learning – 4. Tools. Available for Distance Education.** Disponível em: <<http://sqzm14.ust.hk>>. Acesso em: 04 mar 2005, 08:00:00;

TESSAROLLO, M. R. M.; ROCHA, H. V.; **Ambiente de autoria de cursos a distância (AutorWeb).** 200. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2000.

TRAVASSOS, P. R. N.; KIENBAUM, G.S. Proposta de metodologia e ferramentas para a utilização de simulação de processos na gerência e controle de projetos. In: V WORKSHOP DOS CURSOS DE COMPUTAÇÃO APLICADA DO INPE - WORCAP, 25., out. 2004, São José dos Campos, SP. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2004. p. 15.

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 LOGÍSTICA DA MARINHA (SPOLM2004), 2004, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: SPOLM2004, 2004. p. 121-126.1 CD ROM.

UENO, M.; FARIA, V. L.; FERNANDES, S. F. **Learning editor.** 2002. 58p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2002.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **TelEduc.** 2004. Disponível em: <<http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc/>>. Acesso em: 15 ago 2005, 09:20:00.

VANTROYS, T.; ROUILLARD, J. **Workflow and Mobile Device in Open Distance Learning**. Disponível em:

<http://lttf.ieee.org/icalt2002/proceedings/t401_icalt123_End.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2004, 21:23:00.

VERNADAT, F. B.; JORYSZ, H. R. CIMOSA part 1: Total enterprise modelling na function view. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**. Vol 3. No. 3 e 4, pp. 144-156, USA, 1990.

VIANNEY, J.; TORRES, P.; SILVA, E. **A universidade virtual brasileira**. 1ª Edição. Florianópolis, 2004. Editora Unisul/UNESCO-IESALC. 129p.

VILELA, C.; PERFEITO, J.; FERNANDES, S. F. **Uma proposta de ferramenta para administração e avaliação do aluno de um curso ministrado a distância**. 2002. 103p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, 2002.

VOGT, C. **Educação a Distância: a experiência do LED**. 2001. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/socinfo04.htm>>. Acesso em: 02 out 2004, 22:23:54.

VOUK, M.; BITZER, D.; KLEVANS, R. L. Workflow and end user quality os service issues in Web Based Education. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engeneering**. July/August 1999. Vol. II, no. 4 pp. 673-678.

WEBCT INC. **WebCT: learning without limits**. Disponível em: <<http://www.webct.com/>>. Acesso em: 15 ago 2005, 23:34:59.

WORKFLOW MANAGEMENT COALITION. **Interface 1: Process Definition Interchange, Process Model**. 1999. Disponível em:

<<http://www.wfmc.org/standards/docs.htm>>. Acesso em: fev. 2005, 23:58:54.

WORKFLOW MANAGEMENT COALITION. **XML Process Definition Language, Version 2.0. 2002**. Disponível em: <<http://www.wfmc.org/standards/docs.htm>>. Acesso em: fev. 2005, 17:12:21.

WORKFLOW MANAGEMENT COALITION. **Interface 1: Process Definition Interchange**. Bruxelas, 1996. Disponível em: <<http://www.wfmc.org>>. Acesso em: 13 jan 2005, 18:10:12.

WORKFLOW MANAGEMENT COALITION. **Terminology & Glossary**. Bruxelas, 1996. Disponível em: <<http://www.wfmc.org>>. Acesso em: 11 jan 2005, 18:32:12.

WORKFLOW MANAGEMENT COALITION. **The Workflow Reference Model**. 1997. Disponível em: <<http://www.wfmc.org/>>. Acesso em: 27 jan. 2005, 10:30:30.

ZELM, M; VERDANAT, F. B.; KOSANKE, K. The CIMOSA business modelling process. **Computer in Industry**, n. 27, pp. 123-142, Elsevier, 1995.

ZSCHORNACK, F; EDELWEISS, N. **Evolução de esquemas de workflow representados em XML**. 2003. 179 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2003.

APÊNDICE A

EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A.1 - Conceitos

Para melhor entender o que significa EAD, é necessário realizar uma análise dos conceitos envolvidos nos termos Educação, Ensino e Distância, a fim de obter uma percepção mais clara a respeito do assunto.

Segundo Landim (1997), os termos Ensino e Educação, possuem diferenças relevantes: o termo Ensino está mais ligado às atividades de treinamento e instrução. Já o termo Educação refere-se à prática educativa e ao processo de ensino-aprendizagem que leva o aluno a aprender a aprender, a saber pensar, criar, inovar, construir conhecimentos, participar ativamente de seu próprio crescimento.

O termo “a Distância”, indica a separação física entre professor e aluno, mas não exclui o contato direto dos alunos entre si ou do aluno com alguém que possa apoiá-lo no processo de aprendizagem. Haver ou não momentos de presencialidade, é uma questão de estratégia e de plano de ação.

Segundo Gonçalves (1998), ao se usar o termo Ensino a Distância, se esta referindo a apenas um aspecto do processo educacional: o ato de transmitir informação, de oferecer oportunidades para que o conhecimento seja construído, de organizar as condições de aprendizagem e assim por diante. No caso da Educação a Distância o foco está no esforço de adquirir a informação, de construir o conhecimento, de usufruir das condições oferecidas. Seu compromisso é mais amplo, está relacionado com o desenvolvimento da cidadania e com a igualdade de acesso ao saber.

O Projeto de Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, datado de 1989, de autoria do Deputado Jorge Hage, assim define Educação a Distância:

“Estratégia de ensino centrada no estudo ativo e independente que, combinando técnicas variadas de ensino e de veiculação de cursos, com materiais autoinstrucionais, dispensa ou reduz as situações presenciais de ensino e permite que o estudante eleja seu ritmo, tempo e local de estudo.”

A.2 - Características da EAD

Para Aretio (1995), a EAD distingue-se da modalidade de ensino presencial por ser um sistema tecnológico de comunicação bidirecional que pode ser massivo e que substitui a interação pessoal na sala de aula entre professor e aluno como meio preferencial de ensino pela ação sistemática e conjunta de diversos recursos didáticos e o apoio de uma organização e tutoria que propiciam uma aprendizagem independente e flexível.

São elementos constitutivos da Educação a Distância (MAROTO, 1995):

- A distância física professor-aluno: a presença física do professor ou do autor, isto é do interlocutor, da pessoa com quem o estudante vai dialogar não é necessária e indispensável para que se dê a aprendizagem. Ela se dá de outra maneira, virtualmente;
- Estudo individualizado e independente: reconhece-se a capacidade do estudante de construir seu caminho, seu conhecimento por ele mesmo, de se tornar autodidata, ator e autor de suas práticas e reflexões;
- Um processo de ensino-aprendizagem mediatizado: a EAD deve oferecer suportes e estruturar um sistema que viabilizem e incentivem a autonomia dos estudantes nos processos de aprendizagem. E isso acontece predominantemente através do tratamento dado aos conteúdos e formas de expressão mediatizados pelos materiais didáticos, meios tecnológicos, sistema de tutoria e de avaliação;
- O uso de tecnologias: os recursos técnicos de comunicação, que hoje têm alcançado um avanço espetacular (correio, rádio, televisão, audiocassete,

hipermídia interativa, Internet), permitem romper com as barreiras das distâncias, das dificuldades de acesso à educação e dos problemas de aprendizagem por parte dos alunos que estudam individualmente, mas não isolados e sozinhos. Oferecem possibilidades de se estimular e motivar o estudante, de armazenamento e divulgação de dados, de acesso às informações mais distantes e com uma rapidez incrível;

- A comunicação bidirecional: o estudante não é mero receptor de informações, de mensagens; apesar da distância, busca-se estabelecer relações dialogais, criativas, críticas e participativas.

Segundo Ramos (1990), a essência da EAD é a relação educativa entre o estudante e o professor que não é direta, mas mediada e mediata, pois se vale de meios diversos e diferentes da explicação e a relação cara a cara, que se realiza em momentos e lugares diferentes da presencial, fazendo uso de uma organização de apoio. São suas principais características:

- A abertura: uma diversidade e amplitude de oferta de cursos, com a eliminação do maior número de barreira e requisitos de acesso, atendendo a uma população numerosa e dispersa, com níveis e estilos de aprendizagem diferenciados, para atender à complexidade da sociedade moderna;
- A flexibilidade: de espaço, de assistência e tempo, de ritmos de aprendizagem, com distintos itinerários formativos que permitam diferentes entradas e saídas e a combinação trabalho/estudo/família, favorecendo, assim, a permanência em seu entorno familiar e laboral;
- A adaptação: atendendo às características psicopedagógicas de alunos que são adultos;
- A eficácia: o estudante, estimulado a se tornar sujeito de sua aprendizagem, a aplicar o que está apreendendo e a se autoavaliar, recebe um suporte pedagógico,

administrativo, cognitivo e afetivo, através da integração dos meios e uma comunicação bidirecional;

- A formação permanente: há uma grande demanda, no campo profissional e pessoal, para dar continuidade à formação recebida formalmente e adquirir novas atitudes, valores, interesses, etc.
- A economia: evita o deslocamento, o abandono do local de trabalho, a formação de pequenas turmas e permite uma economia de escala.

A EAD é uma alternativa pedagógica de grande alcance e que deve utilizar e incorporar as novas tecnologias como meio para alcançar os objetivos das práticas educativas implementadas, tendo sempre em vista as concepções de homem e sociedade assumidas e considerando as necessidades das populações a que se pretende servir.

Partindo do princípio que alunos têm estilos cognitivos de aprendizagem diferentes, pode-se afirmar que a Internet é a modalidade de ensino a distância que abrange de forma motivante e estimulante o maior número de alunos, conduzindo-os a um aprendizado eficiente, desde que o curso esteja didaticamente bem estruturado e ao aluno disposto a aprender.

A EAD coloca-se, então, como um conjunto de métodos, técnicas e recursos, postos à disposição de populações estudantis dotadas de um mínimo de maturidade e de motivação suficiente, para que, em regime de auto-aprendizagem, possam adquirir conhecimentos ou qualificações a qualquer nível. A EAD cobre distintas formas de ensino-aprendizagem em todos os níveis que não tenha a contínua supervisão imediata de professores presentes com seus alunos na sala de aula, mas que, no entanto, se beneficiam do planejamento, guia, acompanhamento e avaliação de uma organização educacional (PRETI, 2003).

A Educação a Distância, porém, não deve ser simplesmente confundida com o instrumental, com as tecnologias a que recorre. Deve ser compreendida como uma prática educativa situada e mediatizada, uma modalidade de se fazer educação, de se

democratizar o conhecimento. É, portanto, uma alternativa pedagógica que se coloca hoje ao educador que tem uma prática fundamentada em uma racionalidade ética, solidária e compromissada com as mudanças sociais (PRETI, 2003).

A.3 - A Evolução do Ensino a Distância

Não podemos pensar em EAD como algo novo. Ao contrário, ela existe desde o século XIX, quando utilizava material impresso como mídia e os correios como veículo. Instituições particulares, nos Estados Unidos e na Europa, nesta época, ofereciam cursos por correspondência, destinados ao ensino de temas e problemas vinculados a ofícios de escasso valor acadêmico.

É provável que esta origem da EAD tenha fixado uma apreciação negativa de muitas de suas propostas. Além disso, o fato de ter se transformado em uma segunda oportunidade de estudo para pessoas que fracassaram em uma instância juvenil, não evitou essa depreciação. Transcorreram várias décadas até que a educação a distância se estabelecesse no mundo dos estudos como uma modalidade competitiva perante as ofertas da educação presencial.

Se analisarmos seu desenvolvimento histórico, podemos constatar que, no final do século XIX, criaram-se nos Estados Unidos inúmeros cursos por correspondência para capacitação em diversos ofícios. Em 1892, a Universidade de Chicago instituiu um curso por correspondência, incorporando os estudos da modalidade na Universidade. Em princípios do século XX, outras instituições como, por exemplo, a Calvert, em Baltimore, desenvolveu cursos para a escola primária. Em 1930, podiam-se identificar trinta e nove Universidades norte-americanas que ofereciam cursos a distância.

Apenas na década de 60, com a criação de Universidades a Distância que competiam com a modalidade presencial, foi possível superar muitos preconceitos da EAD. A Universidade de Wisconsin, criada para estudos a distância, marca um ponto importante no desenvolvimento dessa modalidade na educação norte-americana. A Universidade Aberta da Grã-Bretanha, mais conhecida como *Open University*, mostrou ao mundo

uma proposta com um desenho complexo, utilizando meios impressos, televisão e cursos intensivos em períodos de recesso de outras Universidades convencionais, conseguindo, assim, produzir cursos acadêmicos de qualidade (GERRITY, 1996). Os egressos dessa modalidade competiam pelos postos de trabalho com os graduados de universidades presenciais. A *Open University* transformou-se em um modelo de ensino a distância. (OPEN UNIVERSITY, 2000).

Na Europa, a criação da *Fern Universität*, na Alemanha, ou da Universidade Nacional de Educação a Distância (UNED), na Espanha, gerou propostas atrativas para um grande número de estudantes em todo o mundo, tanto de carreiras de graduação como de pós-graduação. A UNED, da Espanha, conta com uma parcela expressiva de matrículas de estudantes latino-americanos nos cursos de pós-graduação.

Aquelas criadas na América Latina, como a Universidade Aberta da Venezuela ou a Universidade Estatal a Distância da Costa Rica, são instituições posteriores que, na década de 60, adotaram o modelo inglês de produção e implementação. Para nós, esse período marca uma mudança fundamental nos programas de Educação a Distância, através da qual se modifica de modo substancial a proposta inicial de cursos por correspondência.

Lentamente, em diferentes partes do mundo, foram sendo criados estabelecimentos de ensino com a modalidade a distância que tentaram contestar o modelo desenvolvido, mas também foram geradas propostas diferentes nos próprios estabelecimentos tradicionais de ensino, os quais incorporam a modalidade como uma alternativa de estudos. É o caso da Universidade Autônoma do México, do Sistema de Educação a Distância da Universidade de Brasília, do Sistema de Educação a Distância da Universidade de Honduras, do Pedagógico Nacional nesse mesmo país e dos Programas de Educação a Distância da Universidade de Buenos Aires.

Hoje, o vertiginoso desenvolvimento da EAD, incorporado a todos os sistemas de capacitação para mestrado, pós-graduação etc., demonstra as excelentes possibilidades dessa modalidade para a educação permanente (LITWIN, 1999).

A EAD surgiu no Brasil, em 1939, com a criação do Instituto Rádio Monitor e, posteriormente, pelas experiências do Instituto Universal Brasileiro, a partir de 1941. Nos anos 60, surgiram outras iniciativas nacionais no Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) (SENAI, s/d), e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), que tinham como principal objetivo a profissionalização e/ou capacitação de trabalhadores. Ao mesmo tempo, é, sem dúvida, a EAD a grande responsável pela incorporação e assimilação dos recursos tecnológicos no ensino tradicional, mesmo que isto pareça paradoxal.

Finalmente, as coisas em educação começam realmente a mudar, pelo menos no que diz respeito à Educação a Distância, a partir do uso de tecnologias interativas no desenvolvimento de projetos e programas.

A.4 - Vantagens da Utilização da Internet na Aprendizagem a Distância

Em Lawhead et al. (1997) são encontradas algumas das principais vantagens da utilização da *web* como ferramenta de aprendizado, entre as quais podem ser destacadas:

- **Acessibilidade** – a possibilidade de acessar material de qualidade (desde os textos mais genéricos aos modelos de simulação mais específicos) a partir de virtualmente qualquer ponto do planeta, a um baixo custo relativo, mostra-se como um enorme diferencial, quando comparamos a Internet aos demais meios utilizados para a educação a distância. Adicionando-se a isso o fato de que esse material pode ser consultado em praticamente qualquer horário, mesmo em áreas remotas, onde o ensino comum não pode ser oferecido, a Internet apresenta um enorme potencial de comunicação – devido principalmente à sua interatividade. E, devido também a essa interatividade, existe a possibilidade de comunicação rápida e eficiente entre indivíduos, a fim de se partilhar conceitos e discutir idéias. Esse último fator aponta a Internet como um meio efetivo de treinamento

de pessoal, distribuindo o conhecimento de instrutores qualificados a praticamente qualquer um em qualquer lugar;

- Ênfase na criação de aprendizes como produtores – a utilização da Internet fornece tanto a professores como a alunos a oportunidade única de passarem de simples consumidores de informação a produtores ativos de conhecimento, com respeito à transmissão de seus próprios conteúdos *on-line*;
- Globalização de cursos – a habilidade da Internet em prover um ambiente no qual o aprendiz tem a oportunidade de se comunicar com pessoas de qualquer país, trocando experiências próprias, é um aspecto bastante positivo que deve ser considerado. Munido das ferramentas corretas, tornadas disponíveis através da própria Internet, o aluno tem a chance de tornar-se um membro de um grupo colaborativo que ultrapassa continentes e culturas.

A.5 - Problemas da Educação a Distância Via Internet

A utilização da Internet como ferramenta educacional para prática a distância ainda apresenta uma série de problemas. Muitos deles são intrínsecos aos processos de educação a distância, mas alguns novos problemas acabaram surgindo a partir da utilização dessa nova tecnologia. De acordo com Landim (1998) os principais problemas são:

- Limitação em alcançar o objetivo de socialização, pelas escassas ocasiões para interação pessoal dos alunos com o docente entre si;
- Empobrecimento da troca direta de experiências proporcionadas pela relação educativa pessoal entre professor e aluno;
- O *feedback* de possíveis erros pode ser mais lento, embora os meios tecnológicos reduzam estes inconvenientes;

- Os resultados da avaliação a distância podem ser menos confiáveis do que os da educação presencial, caso tecnologias de alto custo não sejam utilizadas;
- Custos iniciais muitos altos para a implantação de cursos a distância, que se diluem ao longo de sua aplicação, embora seja indiscutível a economia de tal modalidade educativa;
- Os serviços administrativos são geralmente mais complexos que no ensino presencial.

Porém, algumas afirmativas apresentadas vão perdendo a validade conforme o passar do tempo. Com o avanço tecnológico e com a facilidade de acesso às mídias tecnológicas, a possibilidade de se realizar programas educacionais com maior interatividade vem aumentando, além do que o acesso à própria tecnologia também vem crescendo.

A questão da socialização por outro lado é pertinente, visto que o contato humano não ocorre virtualmente.

Um outro fator mencionado, o empobrecimento da troca direta de experiências entre professor e aluno não é de toda verdade atualmente. De acordo com Vogt (2001), pode-se “dizer que o aluno do ensino tradicional vai a faculdade, tem 4 horas de aula por semana com o professor e depois só volta a vê-lo na próxima semana. O modelo de ensino atual exige que o professor ministre as aulas, responda a todos os e-mails enviados pelos alunos e tenha um contato interativo constante”.

Vale lembrar que o caso citado acima serve como um exemplo. Há no Brasil diversas instituições que realizam atividades de EAD. Cada uma com um modelo, público-alvo, estratégias e políticas próprias.

APÊNDICE B

OS MODELOS DE CASATI E SIZILIO

B.1 - Definições e Conceitos

De acordo com a *Workflow Management Coalition* (WfMC), um processo é um conjunto coordenado de atividades que são interligadas com o objetivo de alcançar uma meta comum, sendo atividade conceituada como uma descrição de um fragmento de trabalho que contribui para o comprimento de um processo (*WORKFLOW MANAGEMENT COALITION*, 1996).

Workflow é definido pela WfMC como a automação total ou parcial de um processo de negócio, durante a qual documentos, informações e tarefas são passadas entre os participantes do processo.

Segundo Sizilio (2000), as principais definições relacionadas a *workflow* são as descritas na Tabela B.1.

Tabela B.1 – Definições Relacionadas a *Workflow*.

TERMO	DEFINIÇÃO
EVENTO	Alguma coisa que ocorre em um instante de tempo específico.
ATIVIDADE	Conjunto de eventos que ocorrem sob a responsabilidade de um ator, sendo associada a um intervalo de tempo, podendo ser automatizada ou manual.
PROCESSO	Conjunto de atividades que compartilham um objetivo em comum podendo incluir atividade de <i>workflow</i> manuais e automatizadas.
PROCESSO DE NEGÓCIO	Atividades automatizadas e/ou atividades manuais que estão fora do âmbito de gerenciamento do <i>workflow</i> .
PARTICIPANTE AUTOR	OU Recurso (humano ou automatizado) que executa o trabalho representado por uma instância de atividade de um <i>workflow</i>

Continua

Tabela B.1 - Continuação

ITEM DE TRABALHO (<i>WORK ITEM</i>)	Representação do trabalho a ser processado por um ator (no contexto de uma atividade em uma instância de processo).
LISTA DE TRABALHO (<i>WORK LIST</i>)	Lista de itens de trabalho associada a um determinado ator.
APLICAÇÃO CHAMADA	Aplicação de <i>workflow</i> que é invocada pelo sistema gerenciador de <i>workflow</i> para automatizar, completa ou parcialmente uma atividade, ou ajudar um participante de <i>workflow</i> no processamento de um item de trabalho.
OBJETO	Alguma coisa que seja capaz de ser vista, tocada ou sentida.
INSTÂNCIA	Representação de uma única execução (ocorrência) de um processo, ou uma atividade em um processo.
GATILHO (<i>TRIGGER</i>)	Disparo de uma atividade por um evento podendo ser visto como uma regra que é avaliada em função da ocorrência de um evento.
PAPEL	Conjunto de atores (participantes) que apresentam um conjunto específico de atributos, qualificações e/ou habilidades (características) que os tornam aptos a executarem a atividade relacionada ao papel (<i>WORKFLOW MANAGEMENT COALITION</i> , 1996). Desta forma, ao definir-se um <i>workflow</i> , ao invés de associar um ator à atividade, associa-se um papel. Um mesmo participante pode executar mais de um papel.
<i>WORKFLOW</i>	Sistema cujos elementos são atividades, interagindo umas com as outras através de <i>triggers</i> e disparado por eventos externos.
SISTEMAS DE <i>WORKFLOW</i>	Contém um <i>workflow</i> , todos os atores, todas as estruturas, e o significado envolvendo o <i>workflow</i> .
SINCRONISMO	Representação formal da interação das atividades (conexões) através do fluxo de controle de <i>workflow</i> . Estabelece dependência entre as atividades e especifica quais tarefas devem ser executadas em paralelo e quais devem necessariamente ser prorrogadas até que uma dada atividade seja completada. “A ordem de execução das tarefas é determinada pelas mensagens que podem representar as seguintes evoluções: sequencial; paralela; convergente (<i>Join</i>); divergente (<i>Fork</i>); condicional“ (NICOLAO et al, 1998).

B.2 - Modelo de Casati

O modelo proposto por Casati, Ceri, Pernici e Pozzi (CASATI et al., 1995) é considerado um dos modelos mais completos, pois pode representar qualquer tipo de *workflow*. Pode ainda, incluir na especificação das tarefas, consultas a banco de dados externos e, possui, segundo Amaral (1997), as seguintes características positivas:

- Descrição formal do comportamento interno do *workflow*, com a definição, interação e cooperação de atividades;
- Relacionamento entre *workflow* e seu ambiente, com a atribuição de atividades a atores;
- Acesso a base de dados externa;
- Noções de modularização de tarefas (supertarefas)
- Prevê a representação do tratamento de exceções.

Os principais elementos que compõe o modelo Casati são os seguintes:

a) Tarefa: unidade elementar de trabalho entregue para a execução por um ator. É composta por cinco partes:

- Nome: identifica a tarefa;
- Descrição: apresenta o propósito da tarefa em linguagem natural;
- Pré-condição: expressão booleana que precisa ter um resultado verdadeiro para a execução da tarefa;
- Ações: explica como os dados são manipulados pela tarefa;
- Exceções: valores que indicam que atitude tomar na ocorrência de eventos anormais.

b) Conexões entre tarefas: estipulam os tipos de roteamento possíveis entre duas tarefas A e B. São eles:

- Causalidade: o término de uma tarefa A habilita a execução de uma tarefa B que é sua sucessora (Figura B.1).

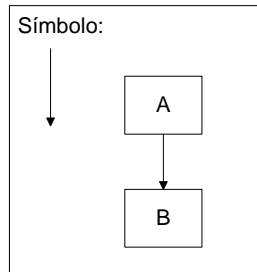


Figura B.1 – Conexão Direta Entre Duas Tarefas.

- *Forks*: uma tarefa A é seguida por um conjunto de outras tarefas denominadas sucessoras. Essa relação pode ser total (após o término da tarefa A todas as suas atividades sucessoras são habilitadas, conforme Figura B.2 (a)), não determinístico (após o término da tarefa A um número k de tarefas sucessoras é escolhido de forma não determinística para habilitação, conforme Figura B.2 (b)), condicional (a condição é avaliada e somente as tarefas sucessoras com condição verdadeira são habilitadas, conforme Figura B.2 (c)) e condicional com exclusão mútua (a condição é avaliada e apenas uma tarefa é habilitada, conforme Figura B.2 (d)).

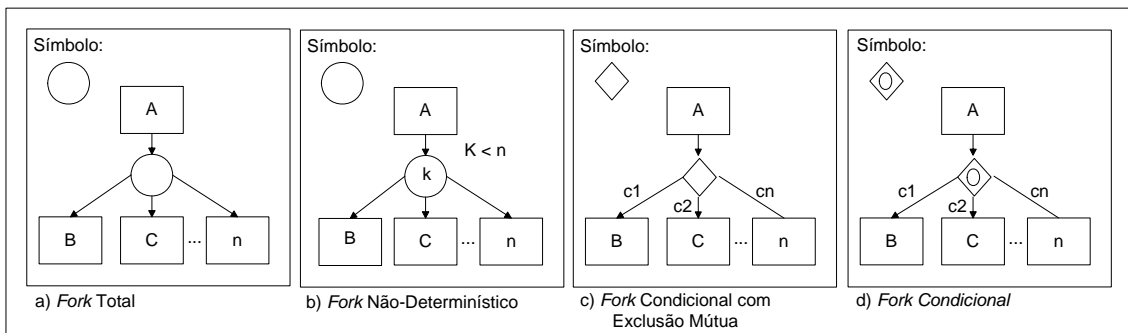
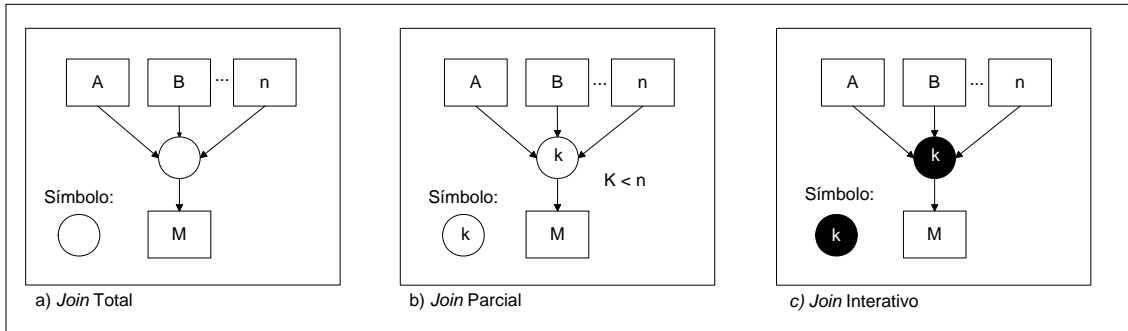


Figura B.2 – Tipos de *Fork*.

- *Joins*: uma tarefa M é precedida por um conjunto de outras tarefas predecessoras. Um *join* pode ser total (a tarefa M é habilitada somente após o término de todas as tarefas predecessoras, conforme Figura B.3 (a)), parcial (a tarefa M é habilitada após o término de k tarefas predecessoras, conforme Figura

B.3 (b)) ou interativo (a tarefa M é habilitada após cada término de um número k de tarefas predecessoras, podendo a tarefa M ser habilitada várias vezes, gerando diversas execuções em paralelo, conforme Figura B.3 (c)).



B.3 – Tipos de *Join*.

- Símbolos e início e fim: respectivamente indicam o início e o fim de uma instância de *workflow*. Após o símbolo de início habilita-se uma atividade sucessora dele (Figura B.4 (a)); e quando se habilita o símbolo de fim, a instância do *workflow* é terminada, implicando o cancelamento de qualquer atividade em execução (Figura B.4 (b)).

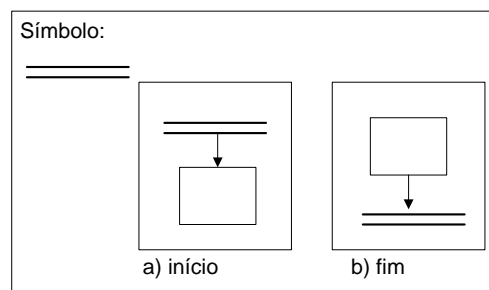


Figura B.4 – Início e Fim de um *Workflow*.

c) Supertarefa: modularização das tarefas visando diminuir a complexidade do *workflow* (Figura B.5).

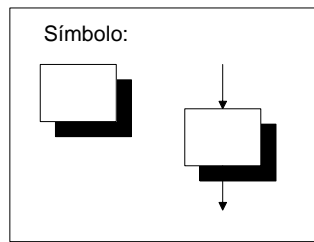


Figura B.5 – Supertarefa.

d) Multitarefa: servem para definir um conjunto de tarefas que realizam as mesmas operações em paralelo. Cada multitarefa (Figura B.6) possui um componente (tarefa ou supertarefa) do qual são geradas múltiplas instâncias para execução, devendo ser definidos os valores J (número de instâncias geradas) e o quorum (número de instâncias que precisam ser concluídas para que a multitarefa se encerre).

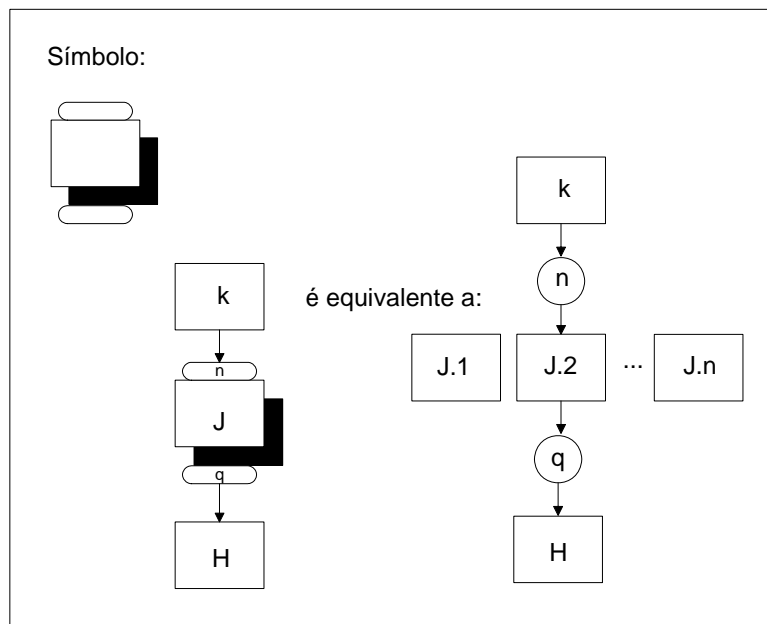


Figura B.6 – Multitarefa.

De acordo com Sizilio (2000) o modelo de Casati possui três pontos considerados negativos para modelagem de EAD e, visando solucioná-los a autora propôs pequenas modificações na simbologia acima apresentada e a utilização de *templates* (modelo de formulários), os quais seriam os responsáveis pela especificação das informações. Os pontos fracos apontados são os seguintes:

- A definição de atores e papéis é feita de maneira informal. Para solucionar este problema, Sizilio (2000), propuseram um modelo de *template*, onde para cada tarefa está prevista a especificação obrigatória das informações dos agentes envolvidos com a sua execução;
- Não estar explicitamente definida a representação dos aspectos relacionados ao tempo, assim como o tratamento dos dados dinâmicos. Ainda, no trabalho de Sizilio (2000), os tratamentos dos aspectos temporais e dos dados dinâmicos foram realizados através de tarefas inseridas no *workflow* para estas finalidades, com a especificação completa das mesmas nos respectivos *templates*;
- O modelo não solicita informações das pré-condições para a execução de uma tarefa. Em Sizilio e Edelweiss (2000), esta limitação foi resolvida através do *template* (modelo de formulários) proposto, onde para cada tarefa deverá(ão) ser especificada(s), como informação obrigatória, a(s) pré-condição(ões) para execução da mesma.

B.3 - O Modelo Proposto em Sizilio (2000)

Durante o desenvolvimento de sua tese de mestrado, Gláucia Sizilio e sua orientadora Prof^a. Nina Edelweiss da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, propuseram a integração dos modelos de Casati e CIMOSA a partir de adaptações/extensões dos mesmos, objetivando a aplicação em EAD.

Visando um melhor entendimento do modelo para aplicação em EAD, as autoras sugeriram pequenas alterações na representação das tarefas e supertarefas definidas por Casati.

As tarefas deverão sempre apresentar o nome e um identificador para a tarefa, relacionado à sua identificação nos *templates* (Figura B.7 (a)).

Na representação, [Tarefa: Tn.n] é o identificador da tarefa, onde T significa Tarefa, o primeiro n refere-se à fase relativa aos cursos de EAD sendo desenvolvido (sendo n=1

para autoria e $n=2$ para execução) e o segundo n refere-se ao número aleatório de identificação da tarefa na fase. Por exemplo, [Tarefa: T1.19] significa a tarefa 19 da fase autoria.

As supertarefa deverão sempre apresentar o nome e a indicação de qual figura (constante da lista de figuras do texto ou do conjunto de figuras com a modelagem *workflow*) tem o seu detalhamento (Figura B.7 (b)).

Nesta representação estendida de supertarefa no *workflow*, [Figura n-n] é a indicação de qual figura tem o detalhamento da supertarefa, onde o primeiro n refere-se ao capítulo onde a figura está inserida e o segundo n refere-se ao seqüencial das figuras do capítulo. Por exemplo [Figura 5-3] significa a Figura 3 do capítulo 5.

Ressalta-se ainda que, uma supertarefa pode estar mesclada com uma multitarefa, ficando o símbolo como mostrado na Figura B.7 (c).

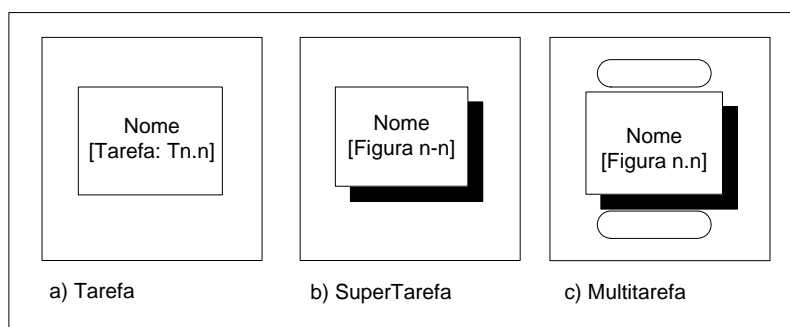


Figura B.7 - Representação Estendida no *Workflow*.

Ainda segundo as autoras, além da simbologia gráfica é necessária a definição de um instrumento que, de forma clara e completa, descreva as tarefas do *workflow*, pois o modelo de Casati descreve as tarefas de forma bastante simplificada, apenas com o nome da tarefa, descrição da mesma, ações e exceção/reação.

Considerando as especificidades inerentes à área de EAD e a necessidade de uma definição clara e completa do modelo, observou-se que o uso de *templates* seria uma alternativa plausível e para tanto se analisou o *lay out* de *template* proposto por CIMOSA.

CIMOSA ou CIM-OSA é uma sigla para *Computer-Integrated Manufacturing – Open Systems Architecture*, sendo um método para modelagem de empresas desenvolvido por um consórcio entre ESPIRIT (*European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology*) e AMICE (*European CIM Architecture*, ao inverso) (VERNADAT, 1990).

O CIMOSA é um método dos mais abrangentes, totalmente consolidado, aceito e utilizado em indústrias de manufatura em todo o mundo, modelando empresas segundo quatro visões: de organização, de recursos, de funções e de informações. CIMOSA propõe a utilização de *templates* (modelo de formulários), visando a clara especificação dos processos em todos os níveis de decomposição da modelagem.

Um *template* em CIMOSA (Tabela B.2) utiliza os seguintes itens para descrição de uma atividade de produção do mundo real: *domain* (domínio); *type* (tipo); *identifier* (identificador); *name* (nome); *design authority* (responsável); *description* (descrição); *objectives* (objetivos); *constraints* (restrições à execução da atividade); *process* (processos relacionados); *boundary* (interfaces); *object views* (visão do objeto); e *events* (evento/ações).

Tabela B.2 – CIMOSA – Lay Out de *Template*

DOMAIN	
Type	
Identifier	
Name	
Design Authority	
Description	
Objectives	
Constrains	
Process	
Boundary	
Objects View	
Events	

O *template* proposto em Sizilio (2000) define uma nova forma de descrever as atividades, uma vez que o modelo de CIMOSA está direcionado para modelos com alto grau de complexidade, e apresenta itens de difícil adaptação à modelagem de curso para

EAD. O *template* criado (Tabela B.3) envolve todas as caracterizações utilizadas por Casati, acrescido de alguns itens propostos em CIMOSA e de outros itens necessários.

Tabela B.3 – *Template* Proposto para a Descrição de uma Tarefa.

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Supertarefa:
Nome da Tarefa	Tn.n:
Descrição	
Ações	
Pré-condição	
Pós-condição	
Exceção/Reação	
Agentes	
Recursos	

Fonte: Sizilio (2000)

Cada *template* está constituído dos itens relacionados a seguir, alguns considerados como informação obrigatória para a definição mínima das tarefas inerentes a um curso de EAD:

- Domínio: (informação obrigatória): onde é informado o contexto onde a tarefa está inserida. Definiu-se que neste item deveriam ser acrescentados os subitens Fase (de autoria ou de execução) e Supertarefa (do *workflow*) na qual a tarefa está inserida. Este último subitem também pode ser preenchido com informações da multitarefa relacionada, devendo ser informado todo o caminho para se acionar a referida tarefa. A(s) supertarefa(s) na(s) qual(is) a tarefa descrita estiver diretamente inserida deverá(ao) ser preenchida(s) pelo símbolo \Rightarrow .
- Nome da Tarefa (informação obrigatória): campo que receberá o nome da tarefa, devendo ser semelhante à nomenclatura utilizada no *workflow*. Definiu-se que neste item, precedendo o nome da tarefa, deverá ser acrescentado um identificador Tn.n, onde T significa Tarefa, o primeiro n refere-se a fase e o segundo n ao número aleatório de identificação da tarefa na fase.
- Descrição (informação não obrigatória): descrição do propósito da tarefa em linguagem natural.

- Ações (informação obrigatória): descrição em linguagem natural das ações que deverão ser realizadas durante a execução da tarefa. As ações definidas não serão efetuadas necessariamente na seqüência apresentada, sendo possível que algumas não tenham ordem pré-estabelecida para efetivação. Caberá ao agente responsável definir a seqüência de execução das mesmas. As ações serão responsáveis por manipular as informações utilizando os recursos disponíveis para tal (no caso, computador, banco de dados, multimídia e Internet). Os tipos básicos de ações sugeridos por Sizilio (2000), que poderão ser executadas são: definir um valor, escolher entre valores, obter, inserir e atualizar dados em um banco de dados; obter e enviar dados para um dispositivo externo; filtrar informações; testar condição para disparar outras ações; associar e validar informações; elaborar e armazenar instrumento de outras ações; associar e validar informações; elaborar e armazenar instrumento de estudo; atualizar em um banco de dados o *status* do atributo indicativo de conclusão da tarefa. Concluídas todas as ações previstas, será automaticamente executada a ação de atualizar positivamente os *status* de conclusão da tarefa que, por sua vez, será o evento que ativará as tarefas subseqüentes.
- Pré-Condição (informação obrigatória): definição em linguagem natural de qual(is) evento(s) dispara(m) a execução da tarefa. Tais eventos podem ser: (1) conclusão da tarefa predecessora; (2) resultado de um fork condicional; (3) resultado de um fork total; (4) resultado de um join parcial; (5) resultado de um join total; e (6) início do *workflow*. Existindo mais de um evento a ser tratado na pré-condição, deverá ser utilizada expressão booleana.
- Pós-Condição (informação não obrigatória): definição em linguagem natural da condição que deverá estar satisfeita quando da conclusão de uma tarefa.
- Exceção/Reação (informação não obrigatória): prever em linguagem natural as situações excepcionais que podem acontecer durante a execução do *workflow* e qual(is) a(s) ação(ões) necessária(s) para tratá-la(s)

- Agentes (informação obrigatória): relação de todos os agentes envolvidos para execução da tarefa, sendo estes os responsáveis pela realização das ações previstas para a mesma;
- Recursos (informação não obrigatória): relação dos recursos necessários para a execução da tarefa.

APÊNDICE C

BASE DE DADOS DO TELEDUC

C.1 – Descrição das Bases de Dados

Conforme descrito no Capítulo 3 (Plataformas de Desenvolvimento), o TelEduc possui uma base de dados administrativos, na qual armazena dados comuns aos cursos e informações sobre os coordenadores e professores. Esta base de dados é denominada TelEduc.

A Tabela C.1 apresenta um exemplo da base de dados administrativos composta por 15 tabelas.

Tabela C.1 – Base de Dados Administrativos – TelEduc.

Tables_in_TelEduc
Ajuda
Batepapo_sessoes_correntes
Config
Contatos
Cursos
Cursos_pastas
Cursos_requisicao
Diretorio
Escolaridade
Ferramentas
Instituicao
Lingua
Lingua_textos
Menu
Patchs

O ambiente possui também uma base de dados para cada curso criado, onde armazena informações peculiares ao domínio de cada um deles. Cada base criada é denominada TelEducCursoX, onde X é um número seqüencial que determina o número do curso. Por exemplo, o primeiro curso criado no ambiente terá a base de dados do domínio

denominada TelEducCurso1. Já o segundo curso criado terá sua base de dados denominada TelEducCurso2 e assim por diante.

A Tabela C.2 apresenta um exemplo da base de dados gerada para o segundo curso do ambiente. No exemplo, a base de dados é composta por 64 tabelas. O número de tabelas na base de dados do domínio pode variar de acordo com as ferramentas disponíveis no curso em questão.

Tabela C.2 – Base de Dados do Domínio do Curso – TelEducCurso2.

Tables_in_TelEducCurso2
Agenda_itens
Agenda_itens_historicos
Agenda_itens_sequencia
Apoio_itens
Apoio_itens_enderecos
Apoio_itens_historicos
Apoio_itens_sequencia
Apoio_topicos
Atividade_itens
Atividade_itens_enderecos
Atividade_itens_historicos
Atividade_itens_sequencia
Atividade_topicos
Batepapo_apelido
Batepapo_assuntos
Batepapo_conversa
Batepapo_fala
Batepapo_online
Batepapo_sessoes
Config
Correio_destinos
Correio_intermap
Correio_lista_destinos
Correio_mensagens
Correio_mensagens_sequencia
Curso_acessos
Curso_ferramentas
Cursos
Diario_comentarios
Diario_itens

Continua

Tabela C.2 – Continuação

Tables_in_TelEducCurso2	
Dinamica	
Ferramentas_destaque	
Ferramentas_nova	
Forum	
Forum_mensagens	
Grupos	
Grupos_usuario	
Leitura_itens	
Leitura_itens_enderecos	
Leitura_itens_historicos	
Leitura_itens_sequencia	Leitura_topicos
Mural	
Obrigatoria_itens	
Obrigatoria_itens_enderecos	
Obrigatoria_itens_historicos	
Obrigatoria_topicos	
Perfil_orientacao	
Perfil_usuarios	Pergunta_assuntos
Pergunta_itens	
Portfolio_itens	
Portfolio_itens_comentarios	
Portfolio_itens_enderecos	
Portfolio_itens_historicos	
Portfolio_itens_sequencia	
Portfolio_topicos	
Semaforo_	
Turmas	
Usuario	
Usuario_config	
Usuario_online	
Usuario_sequencia	
_itens_seqüência	

APÊNDICE D

SERVIÇOS DE SIMULAÇÃO SOB DEMANDA

D.1 - Serviços de Simulação sob Demanda

Os serviços de simulação sob demanda trazem para os tradicionais BPM, BAM e DSS uma nova dimensão do uso das medidas de performance. As medidas de performance são facilmente integradas aos produtos de monitoramento de negócios comercialmente disponíveis por fabricantes como a *InterSystems*, a *Business Objects*, a *Information Builders*, a *Cognos*, a *Seebeyond*, entre outras, e podem ser utilizadas no monitoramento de um modelo de processos criado no Simprocess para apontar situações críticas e apoiar a tomada de decisões.

D.2 - Monitoramento de Atividades de Negócio (BAM)

BAM são aplicações que agregam, analisam e apresentam informações relevantes e oportunas das atividades de negócio dentro da organização e que envolvem clientes e sócios agilizando o processo de tomada de decisão.

Tecnologias BAM são implementadas usando vários esquemas, incluindo *data mining*, monitoramento de aplicações e soluções *middleware*. A performance é monitorada pelos vestígios de mudanças dos dados, pelo processamento de transações em aplicações e pela troca de informações entre aplicações e dados.

As medições capturadas com as tecnologias BAM provêm valores internos que são comparados aos valores necessários para se atingir os objetivos da execução. Tendências de performance podem ser deduzidas das medições e os limiares críticos podem criar alarmes e notificações para ações de gerenciamento. Contudo, as medições não provem qualquer idéia de como a situação da performance irá se apresentar no futuro.

A simulação do modelo de processo através do Simprocess pode adicionar medições preditivas às medições BAM tradicionais, as quais poderão levar a um gerenciamento antecipado visando solucionar os problemas apontados durante a execução, evitando que o modelo atinja um ponto de crise (DEFEE, 2004b).

Tão importante quanto a predição de performance da simulação é o fato de que a simulação é feita dentro do contexto completo de processos de negócios do cliente. A maioria das tecnologias BAM não pode por si só oferecer um contexto de processo de medição da performance.

O Simprocess possibilita a dimensão preditiva tão necessária para fazer do BAM uma completa solução para medição de performance. O uso de simulação como um serviço em SOA torna fácil a integração e o uso de modelos do Simprocess como modelos de ferramentas BAM disponíveis comercialmente.

D.3 - Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM)

Gerenciamento de processo de negócios é frequentemente visto como um ciclo contínuo de análises, medições e melhoramentos.

As análises podem revelar oportunidades para melhoramentos. A partir das informações obtidas com a análise mudanças nos processos poderão ser feitas e tais mudanças poderão ser monitoradas visando a observação do ganho ou perda interna oriunda destas mudanças. Estas observações são feitas através de análises e medições, formando um ciclo contínuo de gerenciamento de processo de negócios.

Historicamente, o Simprocess tem sido um contribuidor para este tipo de ciclo de vida de gerenciamento de processo de negócios. Contudo, até recentemente o Simprocess focava mais as fases de análises e disponibiliza pouca informação para a fase de monitoramento.

Para auxiliar o BPM, as ferramentas de análise de processos necessitam tradicionalmente de um analista para orientar a modelagem e a simulação. A última versão do simprocess soluciona este problema possibilitando a simulação de modelos como um serviço.

A simulação é baseada nos processos do cliente e é continuamente informada sobre os dados atuais de performance das aplicações operacionais. Executando a simulação com dados reais, a predição baseada em mudanças recentes da performance tem sua exatidão continuamente melhorada. Os resultados da simulação são gravados em base de dados e usados por analistas para reentrada na fase de análise dos processos de negócios do ciclo de vida do BPM.

A principal distinção é que o valor dos dados tem sido automaticamente capturado e as simulações já estão sendo feitas baseadas em dinâmicas de operações. Isto reduz o tempo que os analistas têm que gastar procurando oportunidades para melhorar o modelo no próximo do ciclo.

Outras tecnologias como ERP, BI e EAI podem ter seu uso integrado a ferramenta de monitoramento do Simprocess visando a obtenção de um modelo de processos eficiente.

Planejamento de Recursos Corporativos (*Enterprise Resource Planning - ERP*) – conjunto de softwares que integram os processos empresariais, baixam o tempo de transação e reduzem custos.

Inteligência do Negócio (*Business Intelligence - BI*) – ampla gama de tecnologias que fazem extração e análise de informações e que podem ajudar na tomada de decisões estratégicas.

Integração de Aplicações Corporativas (*Enterprise Application Integration –EAI*) - é um grupo de tecnologias que permite integração entre aplicativos e processos de negócios, internamente ou entre empresas.

Aplicações Customizadas (*Custom*) – aplicações desenvolvidas para atender as necessidades específicas de ma organização.

APÊNDICE E

TEMPLATES DAS TAREFAS

E.1 – Descrição dos Templates

Os *templates* correspondentes à fase de execução do estudo de caso são apresentados a seguir.

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.1: <i>MATRICULAR ALUNO</i>
Descrição	Identificar aluno com seus dados cadastrais e relacioná-lo ao curso desejado
Ações	Obter e inserir no banco de dados os dados cadastrais do aluno e a identificação do curso no qual pretende se matricular. Verificar se o aluno atende os requisitos mínimos. Inserir no BD a identificação do aluno e data de matrícula
Pré-condição	Conclusão de evento de inicialização de <i>workflow</i> de execução
Pós-condição	Aluno estar matriculado, através da verificação de situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.1
Exceção/Reação	Exceção 1: o aluno não estar regularmente inscrito no setor de pós-graduação Reação 1: rejeitar matrícula
Agentes	Software LMS, Aluno, Administrador
Recursos	Computador, banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.2: <i>ANALISAR PROGRESSO DO ALUNO SOBRE CONCLUSÃO DO MÓDULO</i>
Descrição	Verificar na trilha de progresso do aluno o <i>status</i> de execução do módulo pelo aluno
Ações	Verificar no banco de dados se o aluno já concluiu o curso
Pré-condição	Conclusão de evento de atualização positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.1
Pós-condição	Verificar o <i>status</i> de execução do módulo através da verificação da situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.2
Exceção/Reação	
Agentes	Software LMS
Recursos	Computador, banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.3: SUBMETER AVALIAÇÃO INICIAL
Descrição	Submeter o mesmo a avaliação inicial
Ações	Executar a avaliação. Atualizar no banco de dados a trilha de progresso do aluno com os aspectos temporais e parâmetros de avaliação previstos.
Pré-condição	Conclusão do evento resultante do teste “módulo concluído com aprovação?” = “Não”
Pós-condição	Avaliação inicial ter sido executada e trilha de progresso do aluno estar atualizada com o resultado da avaliação inicial, através da verificação de situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.3
Exceção/Reação	
Agentes	Aluno, administrador, software LMS
Recursos	Computador, banco de dados, internet, multimídia

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.4: ANALISAR RESULTADO DA AVALIAÇÃO INICIAL
Descrição	Apresentar o resultado da avaliação inicial, considerando os aspectos temporais e os parâmetros previstos.
Ações	Ler banco de dados e apresentar o resultado
Pré-condição	Conclusão do evento de atualização positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.3.
Pós-condição	Estar apresentado ao professor o resultado da avaliação inicial, através da verificação do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.4
Exceção/Reação	
Agentes	Professor e software LMS
Recursos	Computador e banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.5: ANALISAR TRILHA DE PROGRESSO NO MÓDULO
Descrição	Apresentar ao professor o desempenho do aluno no módulo, considerando os aspectos temporais e os parâmetros previstos.
Ações	Ler no banco de dados e apresentar ao professor os resultados de desempenho do aluno no módulo
Pré-condição	Conclusão do evento de atualização positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.14
Pós-condição	Estar apresentando ao professor o desempenho do aluno, através da verificação de situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.5
Exceção/Reação	
Agentes	Professor, software LMS, Administrador
Recursos	Computador, banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.6: REGISTRAR MÓDULO CONCLUÍDO
Descrição	Registrar na trilha de progresso do aluno que o módulo foi concluído pelo aluno com aprovação
Ações	Atualizar no banco de dados o <i>status</i> de conclusão do módulo pelo aluno indicando que o mesmo foi aprovado no módulo. Esta informação deverá atualizar automaticamente a trilha de progresso
Pré-condição	Conclusão do evento resultante do teste de condição “desempenho do aluno nos exercícios >= desempenho mínimo?” = “Sim” ou conclusão do evento resultante do teste de condição “aluno atingiu na avaliação inicial desempenho mínimo no curso?” = “Sim”
Pós-condição	Estar registrada a conclusão do curso com aprovação na trilha de progresso do aluno através da verificação de situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.6
Exceção/Reação	
Agentes	Professor, Software LMS
Recursos	Computador , banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.7: REGISTRAR MÓDULO NÃO CONCLUÍDO
Descrição	Registrar na trilha de progresso do aluno que o módulo não foi concluído.
Ações	Atualizar o banco de dados o <i>status</i> de conclusão do curso pelo aluno, indicando que o mesmo foi reprovado no curso. Esta informação deverá atualizar automaticamente a trilha de progresso do aluno
Pré-condição	Conclusão do evento resultante do teste de condição “Desempenho do aluno >= desempenho mínimo?” = “Não”
Pós-condição	Estar registrada a não conclusão do curso na trilha de progresso do aluno, através da verificação da situação positivado <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa 2.7.
Exceção/Reação	
Agentes	Professor, Software LMS
Recursos	Computador, banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.8: VERIFICAR PRÓXIMO MÓDULO
Descrição	Verificar a sugestão do módulo a ser executado após a conclusão, com aprovação, do módulo corrente
Ações	Verificar no banco de dados qual módulo é sugerido para ser executado após a conclusão do módulo corrente e verificar no banco de dados o <i>status</i> de conclusão do mesmo.
Pré-condição	Conclusão do evento de atualização positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.7 ou o evento resultante do teste de condição “Módulo concluído com aprovação?” = “Sim”
Pós-condição	Verificar a sugestão do próximo módulo a ser executado, através da verificação de situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.8
Exceção/Reação	Exceção: o aluno realizou todos os módulos Reação: executar tarefa T2.15
Agentes	Administrador, software LMS
Recursos	Computador, banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução Supertarefa: Estudar do conteúdo do módulo
Nome da Tarefa	T2.9: LEITURA DO MATERIAL - ADM
Descrição	Apresentar ao aluno os materiais correspondentes a organização do módulo
Ações	Atualizar banco de dados
Pré-condição	Conclusão do evento resultante do teste de condição “Aluno atingiu na avaliação inicial desempenho mínimo para suprir curso” = “Não” ou situação negativa do <i>status</i> indicativo de conclusão do módulo
Pós-condição	Atividade de leitura ter sido executada, através da verificação da situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.9. Atualizar trilha de progresso do aluno
Exceção/Reação	
Agentes	Aluno, Software LMS
Recursos	Computador, banco de dados, internet, multimídia

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução Supertarefa: Estudar do conteúdo do módulo
Nome da Tarefa	T2.10: LEITURA DO MATERIAL - TEORIA
Descrição	Apresentar ao aluno os materiais correspondentes aos fundamentos teóricos do módulo
Ações	Atualizar banco de dados
Pré-condição	Conclusão do evento resultante do teste de condição “Aluno atingiu na avaliação inicial desempenho mínimo para suprir curso” = “Não” ou situação negativa do <i>status</i> indicativo de conclusão do módulo
Pós-condição	Atividade de leitura ter sido executada, através da verificação da situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.10. Atualizar trilha de progresso do aluno
Exceção/Reação	
Agentes	Aluno, Software LMS
Recursos	Computador, banco de dados, internet, multimídia

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução Supertarefa: Estudar do conteúdo do módulo
Nome da Tarefa	T2.11: LEITURA DO MATERIAL - SIMPROCESS
Descrição	Apresentar ao aluno os materiais correspondentes a utilização do Simprocess
Ações	Atualizar banco de dados
Pré-condição	Conclusão do evento resultante do teste de condição “Aluno atingiu na avaliação inicial desempenho mínimo para suprir curso” = “Não” ou situação negativa do <i>status</i> indicativo de conclusão do módulo
Pós-condição	Atividade de leitura ter sido executada, através da verificação da situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.11. Atualizar trilha de progresso do aluno
Exceção/Reação	
Agentes	Aluno, Software LMS
Recursos	Computador, banco de dados, internet, multimídia

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução Supertarefa: Estudar do conteúdo do módulo
Nome da Tarefa	T2.12: IMPLEMENTAÇÃO - PROJETO
Descrição	Determinar ao aluno as atividades para a elaboração do projeto
Ações	Atualizar banco de dados
Pré-condição	Conclusão do evento resultante do teste de condição “Aluno atingiu na avaliação inicial desempenho mínimo para suprir curso” = “Não” ou situação negativa do <i>status</i> indicativo de conclusão do módulo
Pós-condição	Atividade de leitura ter sido executada, através da verificação da situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.12. Atualizar trilha de progresso do aluno
Exceção/Reação	
Agentes	Aluno, Software LMS
Recursos	Computador, banco de dados, internet, multimídia

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução Supertarefa: Estudar do conteúdo do módulo
Nome da Tarefa	T2.13: ELABORAÇÃO DE EXERCÍCIOS
Descrição	Determinar ao aluno os exercícios a serem feitos
Ações	Obter dos agentes a identificação dos exercícios propostos
Pré-condição	Conclusão do evento resultante do teste de condição “Aluno atingiu na avaliação inicial desempenho mínimo para suprir curso” = “Não” ou conclusão do evento resultante do teste de condição “Aplicar avaliação inicial” = “Não”
Pós-condição	Atividade de elaboração de exercícios ter sido executada, através da verificação da situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.13. Atualizar trilha de progresso do aluno
Exceção/Reação	
Agentes	Aluno, Software LMS
Recursos	Computador, banco de dados, internet, multimídia

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução Supertarefa: Estudar do conteúdo do módulo
Nome da Tarefa	T2.14: ATUALIZAR TRILHA DE PROGRESSO DO ALUNO
Descrição	Registrar na trilha de progresso do aluno as atividades de estudo executadas
Ações	Atualizar no banco de dados a trilha de progresso do aluno com relação às atividades realizadas
Pré-condição	Conclusão dos eventos de atualização positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão das tarefas T2.9 ou T2.10 ou T2.11 ou T2.12 ou T2.13
Pós-condição	Trilha de progresso do aluno, estar atualizada com o registro das atividades de estudo concluídas, através da verificação de situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa 2.14
Exceção/Reação	
Agentes	Administrador, Software LMS
Recursos	Computador, banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.15: SUBMETER ALUNO A AVALIAÇÃO FINAL
Descrição	Avaliação final do módulo
Ações	Executar a avaliação final. Atualizar banco de dados
Pré-condição	Conclusão do evento de atualização positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.7 ou o evento resultante do teste de condição “Módulo concluído com aprovação?” = “Sim”, para todas as supertarefa-multitareas
Pós-condição	Trilha de progresso do aluno, estar atualizada com o registro do módulo concluído através da verificação de situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa 2.15
Exceção/Reação	
Agentes	Administrador, Software LMS, Aluno
Recursos	Computador, banco de dados

ITEM	CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA
Domínio	Fase: Execução
Nome da Tarefa	T2.16: REGISTRAR CONCLUSÃO DO CURSO
Descrição	Indicar que o aluno concluiu o referido curso
Ações	Atualizar no banco de dados o <i>status</i> de conclusão do curso pelo aluno. Esta informação deverá atualizar automaticamente a trilha de progresso do aluno
Pré-condição	Conclusão do evento de atualização positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.15
Pós-condição	Estar registrado que o aluno concluiu o curso, através da verificação de situação positiva do <i>status</i> indicativo de conclusão da tarefa T2.16
Exceção/Reação	
Agentes	Administrador, Software LMS, Professor
Recursos	Computador, banco de dados