

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Giliane Bernardi

**Instituições Eletrônicas no Desenvolvimento de Jogos de Empresas
para a Capacitação de Coordenadores de Cursos de Graduação**

Porto Alegre

2008

Giliane Bernardi

**Instituições Eletrônicas no Desenvolvimento de Jogos de Empresas
para a Capacitação de Coordenadores de Cursos de Graduação**

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação

Orientador:
Prof. Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa

Porto Alegre

2008

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

B523i Bernardi, Giliane

Instituições eletrônicas no desenvolvimento de jogos de empresas para a capacitação de coordenadores de cursos de graduação [manuscrito] / Giliane Bernardi; orientador: Antônio Carlos da Rocha Costa. – Porto Alegre, 2009.

170 f. + Anexos.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias em Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, 2009, Porto Alegre, BR-RS.

1. Administração universitária – Gestão. 2. Aprendizagem organizacional. 3. Jogos de empresa. 4. Instituições eletrônicas. 5. Agentes de software. 6. Jogo SPOIE. Costa, Antônio Carlos da Rocha. II. Título.

CDU – 371.694.3:681.3:378.1

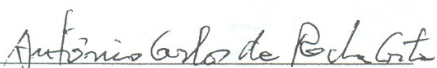


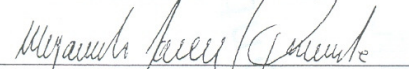
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO


**Ata da Sessão de Defesa de Tese de Doutorado de
 Giliane Bernardi**

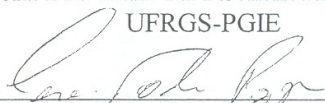
*Instituições Eletrônicas no Desenvolvimento de Jogos de Empresas para o
 Treinamento de Coordenadores de Cursos de Graduação*

Às quatorze horas do dia 08 de janeiro de dois mil e nove, no Auditório do CINTED, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, realizou-se a Defesa de Tese intitulada *Instituições Eletrônicas no Desenvolvimento de Jogos de Empresas para o Treinamento de Coordenadores de Cursos de Graduação*, de autoria de **Giliane Bernardi**, sob a orientação da Prof. Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa. A Banca Examinadora, composta pelos Professores Doutores Liane Margarida Rockenbach Tarouco, Marcelo Pimenta e César Tadeu Pozzer, aprovou a Tese de Doutorado da aluna, que cumpriu com todos os requisitos e terá seu título de Doutor em Informática na Educação homologado pela Comissão de Pós-Graduação em Informática na Educação.


 Prof. Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa
 Presidente e Orientador


 Prof. Dr. Marcelo Pimenta
 UFRGS


 Profa. Dra. Liane M. Rockenbach Tarouco
 UFRGS-PGIE


 Prof. Dr. Cesar Tadeu Pozzer
 UFSM

RESUMO

A gestão de cursos de graduação, no âmbito da coordenação de curso, está relacionada à execução de práticas que visam à melhoria da qualidade de ensino, pesquisa e extensão. No entanto, o que se observa, na maioria dos casos, é que os gestores não apresentam conhecimento aprofundado sobre os processos que estão sob sua responsabilidade, no que se refere ao fluxo de atividades e informações, devido, usualmente, a pouca qualificação ao assumirem cargos administrativos, ocorrendo uma necessidade de profissionalização da gestão. Esta tese propõe a capacitação de coordenadores de cursos de graduação, no que concerne aos seus processos de negócio, através da utilização de Jogos de Empresa. A mesma apresenta o jogo SPOIE – Simulador de Processos Organizacionais baseado em Instituições Eletrônicas, que pretende auxiliar o coordenador de curso a conhecer melhor o fluxo dos processos, os participantes envolvidos em cada processo, bem como as interações que devem ocorrer durante sua realização. A abordagem de Instituições Eletrônicas e Agentes de *Software* é utilizada de forma a prover mecanismos de representação das diversas interações existentes nos processos institucionais. Por fim, é apresentada uma análise da aplicação do SPOIE à coordenadores de cursos de graduação de diferentes Instituições de Educação Superior. Com a implementação da ferramenta e a aplicação realizada, percebe-se que é possível desenvolver um treinamento autônomo dos coordenadores de curso de graduação, no que concerne aos seus processos administrativos, com a abordagem supracitada.

Palavras-chave: 1. Administração universitária – Gestão. 2. Aprendizagem organizacional. 3. Jogos de Empresa. 4. Instituições eletrônicas. 5. Agentes de software. 6. Jogo SPOIE.

BERNARDI, Giliane. **Instituições Eletrônicas no Desenvolvimento de Jogos de Empresas para a Capacitação de Coordenadores de Cursos de Graduação.** – Porto Alegre, 2008. 170 f. + Anexos. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, 2009.

ABSTRACT

The undergraduate programs management (course coordination) concerns in the practices implementation to qualify the teaching, research and extension. However, in most cases, the managers do not have the essential knowledge about the processes that are under their responsibility. Usually, the information flow and their activities are not so precise to the managers. A possible answer is the professor poor skills when he needs to assume an administrative position. This thesis proposes an undergraduate coordinators programs trainee. This program was focused in the business process through an Enterprise Games approach. The article presents the SPOIE - Organizational Process Simulator-based on Electronic Institutions - game, which was developed to assist the coordinator to understand the workflow, the participants involved in each case, as well as the interactions that must occur during its implementation. The software agents and the Electronic Institutions approaches are used to provide a formal representation among the interactions in the existing institutional processes. Finally, we present the SPOIE analysis held in different universities. Considering the above assertions, it is possible to conclude that the game can be used in the coordinators autonomous training of their administrative processes.

Keywords: 1. University administration – Management. 2. Organizational Learning. 3. Enterprise Games. 4. Software Agents. 5. Electronic Institutions. Game SPOIE.

BERNARDI, Giliane. **Instituições Eletrônicas no Desenvolvimento de Jogos de Empresas para a Capacitação de Coordenadores de Cursos de Graduação.** – Porto Alegre, 2008. 170 f. + Anexos. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, 2009.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR NO BRASIL (FONTE: VOESE, 2006)	22
FIGURA 2 - O CONCEITO DE COMPETÊNCIA (FONTE: ADAPTADO DE EBOLI, 2004)	30
FIGURA 3 - APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL E COMPETÊNCIAS (FONTE: ADAPTADO DE EBOLI, 2004).....	31
FIGURA 4 - MODELO DE PROCESSO DE NEGÓCIO (FONTE: ADAPTADO DE ARAUJO, 2000).....	33
FIGURA 5 - MODELO DE APRENDIZAGEM VIVENCIAL (FONTE: ADAPTADO DE KOLB, 1997).....	44
FIGURA 6 - PONTOS DE VISTA PARA ORGANIZAÇÃO DE UM SMA (FONTE: HÜBNER, 2003).....	55
FIGURA 7 - TAXONOMIA ORGANIZACIONAL DO MODELO TOVE (FONTE: ADAPTADO DE FOX <i>ET AL.</i> 1997)	65
FIGURA 8 - VISÃO OBJETIVA DE UMA TAREFA NO MODELO TÆMS (FONTE: HÜBNER, 2003)....	66
FIGURA 9 - VISÃO SUBJETIVA DE UMA TAREFA NO MODELO TÆMS (FONTE: HÜBNER, 2003) ..	67
FIGURA 10 - EXEMPLO DE ESPECIFICAÇÃO ESTRUTURAL COM O MOISE+ (FONTE: SACCHIS E BERNARDI, 2008)	69
FIGURA 11 - EXEMPLO DE ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL COM O MOISE+ (FONTE: SACCHIS E BERNARDI, 2008)	70
FIGURA 12 - MEDIAÇÃO ENTRE AGENTES EM UMA INSTITUIÇÃO ELETRÔNICA (FONTE: ADAPTADO DE SABATER-MIR <i>ET AL.</i> , 2007).....	80
FIGURA 13 - CICLO DE DESENVOLVIMENTO DE UMA INSTITUIÇÃO ELETRÔNICA (FONTE: ADAPTADO DE ESTEVA <i>ET AL.</i> (2004)).....	83
FIGURA 14 - EXEMPLO DE DEFINIÇÃO DE PAPÉIS NA <i>ISLANDER</i>	85
FIGURA 15 - EXEMPLO DE DEFINIÇÃO DE ONTOLOGIA NA <i>ISLANDER</i>	86
FIGURA 16 - EXEMPLO DE DEFINIÇÃO DE <i>FRAMEWORK</i> DIALÓGICO NA <i>ISLANDER</i>	86
FIGURA 17 - CONSTRUÇÃO DE UMA MENSAGEM NA <i>ISLANDER</i>	87
FIGURA 18 - EXEMPLO DE UM GRAFO DE ESTADOS DE UMA CENA NA <i>ISLANDER</i>	87
FIGURA 19 - EXEMPLO DE ESTRUTURA PERFORMATIVA NA <i>ISLANDER</i>	88
FIGURA 20 - EXEMPLO DE SIMULAÇÃO UTILIZANDO A FERRAMENTA <i>SIMDEI</i>	90
FIGURA 21 - EXEMPLO DE UM PROJETO DE AGENTES COM A <i>ABUILDER</i>	91
FIGURA 22 - EXEMPLO DE MONITORAMENTO DA INSTITUIÇÃO ELETRÔNICA PELA <i>AMELI</i>	92
FIGURA 23 - LOGOTIPO DO SPOIE.....	96
FIGURA 24 - ESPECIFICAÇÃO DOS PAPÉIS NO <i>ISLANDER</i>	104

FIGURA 25 - ESPECIFICAÇÃO DO PROCESSO DE ALTERAÇÃO DA MATRIZ CURRICULAR.....	106
FIGURA 26 - GRAFO DE ESTADOS DA CENA <i>cTUTOR</i>	106
FIGURA 27 - GRAFO DE ESTADOS DA CENA <i>cCONSELHOUNIVERSITARIO</i>	108
FIGURA 28 - ESPECIFICAÇÃO DO PROCESSO DE AQUISIÇÃO DE OBRAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
FIGURA 29 - ESPECIFICAÇÃO DO PROCESSO DE <i>OFERTA DE MATRÍCULA</i>	111
FIGURA 30 - GRAFO DE ESTADOS DA CENA NEGOCIAÇÃO COM OUTRAS ÁREAS	112
FIGURA 31 - ESPECIFICAÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE SOLICITAÇÃO DE DISPENSA DE DISCIPLINAS	114
FIGURA 32 - ESPECIFICAÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE SOLICITAÇÃO DE REGISTRO DE ATIVIDADES CURRICULARES COMPLEMENTARES.....	115
FIGURA 33 - ESPECIFICAÇÃO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE SOLICITAÇÃO DE AFASTAMENTO DISCENTE E DOCENTE PARA EVENTOS	116
FIGURA 34 - ARQUITETURA DO AGENTE DEFINIDO PELA FERRAMENTA <i>ABUILDER</i> E SUA CORRESPONDÊNCIA COM A ESPECIFICAÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO ELETRÔNICA.....	118
FIGURA 35 - PROJETO DOS AGENTES PARA O PROCESSO <i>ALTERAÇÃO DA MATRIZ CURRICULAR</i> NA <i>ABUILDER</i>	119
FIGURA 36 - ESPECIFICAÇÃO DA <i>MAINTASK</i> DO AGENTE <i>COORDENAÇÃO</i>	119
FIGURA 37 - CÓDIGO GERADO PARA A <i>MAINTASK</i> DO AGENTE <i>CORDENAÇÃO</i>	120
FIGURA 38 - CÓDIGO GERADO PARA A <i>COLEGIADOSCENEPERF</i> DO AGENTE <i>CORDENAÇÃO</i>	121
FIGURA 39 - MODELO DE INTERFACE DO SPOIE	122
FIGURA 40 - INTERFACE DO SPOIE	122
FIGURA 41 - VISUALIZAÇÃO DO FLUXO DE ATIVIDADES DO PROCESSO <i>ALTERAÇÃO DA MATRIZ CURRICULAR</i>	123
FIGURA 42 - VISUALIZAÇÃO DO FLUXO DE DOCUMENTOS DO PROCESSO <i>ALTERAÇÃO DA MATRIZ CURRICULAR</i>	124
FIGURA 43 - ARQUITETURA DO JOGO SPOIE.....	125
FIGURA 44 - AVATARES DO SPOIE	126
FIGURA 45 - CENÁRIO SIMULADO NO SPOIE – PRIMEIRO ANDAR	129
FIGURA 46 - CENÁRIO SIMULADO NO SPOIE – SEGUNDO ANDAR	130
FIGURA 47 - ARQUITETURA DE COMUNICAÇÃO ENTRE O MODELO DE AGENTES E O MODELO DE ATORES.....	131
FIGURA 48 - DIÁLOGO SIMULADO ENTRE O ATOR <i>COORDENAÇÃO</i> E O ATOR <i>EQUIPE</i>	133
FIGURA 49 - DIÁLOGO SIMULADO ENTRE O ATOR <i>COORDENAÇÃO</i> E O ATOR <i>COLEGIADO</i>	134
FIGURA 50 - ONTOLOGIA DO EIDE E OS DIÁLOGOS SIMULADOS.....	135

FIGURA 51 - DIÁLOGO SIMULADO ENTRE O ATOR COORDENADOR E O ATOR BIBLIOTECA.....	136
FIGURA 52 - DIÁLOGO SIMULADO ENTRE OS ATORES DIREÇÃO DE ÁREA E PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO	137
FIGURA 53 - INTERFACE DINÂMICA APRESENTANDO O FLUXO DE DOCUMENTOS DE UM PROCESSO	138
FIGURA 54 - INTERFACE DINÂMICA APRESENTANDO O RELATÓRIO FINAL DOS DOCUMENTOS GERADOS POR UM PROCESSO.....	138
FIGURA 55 - FIGURA 55 – REPRESENTAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE INTERAÇÃO (FONTE: ODELL ET AL., 2000)	175
FIGURA 56 - REPRESENTAÇÃO DE UMA CLASSE SEGUNDO A AUML (FONTE: BAUER, 2001) ..	176
FIGURA 57 - MODELO DE ANÁLISE E PROJETO DA METODOLOGIA GAIA (FONTE: WOOLDRIDGE ET AL., 2000)	178
FIGURA 58 - MODELOS DA METODOLOGIA GAIA (FONTE: SCHWAMBACH, 2004).....	179
FIGURA 59 - ARQUITETURA DO AGENTE GENÉRICO DE JADE (FONTE: SILVA FILHO, 2005) ..	184

LISTA DE ABREVIATURAS

ABMES	Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior
aBuilder	<i>Agent Builder</i>
ACL	<i>Agent Communication Language</i>
ACSE	<i>Agent Component System Engineering</i>
AMA	<i>American Management Association</i>
AOSE	<i>Agent-Oriented Software Engineering</i>
AUML	<i>Agent Unified Modeling Language</i>
CASA	<i>Collaborative Agent System Architecture</i>
CBSE	<i>Component Based Software Engineering</i>
EIDE	<i>Electronic Institutions Development Environment</i>
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
FIPA	<i>Foundation for Intelligent Physical Agents</i>
IA	Inteligência Artificial
IAD	Inteligência Artificial Distribuída
IE	Instituição Eletrônica
IES	Instituições de Educação Superior
JADE	<i>Java Agent Development Framework</i>
KQML	<i>Knowledge Query and Manipulation Language</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MADKit	<i>Multi-Agent Development Kit</i>
MASE	<i>Multiagent System Engineering</i>
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MOISE	<i>Model of Organization for multi-agent SystEms</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
PLA	<i>Performance Layer Architecture</i>
QJE	Questionário de Avaliação de Jogos de Empresas
Simdei	<i>SIMulation and Dynamics of Electronic Institutions</i>
SMA	Sistema Multiagente
SPOIE	Simulador de Processos Organizacionais baseado em Instituições Eletrônicas
TÆMS	<i>Task Analysis, Environment Modeling and Simulation</i>
TOVE	<i>TOronto Virtual Enterprise</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	QUESTÕES DE PESQUISA.....	15
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>15</i>
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>15</i>
1.3	JUSTIFICATIVA	16
1.4	PREMISSAS	17
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	18
2	A GESTÃO DE CURSOS DE GRADUAÇÃO E APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL	20
2.1	INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR.....	20
2.2	A COORDENAÇÃO DE CURSOS DE GRADUAÇÃO	24
2.3	APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL.....	29
2.3.1	<i>Fluxo de Processos Organizacionais</i>	<i>32</i>
2.4	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	35
3	JOGOS DE EMPRESA	38
3.1	JOGOS DE EMPRESA NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	43
3.2	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	45
4	MODELAGEM DE SISTEMAS ORIENTADOS A AGENTES.....	48
4.1	AGENTES DE <i>SOFTWARE</i>	49
4.2	SISTEMAS MULTIAGENTES	52
4.2.1	<i>Organização em Sistemas Multiagentes.....</i>	<i>54</i>
4.3	ENGENHARIA DE SOFTWARE ORIENTADA A AGENTES.....	57
4.3.1	<i>Classificação da Engenharia de Software Orientada a Agentes</i>	<i>59</i>
4.3.2	<i>Modelagem de Sistemas Multiagentes Centrada na Organização</i>	<i>63</i>
4.4	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	72
5	INSTITUIÇÕES ELETRÔNICAS	75
5.1	ESPECIFICAÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO ELETRÔNICA	76
5.1.1	<i>Agentes e Papéis.....</i>	<i>77</i>

5.1.2	<i>Framework Dialógico</i>	78
5.1.3	<i>Cenas</i>	78
5.1.4	<i>Estrutura Performativa</i>	78
5.1.5	<i>Regras normativas</i>	79
5.2	ENGENHARIA DE INSTITUIÇÕES ELETRÔNICAS.....	79
5.3	O AMBIENTE EIDE - <i>ELECTRONIC INSTITUTIONS DEVELOPMENT ENVIRONMENT</i>	81
5.3.1	<i>Islander</i>	84
5.3.2	<i>Simdei</i>	89
5.3.3	<i>aBuilder</i>	90
5.3.4	<i>Ameli</i>	91
5.4	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	93
6	MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DO SPOIE - SIMULADOR DE PROCESSOS ORGANIZACIONAIS BASEADO EM INSTITUIÇÕES ELETRÔNICAS	96
6.1	MODELAGEM DOS PROCESSOS.....	97
6.1.1	<i>Modelos Conceituais dos Processos</i>	97
6.1.2	<i>Especificação da Instituição Eletrônica no âmbito do SPOIE</i>	103
6.2	IMPLEMENTAÇÃO DOS AGENTES.....	117
6.3	INTERFACE E ARQUITETURA DO SPOIE.....	121
6.4	COMUNICAÇÃO INTERAGENTES, AGENTES-ATORES E ATORES-USUÁRIO.....	130
6.5	FLUXO DE DOCUMENTOS	137
6.6	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	139
7	APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	142
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....	154
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
	APÊNDICE A – MODELAGEM CONCEITUAL DE AGENTES E INFRA- ESTRUTURAS DE DESENVOLVIMENTO	173
	<i>MAS-CommonKADS</i>	180
	<i>OpenCybele</i>	181
	<i>MadKit - Multi-Agent Development Kit</i>	182
	<i>CASA - Collaborative Agent System Architecture</i>	182
	<i>Jade</i> 183	

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO JOGO DE EMPRESA	
SPOIE	186
APÊNDICE C – ARTIGOS PUBLICADOS.....	189

1 Introdução

O ensino é uma preocupação que está presente nos mais diversos segmentos da sociedade, inclusive nas organizações empresariais. No que se refere a Instituições de Educação Superior (IES), esta preocupação reflete-se, prioritariamente, na qualidade de ensino apresentada, fator crucial para seu desenvolvimento e sustentabilidade.

Porém, diante das mudanças significativas, associadas ao aumento da competitividade, “clientes” cada vez mais exigentes, bem como ocorrências freqüentes de alterações nas diretrizes educacionais nacionais, torna-se fundamental que as IES revejam sua missão e seus processos de forma a se adaptarem a essa nova realidade. Neste contexto, é crucial que a educação, em IES, ultrapasse a visão de ensino-aprendizagem apenas ao seu público-alvo, no caso, os alunos, e também se torne prioridade para o quadro de funcionários que compõe sua estrutura organizacional. *A execução eficiente dos processos relacionados à gestão*, com rapidez e precisão, pode proporcionar reflexos positivos no objetivo fim que é a educação de seus alunos.

No que tange a processos relacionados à *coordenação de cursos de graduação*, este fator pode tornar-se mais evidente. Espera-se de um coordenador de curso que este trabalhe com vistas a melhorar constantemente a qualidade de ensino, pesquisa e extensão de seu curso. No entanto, o que se constata, muitas vezes, são coordenadores sobrecarregados com tarefas administrativas. Isto ocorre devido a muitos fatores, entre eles: (a) mudanças freqüentes no fluxo de execução dos processos e das informações; (b) falta de preparo do coordenador, que na maioria das vezes *assume um cargo sem preparo prévio*; e (c) intensa comunicação entre diferentes setores na realização de tarefas, o que pode tornar o processo moroso, se não for bem executado.

Usualmente, *professores do corpo docente são escolhidos coordenadores de curso*, sem uma experiência prévia de gestão, sendo que, neste caso, a execução das tarefas administrativas pode ser uma tarefa extremamente complexa. Nestas situações, a preparação adequada destes profissionais torna-se imprescindível para o sucesso de sua gestão.

Assim, o tema desta pesquisa é **a capacitação de coordenadores de cursos de graduação no que se refere à capacitação operacional dos processos administrativos relacionados ao cargo que ocupam.**

1.1 Questões de Pesquisa

Considerando o panorama apresentado, relativo ao desempenho dos coordenadores de cursos de graduação, as questões de pesquisa são:

- **como treinar os coordenadores de cursos de graduação no que se refere à capacitação operacional dos processos administrativos?**
- **pode o paradigma das instituições eletrônicas ser utilizado como modelo referencial para o desenvolvimento de um jogo de empresa que treine os coordenadores de cursos de graduação em seus processos administrativos?**

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo Geral*

Realizar a modelagem, especificação, implementação e avaliação de um Jogo de Empresa para a capacitação de coordenadores de cursos de graduação em Instituições de Educação Superior na execução de seus processos, utilizando a abordagem de Instituições Eletrônicas.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

Como objetivos específicos desta tese, pretende-se:

- **conceituar a coordenação de cursos de graduação no contexto de suas organizações;**
- **conceituar aprendizagem organizacional priorizando a capacitação de processos operacionais;**
- **realizar um levantamento bibliográfico sobre Jogos de Empresa e a utilização dos mesmos no contexto educacional;**
- **apresentar a área de Engenharia de *Software* Orientada a Agentes focando os modelos de Organização em Sistemas Multiagentes;**
- **realizar um levantamento bibliográfico sobre Instituições Eletrônicas e ambiente de desenvolvimento;**
- **identificar e descrever processos administrativos que envolvem a gestão de cursos de graduação;**
- **modelar e especificar os processos identificados através de Instituições Eletrônicas;**

- **desenvolver um protótipo de Jogo de Empresa baseado em Instituições Eletrônicas;**
- **aplicar o protótipo desenvolvido à coordenadores de cursos de graduação, analisando os aspectos relacionados ao jogo e aos processos simulados.**

1.3 Justificativa

Voese (2006) acredita que a gestão acadêmica se mostra cada vez mais complexa por apresentar uma multilateralidade, devido aos inter-relacionamentos que são alcançados com a grande quantidade de aspectos, tanto internos ao próprio sistema de educação, como externos, referentes ao ambiente em que se desenvolvem. As Instituições de Educação Superior (IES), usualmente, são caracterizadas pela grande participação de diferentes envolvidos nos processos administrativos, fomentando uma gestão democrática. Sua estrutura organizacional é formada por vários níveis hierárquicos, e grande parte dos processos circulam por diversos setores, seja no fornecimento ou geração de informações pertinentes à execução dos mesmos, seja em negociações, ou até mesmo para a tomada de determinadas decisões. Apesar de este aspecto tornar o processo administrativo mais participativo e democrático, por outro lado, torna o mesmo mais demorado e, por muitas vezes, difícil de ser compreendido, elevando sua complexidade.

Além da complexidade dos processos administrativos, o gestor acadêmico, usualmente, aprende suas funções já exercendo o cargo de coordenador, baseado fortemente no auto-aprendizado e no método de tentativa e erro (Ahmad *apud* Silva, 2005). Segundo Voese (2006), é possível encontrar instituições que não apresentam conhecimento aprofundado sobre os processos de gestão acadêmica e o fluxo de informações que tramita nos mesmos. A falta de conhecimento, neste caso, pode resultar em tomadas de decisão, por parte do coordenador, baseadas apenas em experiências pessoais, o que pode ocasionar resultados falhos e/ou equivocados.

O objetivo principal de um coordenador de curso de graduação deveria estar relacionado à execução de práticas que visam à melhoria da qualidade de ensino, pesquisa e extensão associada aos alunos que estão sob sua “responsabilidade” (Franco, 2007). No entanto, o que se verifica, na maioria das instituições, são coordenadores visivelmente sobrecarregados com atividades administrativas e burocráticas, restando-lhes pouco tempo para trabalharem em prol de melhorias e inovações educacionais para o curso em si. Evidentemente que estas atividades, ditas administrativas, fazem parte das responsabilidades

atribuídas ao coordenador e que elas estão relacionadas à gestão do curso, porém, na maioria dos casos, são processos que envolvem muitos setores, muita informação disponibilizada e a ser gerada e, muitas vezes, que envolvem a tomada de decisão, fazendo com que o coordenador se demore muito na execução de tais atividades, seja por falta de treinamento ou por falta de comunicação adequada com todos os participantes envolvidos. Este é um dos fatores determinantes que justificam a capacitação destes profissionais na execução de suas atividades, para que os recursos humanos (no caso específico, o coordenador de curso de graduação) sejam utilizados de forma otimizada. Além disso, é importante salientar que uma das responsabilidades primordiais de um coordenador é servir de elo entre docentes, discentes e demais órgãos administrativos. Desta forma, se o coordenador puder conhecer e aprimorar os processos ligados à Gestão Acadêmica pode contribuir para o aperfeiçoamento dos mesmos, auxiliando na melhoria de toda a instituição.

O treinamento dos processos administrativos pode auxiliar no conhecimento, de forma detalhada, do fluxo de atividades e informações e como elas devem ser percorridas e desenvolvidas no decorrer dos processos. Com este conhecimento apreendido, espera-se que os coordenadores possam refletir sobre os mesmos, buscando alternativas que otimizem o tempo de desenvolvimento de suas tarefas, bem como aperfeiçoem sua execução. Refletindo sobre suas atividades, os processos podem ser melhorados e adaptados para novas situações, de forma a permitir a melhoria constante na sua realização.

1.4 Premissas

A Tecnologia de Informação pode ser utilizada de várias formas neste contexto, proporcionando a capacitação de recursos humanos para conhecimento e execução de suas atividades (Silva, 2002). No que tange à capacitação de recursos humanos na execução e análise de processos organizacionais, os *Jogos de Empresa informatizados podem ser utilizados como ambientes inovadores e motivadores* (Barton *apud* Casagrande, 2006; Rodrigues e Riscarolli, 2001). Usualmente, o que se observa nas instituições são palestras sobre temas ligados à gestão, mas que não apresentam de forma detalhada a execução de atividades pertencentes à rotina diária dos envolvidos. Além disso, são expositivas e não fazem com que o gestor efetivamente vivencie e reflita sobre os processos.

No que se refere ao aspecto das diversas interações que são necessárias na execução destes processos, conceitos relacionados a *agentes de software podem ser utilizados de forma a conseguir representar adequadamente as possíveis interações e como elas ocorrem no*

desenrolar do processo (Hübner e Sichman, 2007; Argente *et al.*, 2007). A área de Engenharia de *Software* Orientada a Agentes tem se mostrado uma abordagem interessante na modelagem e especificação de sistemas que envolvem diversos participantes que interagem em determinados momentos na resolução de problemas. Um fator importante a ser considerado é que tanto normas internas (da instituição) como externas (por exemplo, diretrizes do Ministério da Educação – MEC) precisam ser respeitadas na execução e tomada de decisão. Desta forma, é preciso que os gestores conheçam estes regulamentos e saibam como proceder na execução de procedimentos, diante de tais normas. *Uma abordagem que pode ser utilizada para integrar a visão de jogos de empresas e agentes, regulando as interações entre eles, é a de Instituições Eletrônicas* (Garcia-Camino *et al.*, 2005; Esteva, 2003).

O conceito de *Instituição Eletrônica* é baseado no conceito de instituições humanas. Em Sistemas Multiagentes, tem-se o conceito de entidades autônomas que interagem para atingir objetivos individuais, porém não se pode ter certeza de qual será o comportamento deles junto ao sistema. Desta forma, o uso de uma Instituição Eletrônica que regula o comportamento de agentes da mesma forma que instituições humanas regulam o comportamento das pessoas é um dos mecanismos que podem ser empregados para garantir o eficiente funcionamento de um sistema (Sabater-Mir *et al.*, 2007).

Assim, surge a possibilidade de trabalhar todos os aspectos citados *através da utilização de jogos de empresa, em união com a abordagem de instituições eletrônicas e agentes de software.*

1.5 Organização do Trabalho

Este trabalho está estruturado da seguinte forma. O capítulo 2 tem como objetivo descrever a área tema deste trabalho, a Coordenação de Cursos de Graduação em Instituições de Educação Superior, descrevendo suas características e forma de gestão e levantando aspectos relacionados à Aprendizagem Organizacional.

O capítulo 3 apresenta os Jogos de Empresa e suas contribuições no contexto Educacional, seus objetivos, vantagens, bem como importância de utilização. Já o capítulo 4 está focado na revisão bibliográfica sobre a área de Engenharia de *Software* Orientada a Agentes (AOSE – *Agent-Oriented Software Engineering*). Inicialmente, o capítulo aborda uma revisão sobre agentes e Sistemas Multiagentes, descrevendo conceitos que são importantes para a compreensão da área de AOSE. Neste capítulo são apresentadas algumas

metodologias de modelagem e especificação orientada a agentes, com o objetivo de analisar possibilidades para o trabalho.

O capítulo 5 apresenta as Instituições Eletrônicas, descrevendo um ambiente de desenvolvimento das mesmas, de forma a avaliar a possibilidade de utilização no sistema proposto. O capítulo 6 apresenta a modelagem e descrição de processos executados pelos coordenadores de cursos de graduação, apresentando ainda a especificação dos mesmos como uma Instituição Eletrônica, a implementação dos agentes de *software* e do simulador proposto.

O capítulo 7 apresenta e analisa os resultados obtidos, seguindo pelo capítulo 8, que discute as conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

2 A Gestão de Cursos de Graduação e Aprendizagem Organizacional

Este capítulo tem como objetivo apresentar um panorama sobre Instituições de Educação Superior (IES), bem como aspectos relacionados aos processos realizados para gestão de processos acadêmicos e administrativos (em nível de coordenação de curso) de cursos de graduação.

2.1 Instituições de Educação Superior

De acordo com Loureiro *apud* Voese (2006), a palavra universidade é originária do latim *universitas* e significa o conjunto integral e completo dos seres particulares que constituem uma coletividade determinada. Esta coletividade é formada por professores, alunos, administradores (gestores), e servidores técnico-administrativos que, atuando conjuntamente, procuram buscar soluções para possíveis problemas identificados nas esferas sociais, políticas, econômicas e ambientais.

De acordo com o artigo primeiro da lei 9.394/1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação (LDB, 1996) “A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais”.

Em função disto, Luckesi *et al.* (2001) afirma que as universidades deveriam ser vistas como um lugar utilizado para o cultivo do espírito e do saber, onde se desenvolvem as mais elevadas formas de cultura e reflexão, se estabelecendo uma mentalidade criativa, comprometida com a busca cada vez mais séria da verdade, por meio dos exercícios da assimilação, da comparação, da análise e da avaliação das proposições e dos conhecimentos.

A lei 9.394/1996, em seu artigo 43, destaca algumas finalidades da educação superior (LDB, 1996):

I - estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;

II - formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua;

III - incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive;

IV - promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;

V - suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional e possibilitar a correspondente concretização, integrando os conhecimentos que vão sendo adquiridos numa estrutura intelectual sistematizadora do conhecimento de cada geração;

VI - estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;

VII - promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição.

Neste contexto, as IES precisam atuar como organizações sociais que prezam pelo renovado e permanente desenvolvimento científico, tecnológico e cultural da sociedade. Ainda, precisam possuir o compromisso de produzir e sistematizar novos conhecimentos e socializar os já existentes, de forma planejada, por meio de projetos que determinam tanto a sua ação científica e tecnológica quanto a sua prática pedagógica e social.

As Instituições de Educação Superior podem ser agrupadas em categorias, de acordo com características similares, segundo sua natureza jurídica, a natureza jurídica de suas mantenedoras, e quanto à sua organização acadêmica. Esta classificação (figura 01) é definida na Lei 9.394/1996, regulamentada pelos Decretos Federais 2.306/1997, 3.860/2001 e 4.914/2003 (Voese, 2006).

Para este trabalho adotou-se como referência uma Universidade Comunitária do estado do Rio Grande do Sul. Universidades Comunitárias são assim denominadas por caracterizarem-se como Instituições de Educação Superior sem fins lucrativos, voltadas prioritariamente para ações educacionais de caráter social. As Universidades e Centros Universitários inseridos neste perfil não pertencem a indivíduos isolados, possuindo como possíveis mantenedoras a comunidade, igrejas, congregações, entre outras, podendo ser confessionais ou não (Abruc, 2007).

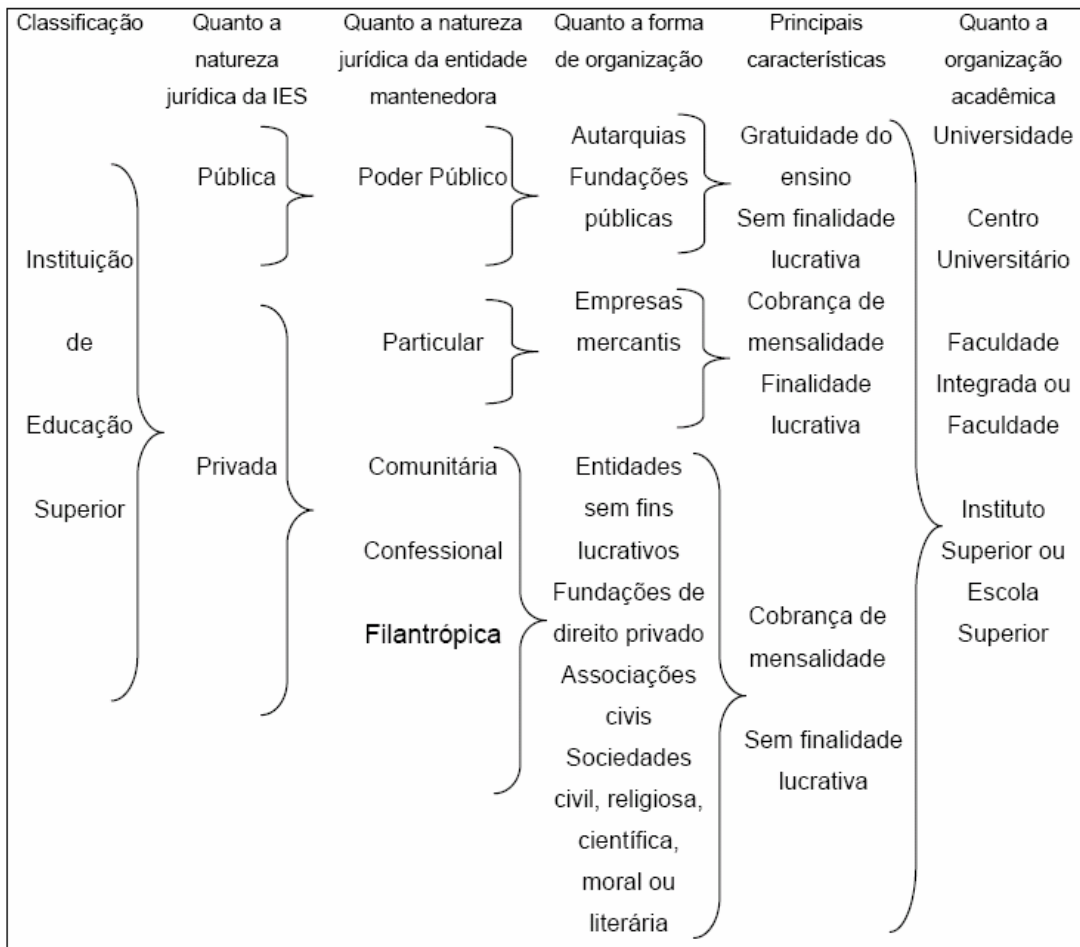


Figura 1 - Classificação das instituições de educação superior no Brasil (Fonte: Voese, 2006)

Estas instituições, normalmente, desenvolvem atividades de ensino, pesquisa e extensão, sendo todas direcionadas para o melhoramento social no ambiente em que a instituição está localizada. Além disso, por serem sem fins lucrativos, todos os valores recebidos pela instituição devem ser revertidos para o desenvolvimento da mesma, não podendo ser distribuídos lucros, tampouco remuneração sobre o capital, para os dirigentes da instituição ou de sua mantenedora (Voese, 2006).

Algumas características podem ser atribuídas a uma Universidade Comunitária (Frantz, 2004):

- transparência administrativa, com uma gestão democrática, onde haja uma rotatividade administrativa;
- austeridade da gestão financeira;
- controle público das atividades, através da participação da comunidade;

- atividades acadêmicas voltadas para prestação de serviços à comunidade, ou seja, ênfase no desenvolvimento da comunidade local e regional;
- destinação dos eventuais excedentes e de seu patrimônio à educação; e
- desenvolvimento das atividades sem fins lucrativos, ou seja, não presta serviços como atividade econômica.

Usualmente, uma Universidade Comunitária apresenta a seguinte estrutura organizacional:

- Administração Superior, composta pelo Conselho Universitário e a Reitoria (que normalmente possui uma vice-reitoria);
- Administração Geral, que é formada por órgãos vinculados às pró-reitorias (graduação, pesquisa, extensão, pós-graduação e administrativa);
- Unidades de Ensino, Pesquisa e Extensão, divididas por área de conhecimento.

As áreas são unidades organizacionais, responsáveis pela produção e gestão operacional do ensino, da pesquisa e da extensão. É de responsabilidade das áreas, sob a supervisão das pró-reitorias, organizar o funcionamento e gestão operacional dos cursos e programas. A administração das áreas compreende, usualmente, o conselho de área, a direção de área, os órgãos colegiados e as coordenações dos cursos. O curso é a subunidade da estrutura de uma instituição para efeito de planejamento, organização e administração didático-científica.

Essa organização e estrutura fundamentam-se nos princípios de autonomia administrativa, didático-científica, patrimonial, econômico-financeira e de gestão de recursos humanos; integração das atividades acadêmicas de ensino, pesquisa e extensão; integração acadêmico-administrativa; capacitação e qualificação dos quadros de pessoal docente e técnico-administrativo; unidade e flexibilidade nas questões operacionais e didático-pedagógicas e direcionamento das atividades institucionais para os destinatários de sua missão, mantida a atualização e a qualificação dos serviços.

O modelo apresentado possui um considerável número de níveis hierárquicos e, como conseqüência, um número maior de cargos a serem assumidos, ou seja, papéis a serem desempenhados. Analisando em termos de descentralização e gestão democrática, este pode ser considerado um aspecto positivo, pois os processos são realizados especificadamente por setores bem delineados. Por outro lado, a quantidade de níveis gera um elevado número de

interações. Na execução das atividades institucionais, em muitos casos, diversos setores estão envolvidos, seja no fornecimento de informações ao processo ou auxiliando na tomada de decisões. Assim, pode-se considerar que os processos envolvem diversos agentes que, através de constantes interações, atuam em busca de alcançar o objetivo final do processo em questão e, conseqüentemente, o objetivo global da instituição. Estes agentes podem atuar representando diferentes papéis, dependendo do contexto da atividade, bem como podem ser participantes de diferentes níveis da hierarquia institucional.

Estas interações podem tornar o processo decisório, bem como a realização de simples tarefas, demasiadamente demorado, dificultando a gestão institucional no que se refere a cumprimento de prazos e correta realização das atividades. Ainda, a visão processual tende a ficar prejudicada tornando mais difícil a implantação da gestão por processo (Voese, 2006).

Entre os papéis responsáveis pela gestão organizacional de IES encontra-se o *Coordenador de Cursos de Graduação*, que exerce uma função de grande relevância para a efetivação de um ensino superior de qualidade. Segundo Silva (2005), isto ocorre pelo fato do coordenador não assumir apenas responsabilidades administrativas, mas também assumir funções com dimensões pedagógicas, acadêmicas e científicas, exigindo dele competências gerenciais, técnicas e científicas no campo profissional correspondente ao curso.

Na proposta em questão, pretende-se abordar processos administrativos relacionados à coordenação de cursos de graduação. A próxima seção apresenta algumas características e atribuições dos coordenadores de cursos de graduação.

2.2 A Coordenação de Cursos de Graduação

Para (Silva, 2005), a principal responsabilidade da Universidade é de tornar o conhecimento acessível à sociedade e, através de seus cursos de graduação, identificar-se como agente de transformação do conhecimento em condutas profissionais e pessoais, abrangentes e significativas para a sociedade. Para que este processo de transformação se realize de forma desejável é necessário que exista na instituição um papel responsável pela sua administração. Segunda a autora, esta responsabilidade cabe às coordenações de curso.

De acordo com a Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior - ABMES, a coordenação de curso é responsável pela gestão e pela qualidade do curso, sendo o coordenador de curso um dos principais gestores da educação na estrutura das IES (ABMES, 2007).

As coordenações de curso surgiram como uma das inovações da Reforma Universitária (1968), em substituição aos Conselhos Técnicos Administrativos e Congregações, sendo formadas por um colegiado com a responsabilidade referente aos assuntos direta e especificamente ligados ao ensino, neste caso, o de graduação (Sabadia, 1998).

Para Franco (2007), as atribuições e encargos do coordenador de curso podem ser classificadas em quatro grandes áreas: (1) funções políticas; (2) funções gerenciais; (3) funções acadêmicas; e (4) funções institucionais.

Por *funções políticas* pode-se citar o exercício de liderança feito pelo coordenador, na gestão de alunos, de seus pares, em direção ao reconhecimento da sociedade e ao sucesso do curso. Ainda, o coordenador possui a função estratégica de ser referência para os docentes no que se refere a instigá-los a conhecer e compreender a complexidade da instituição (Reis, 2005). Além disso, o coordenador deverá ser um “animador” de professores e alunos, possuindo atitudes estimuladoras, motivacionais, proativas e articuladoras, mostrando-se presente e participativo nas ações do curso. Esta atitude motivacional deve ser projetada também para a sociedade, não sendo trabalhada apenas no âmbito do curso. Como outra atribuição política, o coordenador deve ser o representante do seu curso e como tal, possuir representatividade nos diversos segmentos da sociedade, fator que pode ser impulsionado pelo exercício de liderança. Esta representatividade pode ser expressa também pelas ações de responsabilidade social dos integrantes do curso para com a sociedade. Isto exige que o coordenador esteja atento aos movimentos da sociedade. Por fim, o coordenador de curso deve ser o responsável pelo *marketing* do curso, devendo conhecer o diferencial de seu curso, os fatores de qualidade, objetivos e pontos fortes, que permitam a ele divulgar o curso, em busca de novos “clientes” para atender a demanda. Caracteriza-se por ser o vínculo do curso com as necessidades emergentes do mercado. “O coordenador deve ser um promotor permanente do desenvolvimento e do conhecimento do curso no âmbito da IES e na sociedade” (Franco, 2007).

Como *funções gerenciais* são destacadas as atribuições que revelam a competência do coordenador na gestão intrínseca do curso que dirige. O coordenador deve ser supervisor das instalações físicas, laboratórios, biblioteca e equipamentos do curso. Com relação à manutenção da biblioteca, o coordenador deve ser responsável pela indicação e autorização da aquisição de livros, bem como qualquer periódico, revista ou material deste gênero, necessários ao desenvolvimento e qualidade do curso. O coordenador deve ser responsável pelo estímulo e controle (supervisão) da frequência docente e discente. Com relação ao

quadro de docentes, o coordenador de curso deve ser responsável pela indicação e orientação no momento de sua contratação ou demissão. No momento da contratação de um docente, fica a cargo do coordenador auxiliá-lo em sua adaptação.

Com relação aos *processos de negócio*, o coordenador deve ser o responsável pelo processo decisório do curso. Negociações e interações devem ser travadas com todos os órgãos necessários e todas as decisões devem ser explicitamente justificadas e documentadas. Segundo (Franco, 2007), a simplificação burocrática no exercício de tais funções deve ser buscada. Não pode ocorrer o desconhecimento por parte do coordenador sobre o que acontece no seu curso, sendo fundamental que conheça todos os processos e informações pertinentes.

A coordenação também auxilia a direção nas atividades acadêmicas (*funções acadêmicas*) específicas do curso, por meio da elaboração, execução e acompanhamento do Projeto Pedagógico do Curso (Portaria Normativa n. 40, 12 de dezembro de 2007, Diário Oficial da União 239), servindo como elemento motivador dos docentes e discentes e contribuindo para o desenvolvimento do curso em todos os aspectos. Normalmente, cabem ao coordenador de um curso de graduação as seguintes responsabilidades acadêmicas:

- acompanhar e estimular o desenvolvimento de atividades complementares do curso;
- estimular a iniciação científica e pesquisa entre docentes e alunos;
- estimular a participação de docentes e alunos em programas e projetos de extensão universitária;
- gerenciar a avaliação sistemática do curso, sendo dada ênfase a qualidade e a regularidade com que tais avaliações devem ser realizadas;
- responsabilizar-se por estágios obrigatórios e não obrigatórios do curso, acompanhando o andamento das atividades dos alunos;
- acompanhar o andamento dos trabalhos de conclusão de curso dos alunos.

Enquanto as funções políticas podem ser destacadas por terem responsabilidade mais forte com a sociedade, as funções institucionais apresentam as responsabilidades do coordenador de curso internamente. O coordenador de curso deve ser responsável por acompanhar a realização de provas de avaliação do curso, tais como o ENADE (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes). Ainda, deve ser responsável por acompanhar alunos egressos, tentando avaliar sua situação profissional em relação ao curso realizado. Por fim, o

coordenador deve ser responsável pelo reconhecimento de seu curso junto ao MEC, viabilizando os requisitos básicos necessários para a avaliação.

O grande número de atribuições, encargos e responsabilidades ligadas à coordenação de um curso de graduação levou a uma concepção de gestão acadêmico-administrativa adotada, usualmente, na forma de uma gestão colegiada, na qual os representantes do corpo docente e corpo discente, juntamente com o coordenador do curso, deliberam sobre assuntos pertinentes ao curso. Em geral, a coordenação é assessorada pelo Colegiado do Curso, constituído pelo coordenador, por representantes docentes eleitos por seus pares e por um ou mais representantes discentes indicados pelos estudantes. Assim, a coordenação desenvolve as atividades de gestão do curso e promove, em especial, as seguintes atividades:

- elaboração conjunta, no período em que antecede o início do ano letivo, do planejamento anual do projeto de gestão acadêmico-administrativa, com ênfase na organização das atividades de apoio técnico-administrativo e na organização do trabalho pedagógico-científico previstos no planejamento do curso;
- reuniões coletivas em que predominam o diálogo e o consenso, com vistas à racionalização do trabalho de gestão;
- elaboração e desenvolvimento de planos de trabalho diretamente ligados à gestão acadêmico-administrativa do curso;
- reuniões de trabalho para análise e busca de soluções das dificuldades detectadas e pelo processo de auto-avaliação do curso.

De acordo com (Franco, 2007), existem quatro requisitos essenciais que devem estar associados a um coordenador de curso para a eficiente execução de suas funções:

1. *Titulação*: é fundamental que o indicado possua mestrado ou doutorado, ou seja, que possua a titulação recomendada pelo MEC, fator considerado importante para que possa “comandar” docentes com situação similar;
2. *Regime de Trabalho*: é necessário que o indicado seja contratado com regime de trabalho de 40 horas semanais (ou similar), para que possa ter tempo para dedicar-se ao curso;
3. *Exercício da Docência*: é fundamental que o docente indicado à coordenação de um curso continue a exercer a docência em, pelo menos, duas turmas do curso, para que seja mantido um vínculo acadêmico com os estudantes sob sua responsabilidade;

4. *Competência Gerencial*: é imprescindível que o coordenador possua eficaz competência gerencial para fazer com que o curso seja efetivamente administrado.

Um aspecto importante a ser considerado é que o coordenador de um curso de graduação representa a principal, senão única, ponte de comunicação entre a instituição e os seus principais clientes, ou seja, os alunos. Desta forma, cabe ao agente que representa este papel gerenciar, informar e monitorar os processos decisórios que envolvem o corpo discente e suas múltiplas interligações com a instituição. Grande parte do tempo despendido por um coordenador ocorre em negociações acerca de rotinas acadêmicas que envolvem diretamente os alunos sob sua responsabilidade.

É possível estabelecer as rotinas acadêmicas sob responsabilidade de um coordenador como processos administrativos. Estes processos precisam ser compreendidos pelos gestores para que as tarefas sejam concluídas a contento. No entanto, dois fatores podem prejudicar a execução otimizada dos processos:

- *alteração do fluxo dos processos*: para Diniz *et. al* (2004), o quadro tecnológico e as questões sociais e econômicas atuais demandam freqüentes alterações nos processos de negócio, nos fluxos de informação e nos processos de decisão. Aliado a este quadro global inserem-se também as mudanças que podem ser provocadas pelo Ministério da Educação, através de normativas e leis que devem ser seguidas pelas instituições de ensino;
- *alteração do participante no papel de coordenador de curso*: conforme explicitado anteriormente, nas Universidades Comunitárias é comum que o coordenador seja eleito por seus pares ou, até mesmo, seja indicado pelas instâncias superiores. Em ambos os casos, o cargo não é permanente e, usualmente, o mesmo é trocado em períodos pré-definidos pela instituição. É importante salientar que, muitas vezes, não ocorre nenhum tipo de transição entre os coordenadores e não é raro que o antigo coordenador não esteja mais na instituição, por motivos diversos.

De acordo com Ahmad *apud* Silva (2005), na maioria das vezes, o gestor acadêmico aprende a ser dirigente já exercendo a função e com auto-aprendizado. A aprendizagem do professor que se transforma em coordenador de curso envolve a aprendizagem através do trabalho, de experiências, através de leituras a documentos e de conversas com outras pessoas da área. Durante este processo, duas situações podem ocorrer:

- o coordenador acaba sendo responsável pela sua própria aprendizagem, ou seja, não há um treinamento formal sobre suas atribuições e responsabilidades. Isso faz

com que ele se depare com as atividades e problemas decorrentes de seu cargo em um ambiente real de trabalho, o que pode gerar desconforto, atrasos, falhas e retrabalho;

- o coordenador recebe uma capacitação formal da instituição, o que normalmente acarreta investimentos financeiros consideráveis, principalmente considerando a rotatividade que pode ocorrer no cargo e nos processos, o que demanda uma atualização do coordenador e do processo de capacitação.

Para Viana (2006), a compreensão dos cenários nos quais o coordenador de curso está inserido permite ao mesmo agir como gestor e promotor de integração. Neste contexto, a *Aprendizagem Organizacional* é importante para que o coordenador conheça suas atividades e identifique como suas tarefas podem se integrar aos demais processos da instituição, contribuindo de forma decisiva para os objetivos globais da organização.

2.3 Aprendizagem Organizacional

Aprendizagem pode ser compreendida como “um processo de mudança de comportamentos a partir da crescente aquisição de conhecimentos sobre si e sobre o meio ambiente” (Vasconcelos e Mascarenhas, 2007). Pensando em termos organizacionais, a aprendizagem implica em conhecer o meio ambiente em que se trabalha, refletir sobre os processos desenvolvidos neste ambiente e promover a melhoria do mesmo. Ainda, a aprendizagem permite que a organização se adapte às mudanças internas e externas, disseminando o conhecimento aprendido entre todos os envolvidos.

Para Antonello (2005), o tema “Aprendizagem Organizacional” vem sendo muito debatido, no que concerne a definições, metodologias e práticas dentro do cotidiano das empresas. Entre as definições citadas pelo autor, encontra-se:

“A Aprendizagem Organizacional pode ser considerada um processo contínuo de apropriação e geração de novos conhecimentos nos níveis individual, grupal e organizacional, envolvendo todas as formas de aprendizagem – formais e informais – no contexto organizacional, alicerçado em uma dinâmica de reflexão e ação sobre as situações-problema e voltado para o desenvolvimento de competências gerenciais.”

As competências gerenciais podem ser entendidas como um conjunto de habilidades e atitudes inerentes ao indivíduo, podendo ser consideradas como um estoque de recursos que o tornam capaz no desempenho das atividades exigidas (McLagan *apud* Fleury e Fleury, 2004). Para Zafirian (2001), a competência pode ser adquirida face às alterações constantes da realidade, ou seja, pode-se entender a competência em co-relação direta com a flexibilidade necessária para as inovações que devem ser compreendidas frente às mudanças.

De acordo com Scott Parry, a competência é resultante, em uma visão simplificada, de três fatores básicos (Parry, 1996):

- *Conhecimentos*: compreensão de conceitos e procedimentos (técnicas). É o **saber fazer**;
- *Habilidades*: representam aptidão e capacidade de realizar e estão associadas à experiência e ao aprimoramento progressivo. É o **poder fazer**;
- *Atitudes*: refere-se à postura e ao modo como as pessoas agem e procedem em relação a fatos, objetos e interações com outras pessoas e seu ambiente de trabalho. É o **querer fazer**.

A figura 02 sintetiza a relação da competência com os três fatores apresentados.

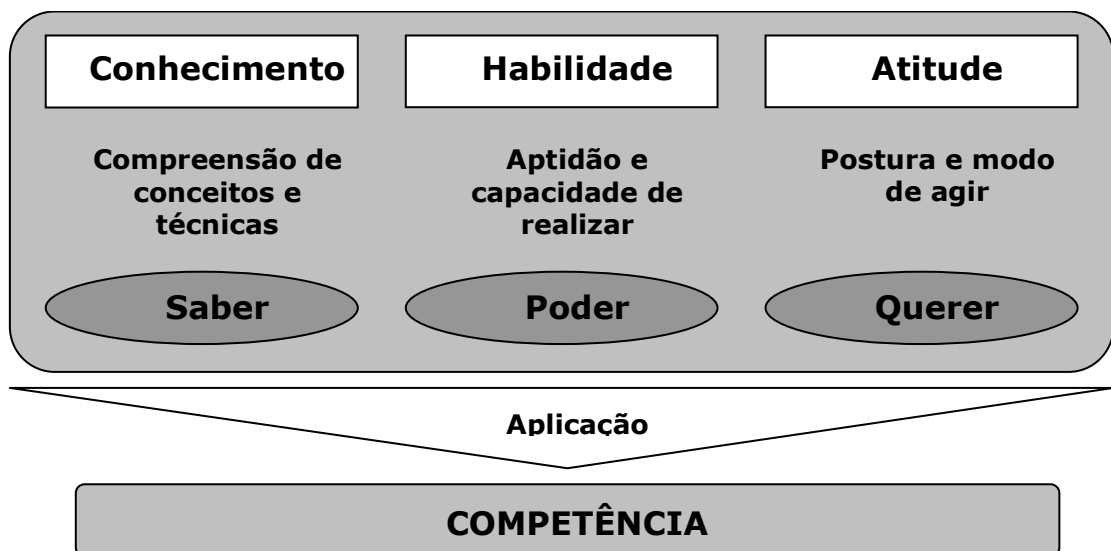


Figura 2 - O conceito de competência (Fonte: adaptado de Eboli, 2004)

Desta forma, torna-se fundamental que as empresas trabalhem com funcionários e/ou equipes que possuam estes três fatores aliados ao seu desempenho profissional, o que pode ser o fator diferencial no mercado. Instituições de ensino podem ser vistas como empresas, no

momento em que possuem um quadro de funcionários que executam processos de negócios que precisam ser desenvolvidos adequadamente.

Na concepção de Mintzberg (2001), uma instituição de ensino pode ser considerada uma “Organização Profissional”, pois possui como principal mecanismo a formação de habilidades, predominando a intenção de profissionalizar, sendo que para isto são necessários profissionais treinados (professores), com considerável controle sobre seu trabalho, sendo que a parte-chave da organização está centrada na essência operacional (a educação e a pesquisa).

A figura 03 apresenta uma relação entre as competências e o emprego da Aprendizagem Organizacional, como elo integrador e articulador destes conceitos.

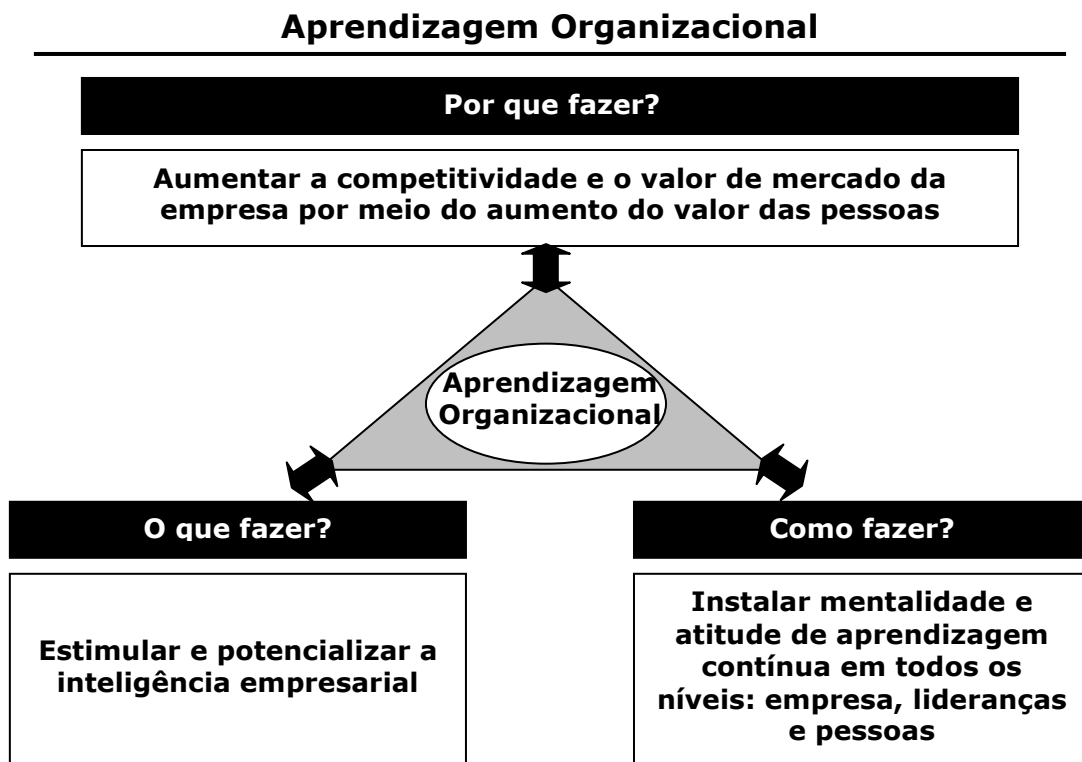


Figura 3 - Aprendizagem Organizacional e competências (Fonte: adaptado de Eboli, 2004)

Ainda, Eboli (2004) enfatiza que a Aprendizagem Organizacional tem metas globais que precisam ser definidas e implantadas em um processo de aprendizagem ativa dentro de uma empresa, considerando a gestão do próprio conhecimento organizacional:

- difundir a idéia de que o capital intelectual é o fator de diferenciação das empresas;
- despertar a vocação para o aprendizado e a responsabilidade pelo seu processo de auto-desenvolvimento;

- **incentivar, estruturar e oferecer atividades de auto-desenvolvimento** (grifo do autor);
- motivar e reter os melhores profissionais, contribuindo para o aumento da realização e da felicidade pessoal.

Entre os diferentes aspectos que podem ser considerados no processo de Aprendizagem Organizacional pode ser citado o conhecimento acerca do fluxo dos processos executados dentro do ambiente organizacional. Segundo Santos (2008), o estudo dos processos de uma organização, de forma sistematizada, pode nortear os caminhos desta organização em direção a inovação e mudança, bem como para novos modelos organizacionais mais leves e flexíveis.

2.3.1 Fluxo de Processos Organizacionais

É fundamental que os funcionários conheçam os processos de negócios pelo qual são responsáveis ou nos quais são parte atuante. Este conhecimento é importante para que todos os *atores* da organização saibam qual o seu papel dentro do fluxo de atividades e quais os papéis dos demais funcionários, aumentando a sinergia da organização e evitando a execução ineficiente dos processos (Diniz *et al.*, 2004).

Por *processo*, pode-se entender como uma coleção de atividades que cooperam entre si para alcançar um objetivo final. Estas atividades podem ser executadas por pessoas, sistemas informatizados ou por ambos. É possível modelar e conceber todo o funcionamento de uma empresa através de seus fluxos de trabalho. Além disso, tão importante quanto os caminhos decisórios, a documentação que acompanha os processos também deve ser definida e gerenciada, principalmente em ambientes educacionais, onde relatórios, atas e pareceres são parte fundamental da organização.

Para Cruz (2000), um *processo de negócio* é um procedimento onde documentos, informações e tarefas são passadas entre os participantes de acordo com um conjunto de regras que devem ser realizadas para alcançar o objetivo do negócio. Quanto melhor forem executadas as atividades, melhor será a qualidade dos serviços oferecidos pela organização, otimizando valores como tempo e recursos. Já Oliveira (2006) define processo como “um conjunto estruturado de atividades seqüenciais que apresentam relação lógica entre si, com a finalidade de atender e, preferencialmente, suplantam as necessidades e as expectativas dos clientes externos e internos da empresa”.

Processos de negócio podem ser representados através de *fluxos de trabalho*, onde modelos são especificados de forma a representar as atividades que compõem o processo, a ordem com que as mesmas devem ser executadas, restrições impostas à sua execução, os atores responsáveis por sua realização (humanos ou automatizados), ferramentas que podem ser utilizadas, bem como os documentos manipulados e/ou construídos em sua execução (WfMC, 1996). A figura 04 apresenta um modelo de processo de negócio.

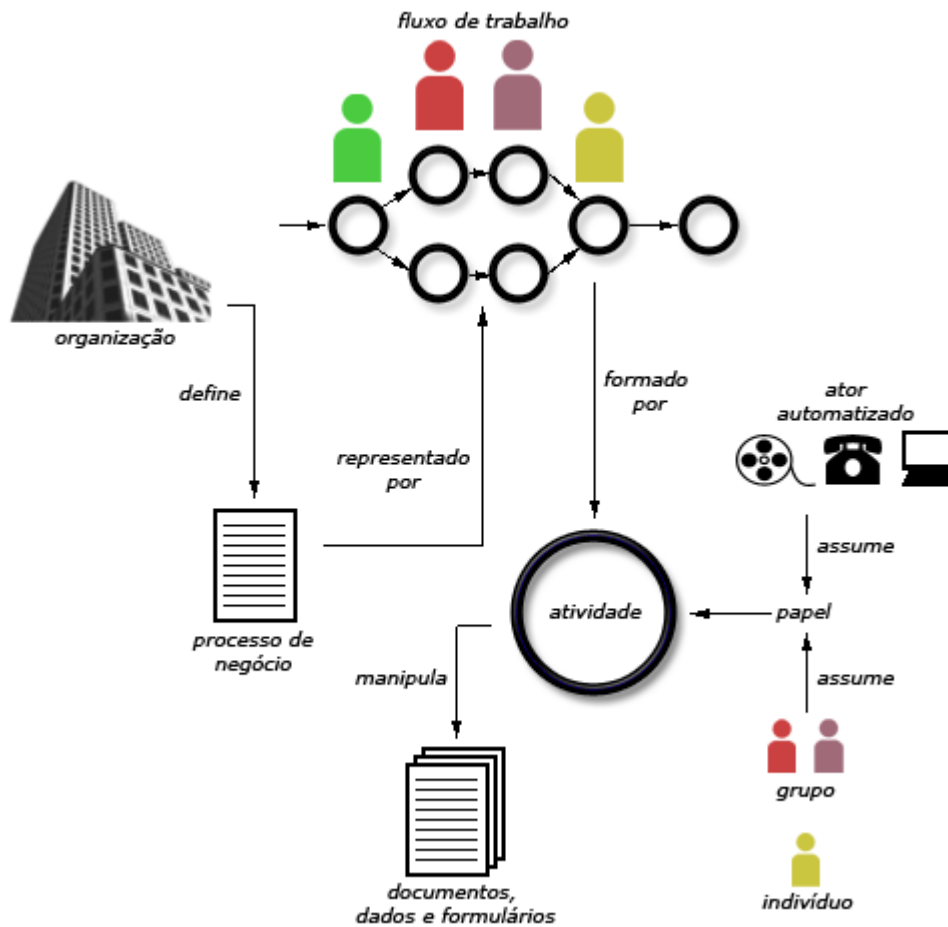


Figura 4 - Modelo de processo de negócio (Fonte: adaptado de Araujo, 2000)

Para Diniz *et al.* (2004), a modelagem dos processos de negócios apresenta os elementos descritos anteriormente, ampliando algumas particularidades:

- as regras que definem o início e término de uma atividade;
- os pontos de tomada de decisão e as conseqüências da escolha de cada caminho;
- as informações que transitam em cada atividade, sejam elas oriundas de uma atividade anterior ou geradas pela atividade em questão;
- os indivíduos envolvidos, representados pelos papéis que eles exercem no processo;

- as regras e políticas da organização que devem ser consideradas na execução das atividades do processo.

Além disso, um processo pode ser subdividido em três momentos, que influenciam diretamente as políticas da aprendizagem colaborativa:

- *Objetivo do processo*: o objetivo dos processos que estão sob a responsabilidade do funcionário e, mais especificamente, do coordenador, é de fundamental importância para o correto entendimento do mesmo. É necessário compreender o *porquê* está sendo realizado algo e com qual finalidade. Aprender algo sem contextualização é substancialmente mais difícil e, usualmente, entendido de forma reduzida, sem especial significado e relevância (Santos, 2003);
- *Modelo do processo*: o modelo formalizado e otimizado do processo está no cerne de desenvolvimento de competências baseadas em fluxos de trabalho;
- *Gestão do processo*: é necessário que os funcionários e equipes de trabalho tenham clareza sobre o processo em si, sua metodologia de gerenciamento (execução) e os recursos necessários.

Através do mapeamento e representação de processos, é possível obter uma compreensão das atividades executadas em um processo, assim como da inter-relação entre elas e o processo. Para Correia e Almeida (2002), o mapeamento de processos é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação que tem a intuição de ajudar a melhorar os processos existentes. Além disso, pode ser considerada uma abordagem muito eficiente para possibilitar o melhor entendimento dos processos atuais.

A modelagem de processos pode ser realizada de diversas formas, entre estas é possível citar os Sistemas de *Workflow* e as Redes de *Petri*. Sistemas de *Workflow* são utilizados para modelar, implementar e gerenciar processos de negócio que envolvem atores humanos e automatizados. Existem diversas ferramentas e modelos (*Business Process Management Initiative*, (Wohed *et al.*, 2006); *Dynamic BPR*, (Lei e Bin, 2007); *WISDriven*, (Barna *et al.*, 2006)) que podem ser utilizados para desenvolver tais sistemas. As Redes de *Petri* são uma representação matemática para sistemas discretos, utilizadas comumente para simulação de sistemas, mas que também podem ser utilizadas para modelagem de processos.

Segundo Merz *et al. apud* Pádua *et al.* (2004), a principal vantagem da utilização de Redes de Petri na modelagem de processos de negócio é a combinação de fundamentação matemática, representação gráfica compreensiva e possibilidade de simulações e verificações.

2.4 Conclusões do Capítulo

Conforme descrito neste capítulo, *Titulação, Comando, Dedicção ao Curso e Espírito Gerencial* são requisitos básicos para a indicação de um coordenador de curso. No que se refere à qualificação gerencial, a maioria das instituições de ensino possui programas de capacitação, buscando o aperfeiçoamento e atualização de suas atividades, sejam elas de ensino ou administrativas. Porém, usualmente, elas são realizadas através de palestras e discussões sobre temas de interesse, não buscando novas técnicas e mecanismos para este “treinamento”. Ainda, normalmente apresentam os temas de forma mais genérica, nem sempre detalhando aspectos de execução de cada rotina das atividades diárias das pessoas que, por muitas vezes, é de crucial importância para detectar pequenos ajustes nas operações.

No entanto, mesmo este tipo de procedimento é problemático em relação à Aprendizagem Organizacional de coordenadores de graduação, devido a dois fatores básicos:

- unir diversos coordenadores de graduação, que usualmente estão a frente de dezenas de atividades, além de exercer funções pedagógicas frente aos alunos, normalmente é impossível, por incompatibilidade de horários (a grande maioria das instituições trabalha com aulas em três turnos e o horário de trabalho dos profissionais varia em função do curso em que está inserido);
- a contratação de professores ocorre, usualmente, em momentos bem definidos no decorrer do ano letivo, principalmente no início dos semestres. No entanto, a substituição de um coordenador pode ocorrer a qualquer momento e normalmente não há um conjunto de coordenadores iniciando suas atividades ao mesmo tempo. Desta forma, a capacitação formal em grupo se torna inviável. Treinamentos individuais podem ser realizados, mas os custos com esta alternativa podem se tornar proibitivos.

Uma das formas de capacitar funcionários de uma organização no conhecimento dos processos aos quais estão relacionados é a simulação dos mesmos, colocando-os frente às atividades e as interações realizadas na execução das mesmas, porém, sem o

comprometimento e os custos envolvidos na prática real. Para tanto, foram apresentadas questões relativas à Aprendizagem Organizacional, no que concerne aos processos que devem ser compreendidos para maximizar as competências gerenciais dos administradores, no caso, gestores de cursos de graduação.

Dois modelos de processos foram apresentados, sendo considerados para utilização na representação de processos organizacionais. Tanto os Sistemas de *Workflow* quanto as Redes de Petri se caracterizam por permitir a construção de modelos formais (com mais ênfase para o segundo) para simulação/execução de qualquer tipo de processo de negócio. No entanto, a utilização destes para o *ensino* do fluxo dos processos de uma organização apresenta algumas limitações:

- modelos desenvolvidos para Sistemas de *Workflow* podem ser implementados em máquinas de *workflow*, que estabelecem *listas de trabalho* para os diversos atores envolvidos no processo. Estes atores podem ser humanos ou automatizados. Porém, os processos institucionais nos quais atuam um coordenador, usualmente, envolvem diversos participantes da hierarquia institucional, tornando impossível que todos participem, em tempo real, da simulação. Neste caso, é importante que os atores humanos possam ser substituídos por algum dispositivo de *software* que emule o comportamento e as tomadas de decisão reais;
- Um processo, dentro de um Sistema de *Workflow*, é modelado de acordo com um conjunto de tarefas, que são disparadas através de transições de uma atividade para a outra, ou seja, ao término de uma atividade, de acordo com a finalização da mesma, outra determinada atividade é disparada. O modelo é construído de forma que as atividades sigam a seqüência *real* do processo, usualmente, não permitindo que o participante escolha caminhos diversos a percorrer, a não ser os já previstos como *corretos* dentro do processo de negócio;
- As Redes de Petri são modelos matemáticos formais e, para tanto, usualmente devem ser fornecidos diversos pressupostos para os modeladores de processos, o que envolveria custos adicionais (os modelos de negócios são construídos com a participação efetiva de toda a comunidade envolvida).

Após analisar o cenário apresentado, pode-se visualizar o coordenador de um curso de graduação, agente principal, atuando como um jogador na simulação de suas tarefas. Segundo

Diniz *et al.* (2004), os meios atuais de representação de fluxos de processos encontrados nas empresas não se apresentam de forma clara e objetiva, de maneira a possibilitar um aprendizado rápido.

Para Bernard (2008), as técnicas tradicionais para promover a Aprendizagem Organizacional possuem algumas deficiências, tais como: (a) os conhecimentos são transmitidos de forma não integrada, ou seja, cada área funcional da empresa é ensinada isoladamente; (b) os participantes atuam de modo pouco participativo e o aprendizado ocorre de forma passiva; e (c) o processo decisório dificilmente é colocado em prática, sendo apenas teorizado.

Sistemas de *Workflow* enfatizam as atividades de um processo e a ordem com que as mesmas acontecem e as informações circulam. No entanto, em um ambiente organizacional, como uma instituição de educação, existe a presença de inúmeros agentes com níveis diferentes de formação e especialização. Além disso, a comunicação entre os diferentes envolvidos é uma grande preocupação no momento em que as interações ocorridas são responsáveis pela geração de um fluxo de informações (Nascimento *apud* Correia e Almeida, 2002). Desta forma, é fundamental promover flexibilidade na modelagem dos diversos funcionários envolvidos, permitindo que o coordenador interaja com agentes com diferentes reações e possibilidades, fazendo com que ele possa refletir e tomar decisões o mais próximo possível com a realidade institucional.

A maioria das ferramentas que implementa modelos de processos de negócios, como Sistemas de *Workflow*, possuem interfaces voltadas para execução real dos mesmos. A simulação de tais processos com o objetivo de treinamento organizacional não está em suas características básicas. Jogos podem ser utilizados para realizar um treinamento de forma motivadora, simulando situações reais de maneira mais lúdica e pedagógica. Para Valente e Mattar (2007), jogos, assim como brincadeiras e histórias, também educam. O ambiente lúdico contribui para o encantamento, o que ajuda no processo educacional, minimizando o estigma de “*software frio*” e permitindo que o usuário, ao assumir um determinado papel, se identifique com o mesmo na resolução das atividades de forma mais dinâmica e interativa.

Entre as modalidades de jogos com objetivo educacional, encontram-se os *Jogos de Empresa*, que tem como finalidade simular situações organizacionais por meio de interfaces mais agradáveis e com maior potencial pedagógico. O próximo capítulo apresenta este tema, abordando possibilidades da utilização de Jogos de Empresa para Aprendizagem Organizacional, na simulação de processos organizacionais.

3 Jogos de Empresa

De acordo com Tarouco *et al.* (2004), os jogos fazem parte do cotidiano das pessoas há muito tempo, desde a infância até a fase adulta, sendo que os mesmos podem ser vistos como ferramentas instrucionais eficientes, pois divertem, motivam e, desta forma, facilitam o aprendizado e aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado. Ainda, permitem o reconhecimento e entendimento de *regras*, identificação dos *contextos* em que estão sendo utilizadas e abstração de *novos contextos* para a modificação das mesmas. Considerando os modelos de *processos de negócio* estabelecidos no capítulo 2, as regras podem ser consideradas o próprio *modelo* e sua forma de execução, o contexto está inserido nos *objetivos* do processo e na movimentação lúdica proporcionada por um jogador em um jogo computacional e os novos contextos estão relacionados com as novas proposições obtidas através da simulação que permitirão modificações e melhorias nos processos simulados.

Entre as modalidades de jogos com caráter instrucional, destacam-se os *Jogos de Empresa*. Jogos de Empresa são sistemas computacionais que simulam diversas situações do contexto empresarial, com regras claras e bem definidas, possibilitando aos participantes executarem uma série de atividades, de forma a colocarem em prática suas habilidades de gestão (Mecheln, 1997). Os jogos de empresas proporcionam meios para que os participantes aprendam, na prática, a lidar com os problemas surgidos no decorrer do dia-a-dia, sem os agravantes de sua real ocorrência (Berto, 2004).

Segundo Martinelli (1987), os aspectos importantes e peculiares dos Jogos de Empresa são seu caráter extremamente dinâmico, sua grande abrangência como um método de ensino e desenvolvimento pessoal, assim como o aspecto seqüencial, o qual motiva e aproxima os jogos ao máximo da realidade empresarial a qual está se procurando simular.

Os Jogos de Empresa são desenvolvidos nas áreas de treinamento de pessoal, desenvolvimento de pessoal, avaliação de potencial, em planejamento, tomadas de decisão, formação de administradores, teoria econômica, finanças, *marketing*, contabilidade, entre outros. Kopittke (1992) salienta que Jogos de Empresa podem ser eficazes ferramentas para o ensino, promovendo a aprendizagem nas mais diversas áreas em que podem ser aplicados.

Os Jogos de Empresa baseados em computador surgiram na década de 50, com conceitos de táticas e estratégias militares usadas pelos mesmos nos negócios, baseando-se nas experiências de treinamento militar em simulações no campo de batalhas. Em 1956, um jogo, denominado *Top Management Decision Simulation* foi desenvolvido para treinamento

de executivos da *American Management Association* (AMA), sendo este considerado o primeiro jogo empresarial. Devido aos resultados positivos, seu uso estendeu-se a outras áreas (bancos; bolsa de valores; comércio exterior; concessionárias de veículos; dentre outros), chegando ao Brasil com força total na década de 80 (Freitas, 2002).

Tanabe (1977) destaca que Jogos de Empresa têm como objetivo principal o treinamento de seus participantes, através do ensino de técnicas (processos) e cenários para a observação de comportamentos. Realiza isto através da observação das interações entre os participantes, avaliando seus resultados. Alguns outros objetivos da utilização de Jogos de Empresa podem ser destacados (Tanabe, 1977; Cornélio Filho, 1998):

- *Desenvolver habilidades*: planejar, negociar, liderar, organizar, administrar o tempo e recursos, elaborar estratégias, administrar finanças, entre outras;
- *Ampliar conhecimento*: promover, através da simulação, a integração do conhecimento científico com a vivência empresarial, ampliando assim o conhecimento dos participantes;
- *Identificar soluções*: frente aos problemas propostos, identificar as soluções mais adequadas; utilizar o cenário propiciado pelo Jogo de Empresa como um laboratório para descobrir soluções para problemas nos processos de negócio; pesquisar aspectos da teoria da administração e investigar o comportamento individual e grupal em condições de tomada de decisões sob pressão de tempo e incerteza.

Do ponto de vista do participante, Ferreira *apud* Freitas (2007) apresenta outros benefícios oriundos da utilização de Jogos de Empresa:

- permite o desenvolvimento das capacidades gerenciais dos participantes através da elaboração de estratégias frente a determinadas situações;
- permite o aprendizado através dos erros sem o custo que os mesmos acarretam no mundo real, mostrando aos participantes as conseqüências de suas decisões;
- permite que sejam apresentados aos participantes, num curto espaço de tempo, vários anos de vivência empresarial;
- maior compreensão de conceitos, *antes considerados abstratos*;

- redução do tempo dos programas, sem prejuízo da qualidade;
- reconhecimento do próprio potencial e das dificuldades individuais;
- resgate do lúdico – essência do ser humano;
- possibilidade de mensuração de resultados durante os jogos simulados, possibilitando avaliações comparativas com a realidade empresarial;
- maiores chances de desenvolvimento de habilidades técnicas, conceituais e interpessoais.

De forma que tais benefícios sejam alcançados, Gramigna (1993) apresenta quatro grandes características que um Jogo de Empresa deve apresentar:

- *Possibilidade de modelar a realidade da empresa*: o jogo deve reproduzir situações semelhantes às atividades dos participantes, o que permite a familiarização e comparação com suas atividades do dia-a-dia;
- *Papéis Claros*: todo jogo é desenvolvido sob um sistema de papéis, que podem ser classificados nas três seguintes categorias:
 - a) *Papéis Estruturados*: os participantes recebem orientações detalhadas com referência ao comportamento que vão adotar. Cada participante tem como responsabilidade montar seu personagem, dentro do perfil recebido;
 - b) *Papéis Semi-Estruturados*: o facilitador indica de forma genérica a maneira como cada um deve exercer seu papel; e
 - c) *Papéis Desestruturados*: o facilitador apresenta o problema e o próprio grupo determina quem faz o quê e de que forma. Assim, cada um assume o papel que lhe for mais familiar, de forma espontânea, sem interferências ou determinações externas.
- *Regras Claras*: é fundamental que os participantes entendam as regras do jogo; e
- *Condições para ser um jogo atrativo e envolvente*: um jogo pode perder em seus objetivos se não conseguir estimular a participação. O sucesso do processo depende essencialmente de como este é conduzido.

A principal característica dos Jogos de Empresa informatizados é que eles são conduzidos, usualmente, como uma *simulação de processos*. Naylor *apud* Freitas (2002) realça que Jogos de Empresa podem ser considerados uma “simulação na qual pessoas participam ativamente como tomadores de decisões dentro de um sistema organizacional que está sendo simulado”. Para Gredler *apud* Cidral (2003), cinco características descrevem uma simulação:

- simulações são unidades de aprendizagem baseada em problemas a partir de uma tarefa, assunto, política, crise ou situação em particular. Os problemas a serem enfrentados pelos participantes podem ser implícitos ou explícitos dependendo da natureza da simulação;
- tema, cenário e assunto inerentes à simulação não são problemas de livros-texto ou questões cujas respostas sejam determinadas rapidamente;
- os participantes desempenham funções associadas aos seus papéis e aos cenários especificados;
- os resultados da simulação não são determinados ao acaso ou pela sorte. Além disso, os participantes vivenciam as conseqüências de suas próprias ações;
- participantes vivenciam a “realidade de função” ao desempenharem papéis de forma consciente e de maneira profissional, exercendo os direitos, privilégios e responsabilidades associados ao papel.

Segundo Cornélio Filho (1998), utilizar recursos computacionais para simular situações empresariais promove um desenvolvimento mais rápido e qualificado da empresa, devido às experiências adquiridas nas tomadas de decisões impostas pelos jogos, relacionados com diversas situações que são simuladas aos participantes. Os jogos simulados são construídos através de eficazes ferramentas de ensino e podem ser compreendidos como uma atividade previamente planejada, na qual os jogadores são convidados a enfrentar desafios que reproduzem ambientes reais do seu dia-a-dia (Gramigna, 1993).

Um exemplo: supondo que uma indústria necessite melhorar suas técnicas de planejamento. Esta empresa, através do jogo, pode aplicar uma atividade onde os "jogadores" tenham por tarefas: comprar matéria prima, planejar e organizar o processo produtivo, produzir o modelo solicitado, acompanhar a produção, avaliar resultados parciais e finais, entre outras. Considerando que estas tarefas possam ser realizadas em um ambiente informatizado, as mesmas podem ser processadas em um ambiente animado (cenário gráfico e

com movimentos simulados), onde os resultados podem ser analisados de forma visual utilizando, também, relatórios de desempenho. O principal aspecto nesse contexto é a união de uma moderna ferramenta de ensino, que é o jogo, com recursos computacionais de simulação. Determinadas atividades, tais como rotinas de cálculos e atualizações de planilhas, que não acrescentam conhecimento e prolongam o término do jogo, ficam sob responsabilidade de rotinas e sub-rotinas computacionais, realizadas de maneira rápida e eficiente.

Logo, pode-se afirmar que a simulação é uma alternativa que oferece a possibilidade de criar cenários, semelhantes aos reais, porém de maneira simplificada, copiando do evento original os seus princípios fundamentais. Segundo Cassel *apud* Cornélio Filho (1998), a simulação permite que se verifique o funcionamento de um sistema real em um ambiente virtual, gerando modelos que se comportam como aquele, considerando a variabilidade do sistema e demonstrando o que acontecerá na realidade de forma dinâmica. De acordo com Santos *et al.* (2007), estes modelos tentam reproduzir *processos* em ação, sendo que a escolha dos aspectos essenciais da realidade a ser modelada depende dos objetivos com os quais os modelos são concebidos.

Barton *apud* Casagrande (2006) apresenta três objetivos da simulação que merecem ser destacados:

- simulações podem auxiliar na compreensão do funcionamento de sistemas-objetos (mundo real);
- simulações podem ajudar os que tomam decisões que interferem em aspectos de sistemas-objetos;
- **simulações podem treinar pessoas no conhecimento de sistemas-objetos** (grifo do autor).

Desta forma, no caso específico do estudo de caso desta tese, os processos que devem ser seguidos pelos coordenadores de curso podem ser simulados através de Jogos de Empresa, principalmente em relação aos fluxos de atividades executadas nos mesmos bem como as informações que transitam entre elas.

A atividade lúdica de jogar, através de uma interface agradável (quarta característica de Gramigna, apresentada anteriormente), pode tornar a simulação mais motivadora do que a simples consulta a um fluxograma, por exemplo. Para Rodrigues e Riscarolli (2001), um Jogo

de Empresa pode apresentar alto grau de realismo, sendo este determinado pelo seu poder de expressão, desde sua concepção e descrição de cenários, variáveis e condições. Cenários gráficos permitem melhor visualização das condições, mostram variáveis e definem a importância dos atores envolvidos no processo. Ainda, permitem aos “jogadores” rapidamente relacioná-las com suas experiências, aumentando a eficiência da aprendizagem.

3.1 Jogos de Empresa no Contexto Educacional

De acordo com Freitas (2007), o profissional da atualidade deve possuir amplo conhecimento e ser norteador de mudanças e transformações nas organizações em que atua. Ou seja, deve ter uma aprendizagem multidimensional capaz de lhe conduzir a tais transformações. Para o autor, os Jogos de Empresa podem ser uma alternativa metodológica para alcançar tal objetivo, pois envolvem três dimensões formativas: (a) conhecimento; (b) habilidades gerenciais; e (c) atitudes de competências dos profissionais.

Para Johnsson (2006), a aprendizagem envolve a assimilação do conhecimento através de um processo pelo qual é possível desenvolver mudanças duradouras nas pessoas, sendo que de acordo com o autor, os métodos de ensino e aprendizagem podem ser agrupados em:

- *Método prático* (aprender fazendo): neste método, parte-se do princípio de que o ambiente onde se realiza o aprendizado deve ser semelhante ao que os participantes encontram em situações reais;
- *Método conceitual* (aprender pela teoria): este método foca na transmissão da conceituação teórica e os exercícios e atividades buscam consolidar estes conhecimentos, devendo ser defrontado com aplicações concretas;
- *Método simulado* (aprender pela realidade imitada): sugere que o ambiente deva ser construído próximo a realidade, para que os aprendizes respondam às situações que ocorram nesse ambiente;
- *Método comportamental* (aprender com o crescimento psicológico): neste método tenta-se criar condições passíveis de se tornarem reais na vida profissional para que os participantes reajam e possam analisar suas atitudes podendo alterá-la e adequá-la para as situações.

Os Jogos de Empresa estão enquadrados no método simulado, por caracterizarem-se como ambientes empresariais “virtuais” criados de forma que seus participantes desenvolvam habilidades em situações próximas da realidade, sendo que devem envolver também a

utilização de métodos conceituais e comportamentais por desenvolverem um processo de aprendizagem baseado na vivência (Periotto *et al.*, 2008).

Spencer e Spencer *apud* Cidral (2003) destacam a *Aprendizagem Vivencial* como uma das teorias de aprendizagem que embasam os programas de desenvolvimento de competências e os Jogos de Empresa (simulação) como uma das técnicas empregadas por estes programas. Para Cidral (2003), a simulação é um exercício vivencial no qual os participantes atuam em situações que reproduzem, em um ambiente relativamente controlado, situações que podem ser encontradas no mundo real.

O *Modelo de Aprendizagem Vivencial* (Kolb, 1997) enfatiza o papel da experimentação no processo da aprendizagem. Desta forma, para o autor, é necessário que as pessoas se envolvam completamente em *experiências concretas* para que o aprendizado significativo ocorra. Além disso, é necessária também uma fase posterior, onde o aprendiz reflete sobre estas experiências, podendo observá-las a partir de outras perspectivas e novos contextos. As conclusões obtidas, então, podem ser generalizadas, gerando conceitos mais amplos que possam integrar as observações logicamente. Finalmente, é possível transferir e testar estes conceitos em novas situações, na modificação de procedimentos, na tomada de decisão ou na resolução de problemas.

O modelo é composto por quatro fases, conforme a figura 05, onde a *Experiência Concreta* serve como base para a *Observação e Reflexão*. As observações devem ser formalizadas pelo aprendiz, formando *Conceitos e Generalizações*, de onde é possível deduzir novas *Ações Experimentais*. Estas hipóteses podem servir como base para a criação de novas experiências.

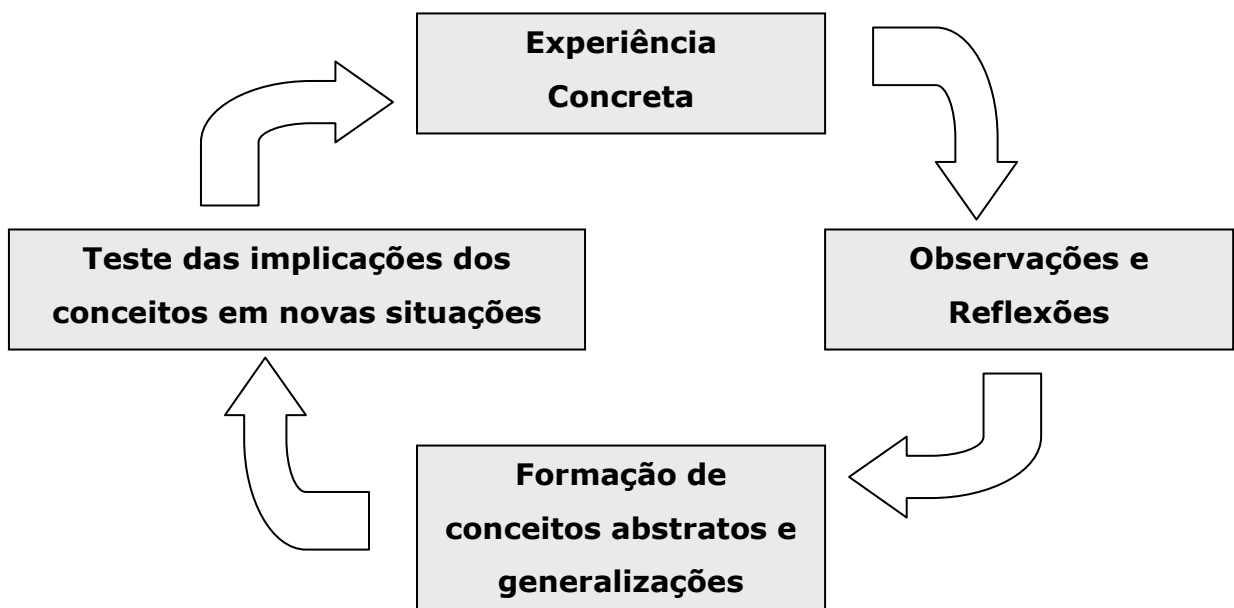


Figura 5 - Modelo de Aprendizagem Vivencial (Fonte: adaptado de Kolb, 1997)

Assim, a Aprendizagem Vivencial inserida em um Jogo de Empresa difere do ensino tradicional, baseado usualmente na transposição dos conhecimentos do educador para o aprendiz. A prática através da vivência do aluno propicia um ambiente de aprendizagem contextualizado e mais significativo. O aprender-fazendo (*learning-by-doing*) permite que os participantes do jogo interajam de forma mais próxima do seu objeto de estudo, estimulando a auto-reflexão e exercitando a tomada de decisão, atividades normalmente pouco exploradas no ensino expositivo (Sauaia, 2006).

Assim, é possível considerar que os Jogos de Empresa representam um método educacional cuja principal característica é prover uma dinâmica vivencial que guarda grande semelhança com o que ocorre no dia-a-dia de uma organização. Sauaia (2006) destaca que os Jogos de Empresa, através do envolvimento dos jogadores, com suas experiências e valores, permitem um conhecimento mais pleno, à medida que eles não são mais meramente receptáculos de informações. Para o autor, o aumento de conhecimentos ocorre quando os participantes incorporam novas informações disponibilizadas pelos jogos.

3.2 Conclusões do Capítulo

Os Jogos de Empresa como estratégia de ensino e aprendizagem já são utilizados desde a década de 60. O presente capítulo teve como objetivo compreender como estes simuladores podem ser utilizados como recursos pedagógicos que contribuam para a melhoria do ensino e aprendizagem nos mais diversos âmbitos da sociedade e, no caso mais específico, em ambientes organizacionais.

É importante salientar que um jogo, dentro de um processo de ensino e aprendizagem, não pode ser considerado como um fim em si mesmo. Os Jogos de Empresa são meios importantes para simular vivências profissionais que seriam impraticáveis, por questões de disponibilidade de recursos humanos e financeiros, de serem realizadas com os atores reais. Através de uma interface lúdica, o aprendiz pode reconhecer nos cenários apresentados pelo jogo sua própria realidade e, desta forma, desenvolver um senso crítico mais apurado dos processos em que está envolvido, ao perceber como os demais participantes devem agir e como suas decisões influenciam no fluxo de atividades. Também é importante considerar que, na perspectiva da Aprendizagem Vivencial, os Jogos de Empresa inserem o aluno como o principal ator do aprendizado e não como um simples espectador.

Além disso, a utilização de Jogos de Empresa pode servir também como ponto de partida para a consolidação dos conceitos e a reformulação de atitudes. Ao refletir sobre suas atividades (segunda fase do modelo vivencial) e generalizar seus conceitos (terceira fase), o aprendiz pode

conceber novas estratégias gerenciais, que otimizem seu ambiente de trabalho. A aprendizagem e reflexão sobre os processos são melhor compreendidas através da experiência vivencial de um Jogo de Empresa Informatizado do que a simples exposição de fluxogramas de atividades. Isso permite uma melhor compreensão dos conceitos abstratos presentes nas definições formais de processos. Desta forma, as organizações educacionais, assim como qualquer empresa, podem se beneficiar de processos mais otimizados, liberando os coordenadores de curso, no caso específico, de tarefas burocráticas e dispendiosas, focando sua atenção em outros aspectos acadêmico-pedagógicos.

Silva (2002) afirma que a Tecnologia da Informação pode ser utilizada para promover a inovação da aprendizagem em nível organizacional, no sentido de que novos mecanismos podem ser utilizados, agindo de forma motivacional e permitindo que sua utilização ocorra em qualquer local, tornando o processo mais flexível. No que tange a educação de recursos humanos na execução e análise de processos organizacionais, Jogos de Empresa informatizados podem ser utilizados como ambientes inovadores e motivadores. Através da execução de um Jogo de Empresa é possível desenvolver habilidades, ampliar conhecimentos e identificar soluções inteligentes, fatores cruciais para o desenvolvimento de competências empresariais.

Considerando os Jogos de Empresa como mecanismos de aprendizagem dos processos de negócio, pode-se observar que mesmo as rotinas do dia-a-dia passam a fazer mais sentido quando inseridas em um contexto maior, da organização como um todo. Usualmente, as pessoas detêm em suas memórias as tarefas que lhe cabem, não tendo uma visão do todo e, por vezes, não compreendendo a razão de suas tarefas. Através dos Jogos de Empresa é possível simular todo o processo de negócio organizacional inserindo as tarefas de um funcionário em específico, que pode “jogar” simulando suas atividades.

Após analisar o cenário apresentado, pode-se visualizar o coordenador de curso atuando como um jogador na simulação de suas tarefas. Considerando os objetivos deste trabalho, pode-se inferir que os Jogos de Empresa se apresentam como uma ferramenta adequada para a capacitação dos processos organizacionais de um coordenador de curso em uma instituição de ensino, pois, como visto no capítulo anterior, este ator é parte fundamental da estrutura hierárquica institucional; interage com diversos órgãos e departamentos na execução de suas tarefas; é considerado o elo principal entre a empresa (instituição) e seus clientes (alunos); e, usualmente, não sofre um processo de capacitação adequado para gerir todas as tarefas sob sua responsabilidade, considerando ainda que o mesmo usualmente é escolhido entre seus pares e, via de regra, não possui experiência administrativa anterior.

Antes de tudo, o coordenador de um curso de graduação tem uma formação acadêmica voltada para a pesquisa e docência.

Desta forma, o Jogo de Empresa que será apresentado no capítulo 6 tem como objetivo principal modelar a atuação do coordenador de curso na simulação de alguns processos administrativos, enfatizando as interações necessárias com os outros participantes das atividades, bem como o fluxo de informações geradas e/ou modificadas durante o mesmo. No que se refere ao aspecto das diversas interações que são necessárias na execução destes processos, conceitos relacionados a agentes de *software* podem ser utilizados de forma a conseguir representar adequadamente as possíveis interações e como elas ocorrem no desenrolar do processo. A área de Engenharia de *Software* Orientada a Agentes (*Agent Oriented Software Engineering* – AOSE) tem se mostrado uma abordagem interessante na modelagem e especificação de sistemas que envolvem diversos participantes que interagem em determinados momentos na resolução de problemas. Conceitos associados a agentes e Sistemas Multiagentes podem ser utilizados de maneira a especificar os participantes do jogo, bem como representar adequadamente as interações realizadas entre eles na execução de suas atividades. O próximo capítulo aborda conceitos relacionados à engenharia de agentes, bem como linguagens e metodologias para modelagem e especificação de sistemas baseadas em tal paradigma.

4 Modelagem de Sistemas Orientados a Agentes

A Engenharia de *Software* pode ser vista como um conjunto de métodos, ferramentas e procedimentos (processos) que auxiliam em todas as etapas do desenvolvimento de um sistema computacional. Ela se preocupa com o produto final, bem como com o processo que permeia o mesmo, buscando sempre ao longo de todo o desenvolvimento manter o foco em sua qualidade.

Para Pressman (2006), a Engenharia de *Software* pode ser vista, de uma maneira genérica, como a análise, o projeto, a implementação, a verificação e a gestão de elementos técnicos, sendo que, independente do tipo de produto que será desenvolvido, algumas questões sempre precisam ser abordadas no que tange ao problema a ser resolvido, as características para resolvê-lo, como será construído, como será mantido, como serão realizados testes para identificar e tratar possíveis erros, entre outras questões.

No entanto, o desenvolvimento de *software* tem passado por mudanças significativas em decorrência das diferentes necessidades que têm surgido. As técnicas tradicionais de Engenharia de *Software* são consideradas adequadas para o desenvolvimento de *software* com comportamento predefinido, onde os processos de negócios a serem informatizados são conhecidos e não sofrem mudanças consideráveis ao longo do tempo. Porém, existem processos que exigem adaptações constantes, devido a sua complexidade e por operarem em ambientes em constante modificação. Assim, surge a necessidade de adaptação dos processos tradicionais da Engenharia de *Software*, de forma a contemplar estas novas especificações.

Atualmente, adaptações aos modelos tradicionais de Engenharia de *Software* têm sido propostas para resolver problemas específicos no desenvolvimento de sistemas de informação. Dentre estas, pode-se citar a Engenharia da *Web* (Murugesan, 2007; Kappel, 2006; Mayr, 2006), que busca metodologias para a rápida entrega de produtos evolutivos em sua natureza; a Engenharia de *Software* Baseada em Componentes (Pressman, 2006; Sommerville, 2007), que propõe o desenvolvimento de sistemas cujas propriedades finais possam ser previstas com base nas propriedades dos componentes utilizados no desenvolvimento destes; e a Engenharia de *Software* Orientada a Aspectos (Pessemier *et al.*, 2006; Reddy *et al.* 2006), onde são consideradas a separação e a composição de requisitos ortogonais, tais como questões relativas à segurança e tolerância a falhas, que usualmente permeiam todos os objetos de um sistema.

Além destas, uma abordagem que vem ganhando destaque é a Engenharia de *Software* Orientada a Agentes (*Agent Oriented Software Engineering* – AOSE), uma metodologia oriunda da área de Inteligência Artificial, que utiliza o conceito de agentes de *software*, ditos “inteligentes”, e os conceitos da orientação a objetos, onde agentes “encapsulam” uma estrutura (características) e um comportamento associados a si, porém, um comportamento dinâmico e adaptável, de acordo com as experiências e decisões a serem tomadas. A possibilidade de modelar um sistema baseado em agentes autônomos, que atuam desempenhando papéis e tomando decisões pertinentes a suas atribuições, tornam a AOSE uma opção viável para a implementação de Jogos de Empresa onde diversos participantes necessitam interagir e tomar decisões na simulação de processos.

Este capítulo tem como objetivo descrever a área de Engenharia de *Software* Orientada a Agentes, bem como metodologias existentes atualmente para modelagem de sistemas dentro desta abordagem. De forma a explorar mais claramente os conceitos acima descritos, a teoria de agentes computacionais será descrita inicialmente.

4.1 Agentes de *Software*

A Inteligência Artificial (IA), desde a década de 70, busca métodos para resolução de problemas, tentando compreender os mecanismos fundamentais que regem o comportamento inteligente, sendo que todos estes métodos ou técnicas utilizam a metáfora de inteligência baseada no comportamento individual de um ser humano – como ele pensa, toma decisões e realiza planejamentos. Neste contexto, surge o conceito de agente, como um elemento integrador, que pode utilizar mecanismos de aprendizagem para tomar decisões consideradas “inteligentes” (Garcia e Sichman, 2003; Konzen, 2002).

Para Russell e Norvig (1995), um agente é uma entidade autônoma que, através de sensores, percebe o ambiente em que está inserido e age (executa ações) sobre o mesmo, utilizando-se de executores. Um agente possui uma memória interna que é atualizada sempre que chegam novas percepções do ambiente. Com base nesta memória, o agente pode tomar decisões sobre determinada situação, executando uma ação. Após a execução de uma ação, a memória interna do agente deve ser novamente atualizada para manter um histórico das ações executadas, de forma que as mesmas possam ajudá-lo em decisões futuras, armazenando, desta forma, o comportamento do agente em questão.

A FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agents*) define agente como “uma entidade que reside em um ambiente onde interpreta dados por meio de sensores que refletem eventos no ambiente e executam ações que produzem efeitos no ambiente” (FIPA, 2006).

Para Graesser e Franklin (2006), um agente autônomo é um sistema auto-situado, que faz parte de um ambiente, onde ele pode perceber mudanças e atuar neste, perseguindo sua própria agenda e provocando mudanças no ambiente em que ele está envolvido.

Casillo e Sant’Anna (2004), ao definirem um agente de *software*, comparam o mesmo aos agentes humanos. Um agente humano pode ser visto como uma pessoa com função de representatividade sobre outra pessoa, que age no lugar de outra pessoa. Normalmente, este agente humano é especialista em sua área de atuação, podendo realizar uma determinada atividade em menos tempo e com menor custo do que outro sem sua experiência e capacidade em determinada área. Como exemplos, podem ser citados agentes de viagem, agentes de seguro, entre outros. Para os autores, estas características podem ser aplicadas a agentes artificiais, definindo-os como entidades que se adaptam ao meio em que vivem, reagem a ele e provocam mudanças no ambiente.

É consenso entre a maioria dos autores de que a autonomia é considerada a principal característica de um agente, que é capaz de tomar decisões sem intervenção humana, levando em consideração apenas informações existentes em sua memória interna. Desta forma, na construção de um agente, é muito importante a etapa de mapeamento de suas percepções e ações.

Para Wooldridge (1997), além de um comportamento autônomo, é importante que um agente possua um comportamento flexível, que para o autor pode ser expresso através das seguintes propriedades:

- *Habilidade social*: caso não consiga resolver problemas individualmente, pode interagir com outros agentes (humanos ou computacionais), para completar a resolução de seus problemas ou, ainda, para auxiliar outros agentes. Desta forma, precisa possuir habilidades para realizar atividades de forma cooperativa junto a outros agentes. Esta interação normalmente é realizada através de uma linguagem de comunicação entre agentes;
- *Reatividade*: os agentes percebem e reagem às alterações no ambientes em que estão inseridos;
- *Pró-atividade*: além de atuarem em resposta às alterações ocorridas em seu ambiente, os agentes apresentam um comportamento orientado a objetivos, tomando iniciativas quando julgarem apropriado.

Para Garcia e Sichman (2003), o uso de agentes vem se disseminando intensamente pela necessidade de atuação diante de situações e de informações que crescem a uma velocidade humanamente impossível de lidar. Alguns exemplos de áreas de aplicação onde agentes podem ser utilizados são (Jennings, 2000; Konzen, 2002):

- comércio eletrônico, onde agentes representam usuários na compra e venda de bens e serviços;
- sistemas de transporte, onde agentes representam veículos de transporte, bens ou usuários sendo transportados;
- acesso à informação, em ambientes dinâmicos, onde agentes trabalham na recuperação e filtragem de grandes volumes de informação;
- controle de tráfego, onde agentes são responsáveis por interpretar dados de diferentes sensores e melhorar o tráfego urbano terrestre ou aéreo;
- área militar ou proteção civil, para simulação de situações de combate, desastres naturais, entre outros;
- jogos interativos, onde agentes podem jogar com outros agentes ou com seres humanos;
- simulação de sociedades, onde os agentes podem simular inclusive papéis humanos, como membros das mesmas;
- **treinamento corporativo, onde agentes são utilizados para simular participantes atuantes em um processo de negócio** (grifo do autor);
- sistemas de suporte ao ensino, como por exemplo, representando situações em que um agente apresenta um procedimento, responde a perguntas e guia (tutor) o aluno na execução desse procedimento.

Segundo Juchem e Bastos (2002), a aplicação de agentes se justifica quando algumas características são relacionadas a um determinado problema a ser resolvido:

- o domínio do problema envolve distribuição de dados, capacidades para resolução de problemas e responsabilidades;
- **ocorre a necessidade de se manter a autonomia das partes envolvidas, bem como a estrutura organizacional** (grifo do autor);
- as interações são razoavelmente complexas (sofisticadas), incluindo negociação, compartilhamento de informações e coordenação; e

- a solução para o problema não pode ser descrita em sua totalidade do princípio ao fim, devido a inúmeras mudanças no ambiente da aplicação, além da dinamicidade dos processos de negócio.

Conforme citado pelos autores, uma das características que devem estar presentes em um agente é a capacidade de coordenação, negociação e compartilhamento de informação. Esta característica se torna fundamental quando agentes trabalham, não de forma individual, mas inseridos em um ambiente contendo outros agentes, formando um sistema multiagente.

4.2 Sistemas Multiagentes

Mesmo com um agente possuindo várias funcionalidades, como as citadas previamente, dependendo da complexidade do problema a ser resolvido e das diferentes especialidades necessárias na resolução do mesmo, torna-se inviável que ele possa atuar no ambiente de forma isolada, conseguindo resolver sozinho tais tipos de problemas.

Segundo Bond e Gasser *apud* Garcia e Sichman (2003), com o objetivo de resolver problemas cuja distribuição física ou funcional é necessária, surgiu a área de Inteligência Artificial Distribuída (IAD), que busca estudar modelos e técnicas para resolver tais problemas. Um dos aspectos que permeia este estudo é a preocupação com o comportamento social dos agentes, pois o objetivo é a formação de um sistema com múltiplos agentes, onde cada um possui uma especialidade que precisa ser compartilhada com os demais para a tomada de decisões e resolução dos problemas. Torna-se essencial que os agentes convivam em “sociedade” para que se executem ações de forma coordenada.

Um Sistema Multiagente (SMA) pode ser caracterizado como um grupo de agentes que, atuando juntos, de forma cooperativa, busca resolver problemas que suas capacidades (habilidades) individuais não conseguem resolver. Estes agentes interagem através da troca de informações e mensagens (Girardi, 2004).

Para Shwambach *et. al* (2004), um SMA pode ser visto como “um conjunto de agentes autônomos que interagem entre si e com o ambiente, estando imerso e atuando nesse último. Cada agente pode desempenhar um ou mais papéis, possui um conjunto bem definido de responsabilidades e visa atingir objetivos ou metas”.

Esta abordagem é adequada para situações em que existem muitos indivíduos interagindo na construção de um conhecimento ou resolução de um problema, onde estes indivíduos possuem comportamentos diversos e complexos. Cada um destes indivíduos pode

ser representado por um agente que, de acordo com as características já citadas, é capaz de produzir ações (executar atividades) de acordo com estímulos do ambiente que o cerca e de acordo com as interações realizadas com outros agentes.

A metáfora de inteligência utilizada pelos SMA é a *comunidade inteligente*, ou seja, o comportamento social que é a base para a inteligência do sistema. A IA clássica trabalha com uma metáfora basicamente de origem psicológica, enquanto que as noções utilizadas pela IAD podem ser de natureza sociológica ou etológica. Uma abordagem sociológica/etológica é interessante quando se deseja resolver problemas complexos, que requeiram conhecimento de vários domínios e que possam envolver dados fisicamente distribuídos. Segundo Demazeau (1995), pode-se decompor um sistema segundo uma metodologia de IAD, através dos conceitos definidos a seguir. Dado um determinado sistema, denomina-se *agente* cada uma de suas entidades ditas ativas. Este conjunto de agentes forma uma *sociedade*. As entidades passivas serão designadas pelo termo *ambiente*. Um agente recebe informações e raciocina sobre o ambiente, sobre outros agentes e decide quais ações deve realizar e quais objetivos deve seguir. Um agente é uma entidade ativa, ou seja, capaz de controlar suas ações, diferentemente das noções estáticas tais como módulos, conjunto de regras e bases de conhecimentos. Denomina-se *interação* entre agentes ou entre agente/ambiente uma troca de informações, que pode ser realizada de forma direta (comunicação explícita) ou de modo indireto (emissão de sinais através do ambiente).

Usualmente, a interação (comunicação) entre os agentes é suportada por uma linguagem de comunicação entre agentes e por uma ontologia usada para associar significado ao conteúdo das mensagens (Shwambach, *et. al.*, 2004). As linguagens de comunicação entre agentes são baseadas, normalmente, na teoria de atos de fala, desenvolvida por Austin, (1962) e Searle (1969). Esta teoria considera que a comunicação pode ser analisada sob três aspectos: ato locucionário (declaração proveniente de um meio físico); ato ilocucionário: intenção ou compreensão associada à declaração do locutor; e ato perlocucionário: ação ou reação do efeito da locução. A partir deste estudo, linguagens de comunicação entre agentes têm sido desenvolvidas, mais notadamente a KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*) (Labrou e Finin, 1997) e a FIPA ACL (*Agent Communication Language*) (FIPA,2000).

Para Wooldridge *apud* Konzen (2002), um sistema baseado em agentes pode ser considerado uma sociedade ou organização artificial, permitindo a adoção de papéis em uma hierarquia, que devem ser modelados de forma a representar adequadamente a estrutura organizacional em que os agentes estão inseridos. Uma *organização* define todas as restrições aplicadas aos agentes pertencentes a uma determinada sociedade, ou seja, os meios através

dos quais o projetista do sistema pode garantir que cada agente desejará e realizará a resolução dos problemas propostos.

4.2.1 Organização em Sistemas Multiagentes

Organização é uma abstração que está presente no cotidiano de todos, seja em suas vidas pessoais, seja em suas rotinas de trabalho. O ser humano, culturalmente, foi “moldado” a pensar de forma organizada, com relação a pertences, na formação de grupos e nas rotinas de trabalho.

Para Hübner e Sichman (2007), quatro aspectos formam um Sistema Multiagente: os agentes, as interações entre eles, o ambiente e a sua organização, sendo que a organização normalmente é definida apenas de forma implícita na maioria dos sistemas, não fornecendo uma fonte de consulta aos agentes para suas ações.

Usualmente, agentes estão inseridos em ambientes onde é necessário que os mesmos executem suas responsabilidades em prol de atingir um objetivo comum a todos os envolvidos no sistema. Estes agentes são dotados de autonomia para realizarem suas atividades, porém, é necessário que tenham conhecimento das responsabilidades dos demais agentes do ambiente, para que, agindo de forma cooperativa, possam chegar ao objetivo global. Um exemplo descrito em Hübner e Sichman (2007), que demonstra esta situação, é o de uma equipe de futebol. Em um time de futebol cada jogador tem certa autonomia para realizar suas jogadas (nem todas as ações podem ser controladas por um técnico), porém, se cada jogador ignorar as ações dos demais jogadores, o time como um todo possivelmente não obterá uma boa apresentação. É necessário que os agentes conheçam os papéis e, conseqüentemente, as responsabilidades dos demais agentes inseridos no ambiente, mantendo a autonomia, porém acrescentando coesão global ao processo. Para isto, é necessário estabelecer uma *organização* ao sistema.

Uma organização de agentes pode ser definida como uma entidade social composta de um número específico de membros que realizam várias tarefas ou funções distintas e que estão estruturados seguindo uma topologia específica e uma inter-relação de comunicação para atingir o objetivo principal da organização (Argente, 2007).

Para Lemaître e Excelente *apud* Hübner (2003), pode-se caracterizar a organização de um grupo de agentes segundo dois pontos de vista: *centrada nos agentes* e *centrada na organização* (figura 06).

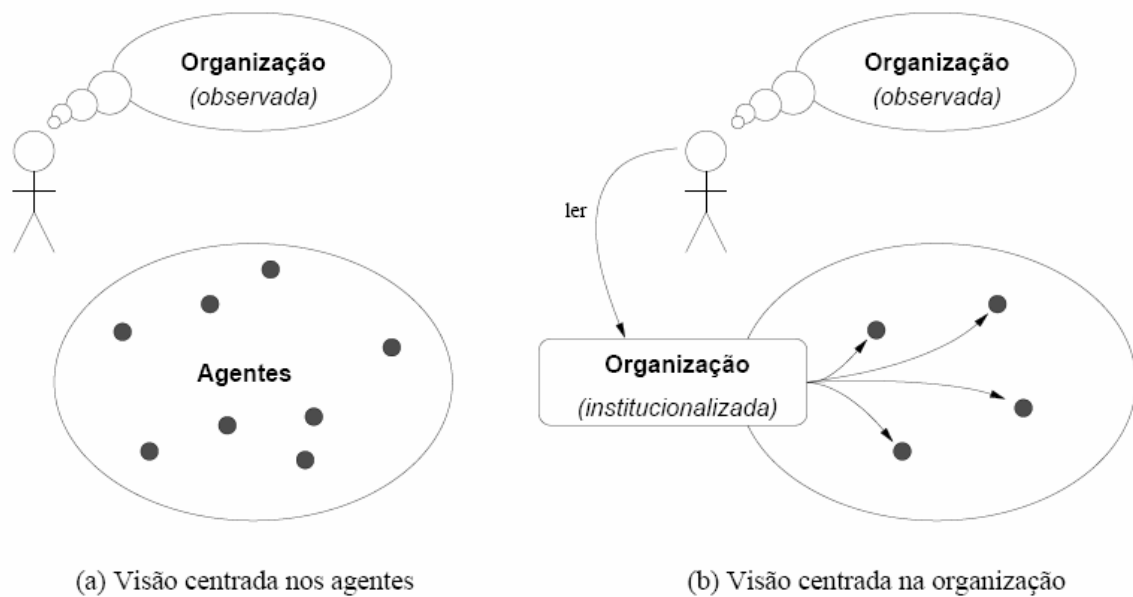


Figura 6 - Pontos de Vista para organização de um SMA (Fonte: Hübner, 2003)

Na primeira abordagem, a organização não é representada de forma explícita, sendo que as características da mesma estão distribuídas entre seus agentes. Para obter uma visão da organização em um sistema deste tipo, é necessário observar o comportamento dos agentes inseridos no ambiente e deduzir o funcionamento da organização como um todo de acordo com as ações de seus participantes.

Na segunda abordagem, existe uma representação explícita da organização, sendo que para obter conhecimento de seu funcionamento não é necessário observar seus agentes participantes. Um exemplo é uma instituição de ensino. Independente dos funcionários desta instituição (reitor, pró-reitores, coordenadores de curso, professores, entre outros), a mesma possui seu funcionamento registrado em normas, documentos e regimentos, sendo possível obter estas informações através dos mesmos. Neste caso, adota-se a denominação de *organização institucionalizada*.

Neste tipo de organização, são inseridos agentes institucionalizados que nada mais são do que agentes tradicionais, que interagem em uma sociedade como qualquer agente. Eles podem estabelecer contratos ou manter qualquer tipo de relacionamento com outros agentes, desempenham papéis, possuem obrigações e permissões. No entanto, eles devem seguir regras normativas estabelecidas pela organização.

Para Pacheco e Carmo (2003), um agente institucionalizado possui uma estrutura formada por um conjunto de papéis e um conjunto de normas definindo a caracterização deontológica de cada papel. Esta estrutura é suportada por outros agentes que assumem

determinados papéis, conseqüentemente herdando a caracterização deôntica deste papel (suas permissões, obrigações, etc.). O comportamento, tanto interno quanto externo dos agentes, deve ser regulado por normas, especificando as obrigações que agentes que assumem o papel devem cumprir, bem como sua representatividade junto à organização. Desta forma, um agente institucionalizado deve agir de acordo com as regras estabelecidas para o seu papel, nunca tomando uma decisão sem considerar os aspectos inerentes ao seu perfil, desempenhando o que pode ser considerado o “ideal” para a organização. Agentes, em um ambiente centrado na organização podem ser humanos ou agentes de *software*. Apesar de ser possível modificar alguma característica deste agente, a estrutura organizacional permanece sempre a mesma.

O ponto de vista centrado na organização apresenta algumas propriedades que o tornam mais adequado para alguns domínios de aplicação (Hübner e Sichman, 2007):

- uma organização existe por mais tempo do que seus agentes, o que torna fundamental que suas características sejam explícitas de forma desacoplada de seus agentes, para que sua memória seja preservada independentemente da mudança de seus agentes componentes;
- a falta de descrição sobre uma organização dificulta o raciocínio sobre a mesma, pois se ela estiver operando com agentes reativos, obter informações sobre a organização de acordo com as ações dos mesmos pode ser uma tarefa complexa;
- a separação conceitual da organização em relação à arquitetura interna dos agentes permite raciocinar sobre a organização independente dos seus participantes, o que torna flexível o ambiente quando da inserção de novos agentes com comportamentos desconhecidos (considerando sistemas abertos).

Para a descrição explícita da organização de um SMA é necessário um modelo organizacional que determine quais elementos constituem uma organização. Os *modelos organizacionais* podem ser vistos como técnicas para representar a organização social de um Sistema Multiagente (Coutinho *et al*, 2005).

Neste contexto, torna-se crucial a adoção de uma metodologia de especificação e projeto de agentes que permita explorar ao máximo o potencial dos mesmos, possibilitando uma maior abstração e compreensão dos conceitos associados à abordagem de organização em Sistemas Multiagentes e agentes institucionalizados.

Na próxima seção, aspectos da Engenharia de *Software* Orientada a Agentes serão apresentados, buscando abordar mecanismos de representação conceitual de agentes inseridos em um sistema computacional.

4.3 Engenharia de Software Orientada a Agentes

No contexto da Engenharia de *Software* um agente pode ser visto como “um *software* dotado de um conjunto de propriedades (autonomia, reatividade, habilidade social, comunicação, etc.) que lhe permitem desempenhar o seu papel e objetivos dentro de um sistema composto por outros agentes e/ou processos” (Konzen, 2002).

A Engenharia de *Software* Baseada ou Orientada a Agentes (*Agent Oriented Software Engineering* – AOSE) está sendo considerada um novo paradigma a ser explorado dentro da área de Engenharia de *Software* para auxiliar no desenvolvimento de sistemas que utilizem a concepção de agentes para operacionalizar suas tarefas. Desde o ano de 2000 ocorre, anualmente, o *International Workshop on Agent Oriented Software Engineering*, evento que busca difundir as pesquisas que têm sido realizadas sobre esta nova abordagem, tratando de temas como metodologias para análise e projeto orientado a agentes, modelos de processos, ferramentas para o desenvolvimento, arquiteturas, reuso, *frameworks* e componentes para o desenvolvimento orientado a agentes, entre outros.

Para Tveit (2001) e Jennings (2000), o principal objetivo da AOSE consiste em criar metodologias e ferramentas que possibilitem o desenvolvimento e manutenção de sistemas baseados em agentes, sendo que estes sistemas devem ser flexíveis, fáceis de usar (usabilidade), adaptáveis e de alta qualidade. Pour (2003) afirma que a Engenharia de *Software* Orientada a Agentes é uma extensão da Engenharia de *Software* Baseada em Componentes (*Component Based Software Engineering* - CBSE), sendo que a utilização desta nova abordagem deve tornar o desenvolvimento de *software* mais ágil, eficiente, menos oneroso e fornecer mais flexibilidade, autonomia e adaptabilidade que os componentes de *software* tradicionais.

Para diversos autores (Girardi, 2004; Shwambach, *et al.*, 2004; Tveit, 2001), o paradigma de agentes, na Engenharia de *Software*, surge como uma evolução da orientação a objetos. Tanto nas etapas de análise e projeto, quanto de programação, pode-se observar semelhanças entre as duas abordagens. Para Girardi (2004) e Wooldridge (1997), agentes, assim como objetos, possuem uma memória e um comportamento. Porém, objetos são passivos, enquanto agentes podem ser considerados ativos, autônomos, sociais e com

capacidade de aprendizado. Agentes controlam seu comportamento, ao passo que objetos encapsulam estrutura e comportamento, mas não podem ativar por iniciativa própria seu comportamento (métodos), sendo necessária a solicitação de outro objeto para invocação de um método. Agentes são considerados mais ativos, por aprenderem com o ambiente, tomarem decisões e executarem ações, enquanto que objetos ficam esperando solicitações para realizarem serviços. Ainda, agentes possuem uma capacidade muito maior de comunicação do que objetos, utilizando linguagens de comunicação entre agentes bem mais robustas que a simples troca de mensagens que ocorre entre objetos (Tveit, 2001).

Shwambach (2004) afirma que agentes surgem como um novo nível de abstração, permitindo que um sistema seja descrito em termos de agentes interagindo entre si para a realização de tarefas. É possível perceber uma evolução das formas de abstração no desenvolvimento de um sistema, passando da abordagem estruturada, onde o nível de abstração ocorria em termos de procedimentos, passando pela abordagem orientada a objetos, com nível de abstração em termos de objetos, e o uso de componentes de *software*. As abstrações em termos de procedimentos e objetos geraram metodologias para realizar as etapas de análise e projeto de um sistema, dedicando-se a tarefa de modelagem e especificação do mesmo de acordo com seu tipo de abstração. O uso de componentes foi incorporado mais às fases técnicas de desenvolvimento de um sistema, preocupando-se prioritariamente com o projeto, implementação e testes utilizando componentes.

Um conjunto de benefícios pode ser obtido no desenvolvimento de sistemas dentro da perspectiva de orientação a agentes, sendo que Collier (2002) destaca alguns para a Engenharia de *Software*:

- *disponibilidade de diversos instrumentos de impacto para tomada de decisão*: agentes são capazes de tomar a iniciativa independentemente de qualquer controle global do sistema. Esta autonomia, que é suportada por sistemas de raciocínio usualmente expressivos, permite que os mesmos possam tomar decisões importantes nos processos de negócio;
- *abordagens baseadas em agentes simplificam sistemas distribuídos complexos através da abstração*: isto ocorre através do gerenciamento da complexidade, conseqüentemente, facilitando a escalabilidade de sistemas;
- *suporte para padrões flexíveis de interação*: abordagens baseadas em agentes implementam mecanismos de interação de agentes em alto nível, através de Linguagens de Comunicação entre Agentes (ACL, do inglês *Agent Communication Language*);

- *abordagens baseadas em agentes suportam a criação de aplicações abertas:* Sistemas Multiagentes permitem que, à medida que um determinado problema não pode ser resolvido pelos agentes existentes, sejam adicionados novos agentes com habilidades e funcionalidades apropriadas;
- *robustez das aplicações:* Sistemas Multiagentes proporcionam um aumento da robustez dos sistemas através da redundância, autonomia e flexibilidade. Por exemplo, em um determinado cenário, se um agente precisa do auxílio de outro agente para executar uma tarefa e este não está disponível, ele deve automaticamente localizar outro agente para realizar a mesma tarefa.

Por fim, Jennings *et al.* (1996) justificam a aplicação da tecnologia de agentes na concepção de Sistemas de Informação quando o problema a ser solucionado possui as seguintes características:

- o domínio da aplicação envolve distribuição intrínseca dos dados, capacidade de resolução de problemas e responsabilidades;
- necessidade de manter a autonomia de sub-partes, sem a perda da estrutura organizacional como um todo;
- complexidade nas interações, incluindo negociação, compartilhamento de informação e coordenação;
- impossibilidade de descrição prévia da solução do problema, devido à possibilidade de modificações (perturbações) em tempo real no ambiente; e
- ocorrência de processos de negócio com natureza dinâmica.

A próxima seção apresenta uma proposta de classificação da Engenharia de *Software* Orientada a Agentes, enfocando as etapas de análise de requisitos e projeto de um *software* desenvolvido dentro desta abordagem.

4.3.1 Classificação da Engenharia de *Software* Orientada a Agentes

Pour (2003) afirma que a Engenharia de *Software* assume um papel diferenciado em relação à abordagem tradicional com que trata o desenvolvimento de sistemas, no momento em que precisa trabalhar com novas competências para atuar com agentes de *software*. A autora acrescenta que no contexto da Engenharia de *Software* Orientada a Agentes, dois domínios (classificações) podem ser identificados: (a) Engenharia de Sistemas para

Componente Agente (ACSE – *Agent Component System Engineering*); e (b) Engenharia de Sistemas Multiagentes (MASE – *Multiagent System Engineering*).

A ACSE trata do desenvolvimento de agentes como componentes isolados, ao passo que a MASE trata do desenvolvimento de Sistemas Multiagentes. Cada domínio requer um conjunto diferente de competências e processos para seu desenvolvimento. Pensando em termos de Engenharia de *Software* “tradicional”, pode-se fazer uma analogia afirmando que cada domínio trabalha com um determinado ciclo de vida de desenvolvimento.

Com relação à ACSE, é possível citar o seguinte conjunto de atividades que fazem parte de seu ciclo de vida:

- análise e especificação dos requisitos para o componente agente;
- projeto do componente agente;
- implementação do componente agente;
- teste do componente agente; e
- avaliação e manutenção do componente agente.

Na Engenharia de Sistemas Multiagentes, o seguinte ciclo de vida pode ser identificado:

- análise e especificação dos requisitos para o sistema multiagente;
- seleção e customização de um conjunto de agentes;
- seleção e customização da arquitetura do sistema multiagente;
- integração do sistema;
- teste do sistema; e
- avaliação e manutenção do sistema multiagente.

Observa-se que o ciclo de vida apresentado para as duas dimensões assemelha-se aos modelos de ciclo de vida apresentados na literatura para a realização de uma engenharia de *software* considerada ‘tradicional’. São realizadas as atividades básicas de levantamento de requisitos, análise e projeto destes requisitos, implementação, testes e implantação do sistema.

A fase de análise de requisitos, para a Engenharia de *Software* Orientada a Agentes, deve ser vista a partir da percepção de agentes que interagem na execução das funcionalidades identificadas. Assim, são realizadas a modelagem e especificação de cada agente, enfatizando aspectos como objetivos, papéis, atividades e interações dos indivíduos (agentes) com a organização.

Usualmente, duas etapas são desenvolvidas durante o projeto de *software*: projeto arquitetural e projeto detalhado. Estas etapas ocorrem tanto na Engenharia de *Software* “tradicional” quanto na Engenharia de *Software* Orientada a Agentes. No projeto arquitetural, são definidos os diferentes componentes da arquitetura e formas de cooperação entre eles; já no projeto detalhado, os componentes são detalhados em termos de comportamento e características (atributos). A fase de seleção e customização dos agentes, bem como da arquitetura do sistema multiagente, descritas nos ciclos de vida, são atividades que compreendem o projeto do *software*.

Diversas metodologias têm sido propostas para modelagem de sistemas, buscando representar o mesmo a partir de agentes em um alto nível de abstração. Muitas destas originaram-se de extensões e melhorias de metodologias de modelagem orientada a objetos e utilizam a Linguagem Unificada de Modelagem – (*Unified Modeling Language – UML*). Dentre as metodologias, pode-se citar a linguagem *Agent UML (AUML)*, as metodologias *Gaia*, *MAS-CommonKADS*, as plataformas *OpenCybele* e *MadKIT*, e os *frameworks JADE (Java Agent Development Framework)* e *CASA (Collaborative Agent System Architecture)*, que são apresentadas no apêndice A.

Silva Filho (2005) e Girardi (2004) afirmam que a maioria das metodologias existentes aborda as etapas de análise e projeto de sistemas. Na etapa de análise, grande parte das metodologias descreve procedimentos para a realização de três tarefas de modelagem:

- *modelagem de objetivos*: o modelo de objetivos é o resultado da identificação dos objetivos específicos que, por sua vez, são oriundos do refinamento do objetivo geral;
- *modelagem de papéis*: para cada objetivo específico, são identificadas as responsabilidades e as atividades associadas a cada responsabilidade. Com isto, é necessário definir os papéis que irão assumir tais responsabilidades e desempenhar as atividades a elas associadas. Os recursos utilizados pelos papéis também deverão ser modelados; e
- *modelagem de interações entre papéis*: definição das interações entre papéis na realização das atividades, bem como de papéis com entidades externas ao sistema.

Alguns autores propõem, além das três modelagens citadas, uma *Modelagem de Conceitos*, que estabelece uma ontologia para o domínio da aplicação com os conceitos associados a ela, bem como seus relacionamentos.

Para a fase de projeto de um Sistema Multiagente, as seguintes tarefas de modelagem são realizadas para o desenvolvimento do projeto arquitetural, segundo a maioria das metodologias encontradas (Silva Filho, 2005; Girardi, 2004):

- *modelagem de agentes*: tem como objetivo identificar os agentes que irão compor a arquitetura do sistema. Os agentes são associados aos papéis detectados na fase de análise e a eles é atribuído um conjunto de atividades derivadas das atividades dos papéis, de forma que possam cumprir suas responsabilidades;
- *modelagem de interações entre agentes*: através da construção de modelos de interação entre agentes é possível identificar as relações de comunicação que irão ocorrer entre os agentes que compõem a arquitetura do sistema a ser desenvolvido. É realizado um mapeamento das interações entre os papéis para as interações entre os agentes, sendo definidas algumas informações, tais como: origem, destino e seqüência das interações.
- *modelagem da arquitetura do sistema multiagente*: a partir do modelo de agentes e do modelo das interações entre os mesmos, é possível definir a arquitetura do sistema, ou seja, propor uma solução computacional, onde mecanismos de cooperação e coordenação entre agentes são estabelecidos de forma que o sistema resolva satisfatoriamente o problema para o qual está sendo desenvolvido.

Na etapa de projeto detalhado, a modelagem detalhada de cada agente deve ser realizada, onde a arquitetura de cada agente é desenvolvida, inserindo detalhes de suas atividades junto ao ambiente.

Considerando que a proposta desta tese está centrada no desenvolvimento de um Jogo de Empresa que simule processos institucionais, a organização de Sistemas Multiagentes, conforme apresentada na seção 4.2.1, adquire fundamental importância, no que se refere a alguns elementos considerados cruciais, tais como: o mapeamento das normas que regem uma organização, sua estrutura (papéis e relacionamentos), suas responsabilidades organizacionais e individuais e as interações (diálogos) permitidas entre os participantes. Desta forma, torna-se necessário buscar metodologias que preocupem-se com a modelagem dos aspectos organizacionais que envolvem o desenvolvimento de um sistema baseado em agentes. A próxima seção apresenta alguns dos modelos propostos pela literatura.

4.3.2 Modelagem de Sistemas Multiagentes Centrada na Organização

Esta seção tem como objetivo apresentar quatro modelos de desenvolvimento de Sistemas Multiagentes voltados aos aspectos organizacionais de uma instituição.

4.3.2.1 Modelo TOVE – TOronto Virtual Enterprise

Para Fox e Gruninger (1998) é fundamental poder definir uma organização e saber como modelá-la em um sistema de informação, auxiliando na tomada de decisão manual ou automatizada, fator crucial para os sistemas empresariais atuais.

O modelo TOVE (Fox *et al.*, 1997) está fundamentado na proposta de servir como um modelo de empresa padrão, que seja considerado um modelo de uso comum para todos da área. O principal objetivo do projeto TOVE é criar um modelo que (Fox *et al.*, 1993):

- forneça uma terminologia compartilhada para a empresa que cada agente possa entender e usar conjuntamente;
- defina o significado de cada termo (semântica) de uma forma precisa e não ambígua;
- implemente a semântica com um conjunto de princípios que permitam automaticamente deduzir respostas para muitas questões consideradas de “senso comum” sobre a empresa; e
- defina uma simbologia para exibir um termo ou um conceito de forma gráfica.

O modelo apresenta uma definição detalhada para as organizações dentro de um contexto empresarial, considerando as seguintes entidades: *organização*, *papel* e *agente*. Uma organização pode ser considerada um conjunto de quatro elementos: a *organização* propriamente dita, formada por divisões e subdivisões, um *conjunto de agentes* alocados nestas divisões, um *conjunto de papéis* para os agentes assumirem e um *conjunto de metas* a serem atingidas pela organização (Hübner, 2003).

Papéis podem ser vistos como classes abstratas contendo as funcionalidades a serem desempenhadas pelos agentes da organização que assumirem os mesmos. Algumas propriedades são associadas a cada papel:

- um conjunto de metas relacionado ao papel e que o agente que assumir o mesmo terá que buscar;
- um conjunto de processos que define como as metas poderão ser alcançadas. Pode ser visualizado como um conjunto de atividades a serem desempenhadas;

- um conjunto de autoridades que o agente precisará para alcançar seus objetivos, ou seja, os direitos estabelecidos a cada papel sobre determinados recursos;
- um conjunto de habilidades associadas e que o agente que assumir o papel deve possuir;
- um conjunto de restrições na execução dos processos; e
- um conjunto de recursos necessários para que o papel possa ser desempenhado.

Os conceitos de hierarquia e especialização podem ser atribuídos aos papéis de uma organização. No que se refere à hierarquia, podem ser criadas restrições de subordinação entre os papéis. Por exemplo, agentes podem assumir papéis de chefes em uma organização, enquanto outros agentes podem assumir o papel de empregados. É possível criar a restrição de hierarquia, estabelecendo que empregados obedecem a chefes. Esta hierarquia pode ser múltipla, por exemplo, o chefe ainda pode ser subordinado do agente que assumir o papel de presidente da organização. O conceito de especialização é semelhante às características presentes na orientação a objetos, ou seja, caso um papel seja especializado de outro papel, herdará deste, seus direitos, obrigações e propriedades.

A terceira entidade mapeada no modelo TOVE é o agente da *organização*, que pode ser visto como membro de uma divisão da organização, assumindo um ou mais papéis e podendo se comunicar com outros agentes, caso tenha sido prevista uma ligação de comunicação entre eles. Agentes realizam atividades e podem consumir recursos na execução das mesmas, sendo que estão limitados às restrições de comportamento impostas por seus papéis.

Eventualmente, os agentes precisam formar equipes para o desenvolvimento de determinados “projetos” de trabalho. Neste caso, as equipes formadas se assemelham as características da organização como um todo, porém, possuindo um tempo de vida bem menor, encerrando sua existência quando a tarefa é concluída. A figura 07 apresenta a taxonomia organizacional do TOVE.

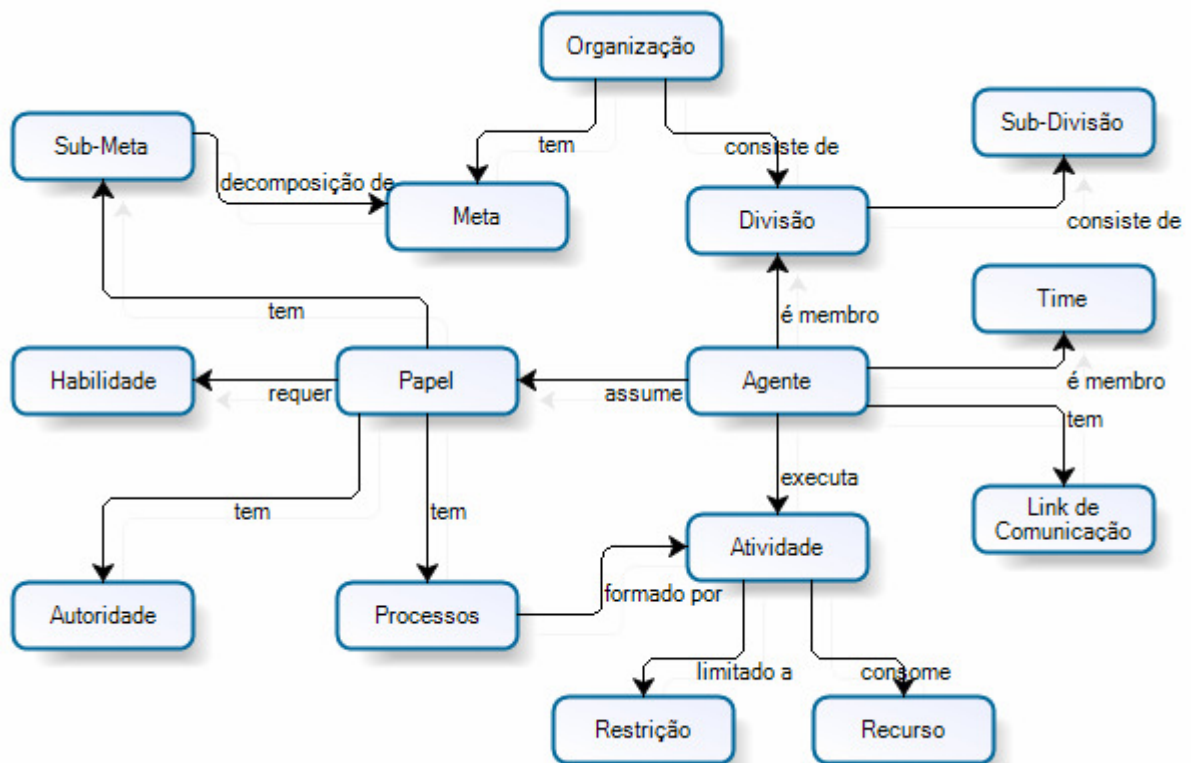


Figura 7 - Taxonomia Organizacional do Modelo TOVE (Fonte: adaptado de Fox *et al.* 1997)

4.3.2.2 Modelo TÆMS

O modelo TÆMS (*Task Analysis, Environment Modeling and Simulation*) possui como foco central a descrição da estrutura das tarefas organizacionais de modo a viabilizar a análise e a simulação da organização, coordenando a resolução de problemas em uma estrutura formal e independente de domínio (Kolp *et al.*, 2006), ao contrário do modelo TOVE que apresenta como foco principal o conceito de papel social.

Segundo Lesser e Horling (2007), o modelo TÆMS pode ser considerado uma linguagem de modelagem para descrever a estrutura de tarefas dos agentes, que envolve a definição das responsabilidades associadas a um agente, as ações a serem executadas por ele para atingir os objetivos, dado um determinado contexto, e as implicações de suas ações.

As tarefas podem ser abordadas sob três pontos de vista: *objetivo*, *subjetivo* e *generativo*. A visão *objetiva* apresenta a estrutura completa das tarefas, de forma real, ao passo que a visão *subjetiva* apresenta a forma como os agentes envolvidos percebem a estrutura de tarefas em que estão envolvidos. Porém, usualmente, os agentes não têm a visão da tarefa como um todo, mas apenas da parte que lhe é designada (descreve as tarefas na

forma como são vistas pelos agentes, porém não apresenta a maneira como eles irão executar a mesma).

A visão *generativa* contém informações de como gerar visões objetivas e subjetivas para a resolução de problemas em um determinado domínio. Podem ser apresentadas diversas visões de como tarefas podem ser executadas, de forma a auxiliar na escolha da mais adequada para um determinado domínio de aplicação.

As figuras 08 e 09 apresentam, respectivamente, uma visão objetiva e uma visão subjetiva de uma determinada tarefa modelada no modelo TÆMS.

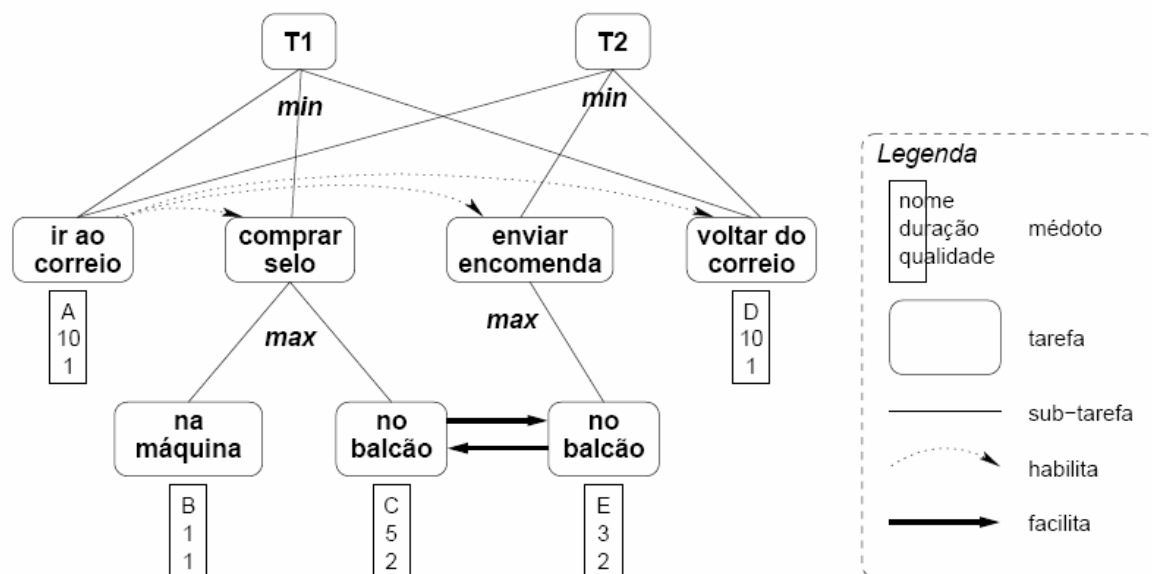


Figura 8 - Visão objetiva de uma tarefa no modelo TÆMS (Fonte: Hübner, 2003)

O modelo da figura 08 apresenta as tarefas organizadas em uma rede (semelhante a uma árvore), onde sub-tarefas são especificadas organizando as tarefas em vários níveis de abstração. Por exemplo, nas figuras apresentadas, a tarefa *T1* corresponde a “Obter Selos”. Para a execução desta tarefa como um todo, três sub-tarefas foram especificadas: *ir ao correio*, *comprar selo* e *voltar do correio*. A estas tarefas, que podem ser consideradas métodos, são alocadas agentes responsáveis pela sua execução.

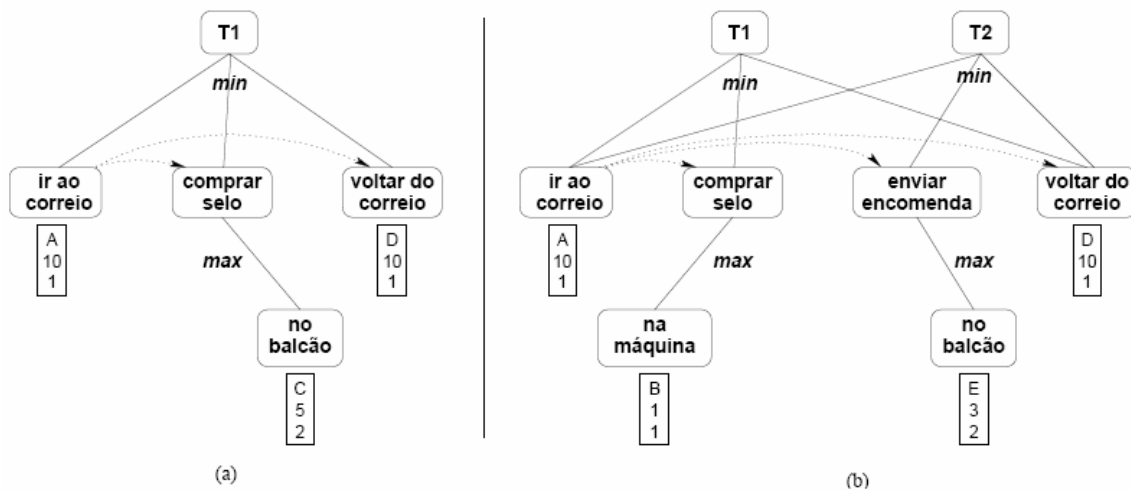


Figura 9 - Visão subjetiva de uma tarefa no modelo TÆMS (Fonte: Hübner, 2003)

Na figura 09 é possível observar que o agente, em (a), apenas conhece a tarefa 1 (T1) e pode comprar selos apenas no balcão. Já na figura (b) ele tem a visão das duas tarefas T1 e T2, porém pode comprar selos apenas na máquina, o que faz com que tenha que cumprir esta responsabilidade desta forma e depois passar no balcão para enviar a encomenda, não tendo a visualização de que existe uma relação entre compra de selos e envio de encomendas via balcão.

Através dos exemplos mostrados é possível visualizar as principais funcionalidades do modelo TÆMS. Para Wagner *et al.* (2003), o modelo tem como principal objetivo representar as tarefas associadas a um agente na resolução de problemas, sendo que deve possibilitar a representação de diferentes alternativas para a execução das mesmas (por exemplo, a possibilidade de comprar selos em uma máquina ou no balcão). Ainda, representa as interações existentes entre as atividades e quantifica as mesmas através de atribuição de atributos de qualidade, custo e duração.

4.3.2.3 Modelo MOISE+

O modelo MOISE+ (Hübner, 2003) é baseado no modelo MOISE - *Model of Organization for multi-agent SystEms* (Hannoun *et al.*, 2000). O modelo MOISE, além de considerar as tarefas, como o modelo TÆMS, também considera a estrutura formada pelas relações entre os papéis dos agentes. Além das características organizacionais, o modelo MOISE considera também as tarefas e responsabilidades de cada agente envolvido, onde cada papel tem um conjunto de missões associadas a ele, que contém um conjunto de metas a serem alcançadas, um conjunto de planos que podem ser utilizados, um conjunto de ações que

podem ser utilizadas e um conjunto de recursos a serem utilizados no desempenho das mesmas.

O modelo MOISE+ possui dois focos centrais: uma *especificação organizacional* (1) adotada por um conjunto de agentes, que formam uma *entidade organizacional* (2), cuja ação se destina a atingir uma finalidade (Hübner, 2003).

Na construção do modelo, três dimensões são analisadas: a estrutura (papéis), o funcionamento (planos globais) e as normas (obrigações) da instituição. O *aspecto estrutural* buscar apresentar os papéis e as relações entre eles, representado grupos e a hierarquia entre papéis. O *aspecto funcional* especifica como os objetivos globais podem ser atingidos (planos globais, metas e missões). O *aspecto deôntico* especifica a relação entre os dois primeiros aspectos, indicando quais as responsabilidades dos papéis em relação aos planos globais.

A *Especificação Estrutural* é construída considerando três níveis: individual, social e coletivo. O nível individual tem a função de fazer o elo entre o agente e a organização, sendo representado pelos papéis. As ligações que um papel possui com outro papel são definidas com o objetivo de criar possíveis restrições comportamentais, ou seja, as restrições que um papel confere de um agente em relação a outro agente (por exemplo, um reitor e um coordenador de curso em uma hierarquia institucional), bem como sobre obrigações em relação às tarefas comuns (em uma relação de educação, pais devem educar seus filhos).

O nível social apresenta as restrições de interação de um papel com outro, tais como relações de autoridade e de compatibilidade. No nível coletivo, são definidos os grupos nos quais agentes com afinidades e objetivos mais próximos estarão inseridos (por exemplo, o corpo docente em um curso de graduação). Um exemplo de especificação estrutural com o MOISE+ pode ser visualizado na figura 10.

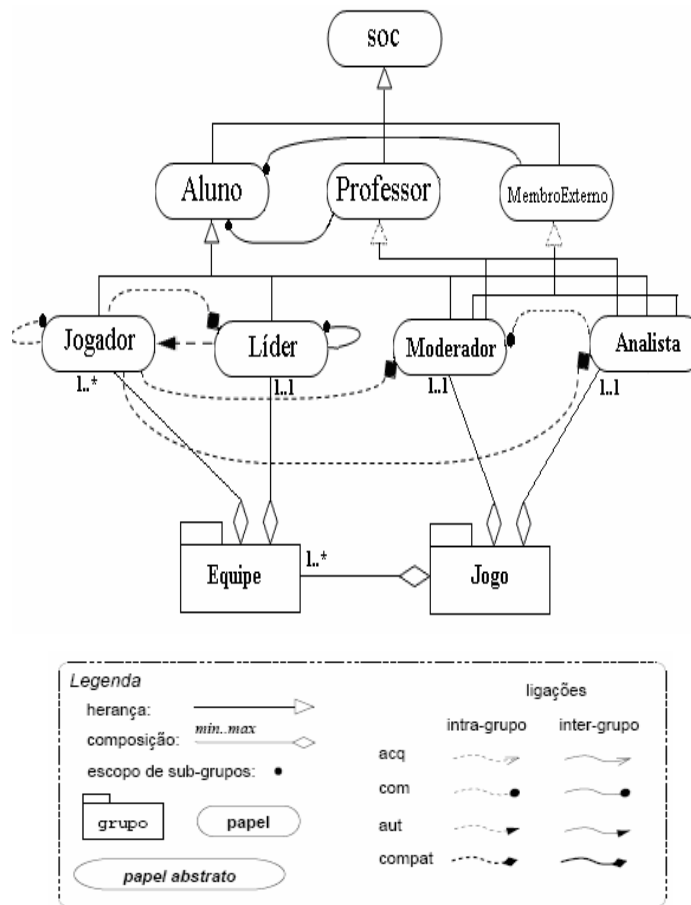


Figura 10 - Exemplo de Especificação Estrutural com o MOISE+ (Fonte: Sacchis e Bernardi, 2008)

A *Especificação Funcional* é constituída por um conjunto de esquemas sociais, além de uma relação de preferência entre missões. O conceito de esquema social está fortemente relacionado ao conceito de meta global, que representa um estado do mundo que é desejado pelo sistema multiagente, ou seja, está relacionado com todos os agentes da organização que almejam um mesmo objetivo final.

Em nível individual, um esquema social é constituído por missões, que correspondem a um conjunto de metas que podem ser atribuídas a um agente quando este assume um determinado papel. O agente que se compromete com uma missão é responsável pelo cumprimento de todas as metas associadas a ela. No nível coletivo, ocorre a decomposição das metas globais em um conjunto de planos que podem ser seguidos para satisfazer uma meta. Um agente, ao assumir uma missão, pode delegar os planos para outros agentes, desde que ao final, a meta global seja atingida. Por fim, uma ordem de preferência entre as missões

pode ser traçada. A figura 11 apresenta um exemplo de especificação funcional com o MOISE+.

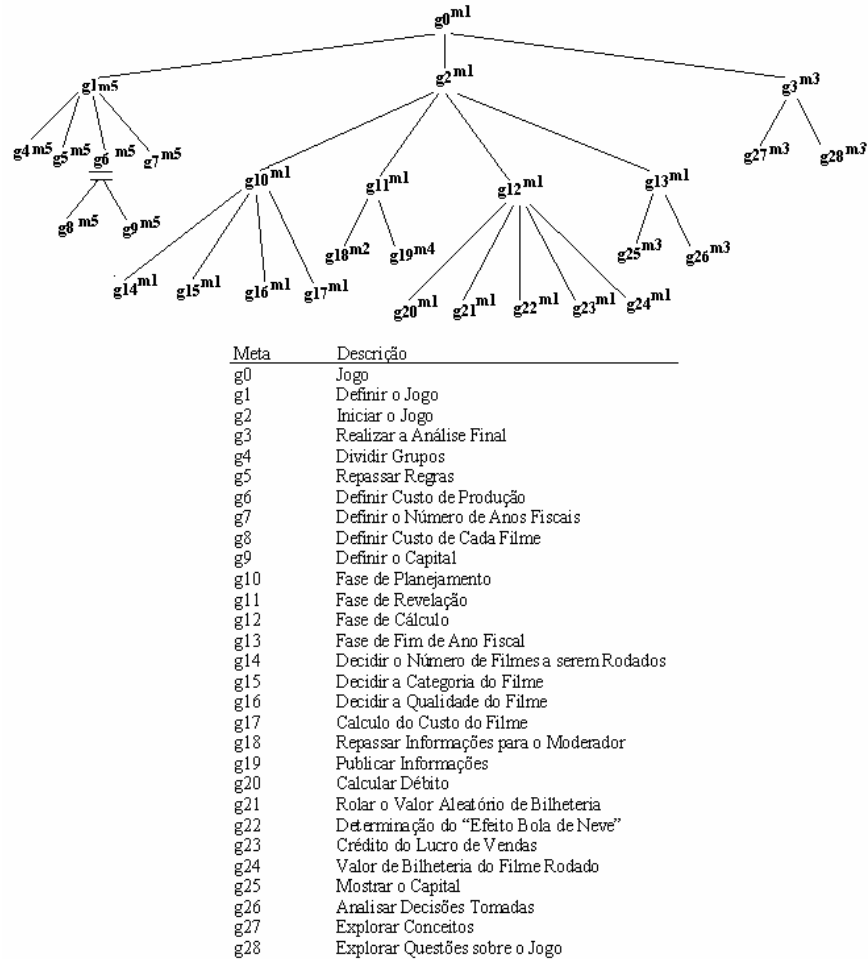


Figura 11 - Exemplo de Especificação Funcional com o MOISE+ (Fonte: Sacchis e Bernardi, 2008)

Por fim, a *Especificação Deontica* ocorre no nível individual e define quais missões devem ser associadas a um papel, que terá a obrigação ou permissão de se comprometer com as mesmas.

4.3.2.4 Instituições Eletrônicas

O conceito de Instituições Eletrônicas (Esteva, 2003) é fortemente baseado no conceito de instituições humanas, onde regras são estabelecidas e devem ser seguidas por seus participantes na execução de tarefas. Ainda, uma especificação, com todas as atividades que

devem ser realizadas para a execução da tarefa como um todo, é definida como a seqüência com que estas atividades devem ser executadas, caminhos alternativos a seguir e conseqüências de todas as decisões que são tomadas durante o fluxo do processo de negócio.

Instituições Eletrônicas podem ser consideradas, assim, ambientes onde agentes interagem na execução de processos, sendo que suas interações são controladas pelo ambiente, que pode restringir suas ações de forma a assegurar que estes desempenhem suas atividades de forma *segura*. Esta restrição no comportamento dos agentes é realizada através de normas, que definem as seqüências válidas de interações dialógicas realizadas entre os agentes, para atingir seus objetivos. Usualmente, dois tipos de normas são encontrados: normas baseadas em protocolos, que são definidas por um grupo de cenas, seqüências de execução das cenas e de interações nestas cenas. As ações executadas em um outro momento pelos agentes (passado do agente) são levadas em consideração para estabelecer suas ações atuais. As normas baseadas em regras, por sua vez, estabelecem uma relação de dependência entre ações (Garcia-Camino, 2005).

É importante salientar que para o eficiente desenvolvimento de uma Instituição Eletrônica, assim como para o desenvolvimento de qualquer sistema, é fundamental que as etapas que antecedem ao desenvolvimento (análise e projeto) sejam realizadas de forma adequada, para facilitar o desenvolvimento posterior, bem como flexibilizar possíveis manutenções futuras. Noriega (1997) e Rodríguez-Aguilar (2001) apresentam em seus trabalhos uma proposta de modelagem e especificação de Instituições Eletrônicas, fundamental para representar todos os aspectos do sistema a ser desenvolvido.

Esteva *et al.* (2001) salientam que, no caso de Instituições Eletrônicas, esta especificação deve apresentar todas as regras que regulam a instituição, sendo que algumas vantagens da correta especificação e criação de modelos da baseados nesta metodologia podem ser citadas:

- um modelo de Instituição Eletrônica é uma descrição da instituição modelada que pode vir a ser utilizada para outra especificação (reuso). Tal modelo pode permitir a análise quando uma nova instituição estiver sendo construída (*baseline* – histórico para geração de estimativas). Isto pode ser muito importante em projetos nos quais falhas (erros) podem afetar a segurança, bem como os custos dos mesmos em caso de correção;
- especificações gráficas podem ser facilmente entendidas. Similar aos modelos da engenharia de *software* “tradicional”, durante as fases de análise e projeto a utilização de modelos pode tornar mais fácil a verificação e validação dos

requisitos identificados, seja pela equipe de analistas e projetistas, bem como pelo cliente, que pode compreender melhor um diagrama do que uma especificação textual;

- a especificação de uma Instituição Eletrônica oferece uma descrição explícita dos estados e ações, em contraste com a maioria das linguagens de descrição e especificação, que descrevem estados ou ações, mas não ambos;
- o comportamento de um modelo de Instituição Eletrônica pode ser analisado, por meio de simulação ou por meio de métodos de análise formal. A utilização de simulação dos processos especificados é fundamental para a verificação e validação de todo o fluxo gerado;
- o processo de criação da descrição e realização da análise permite ao analista melhorar o entendimento da instituição modelada.

4.4 Conclusões do Capítulo

Retomando os objetivos principais deste trabalho, um coordenador de graduação em uma instituição educacional necessita, durante seu trabalho, realizar uma série de processos administrativos, que o obrigam a dialogar com diversos setores. Foi proposto o desenvolvimento de um Jogo de Empresa, baseado nas características da Aprendizagem Organizacional, com o intuito de realizar uma simulação destes processos que possa treinar o coordenador em um ambiente controlado. Considerando que pode ser muito difícil contar com os diversos setores para participar deste jogo com um possível (e único) coordenador recém empossado, foram apresentados, neste capítulo, os agentes de *software*.

O desenvolvimento de agentes autônomos permite que os participantes de um jogo de empresa possam ser modelados como sistemas automatizados, respondendo às interações que o jogador humano propõe ao se movimentar e realizar suas ações no ambiente através de um *avatar* que o personifica. Jennings (2000) e Konzen (2002) destacam que os agentes podem ser utilizados no treinamento corporativo, simulando participantes atuantes em um processo de negócio, cerne do desenvolvimento deste trabalho. Além disso, Juchem e Bastos (2002) justificam uma das possíveis atuações de agentes no desenvolvimento de sistemas de informação quando ocorre a necessidade de se manter a autonomia das partes envolvidas, bem como a estrutura organizacional. No caso específico deste trabalho, o que se busca com os agentes de *software* é representar as interações que ocorrem entre os diferentes participantes de processos de negócio

institucionais, onde cada um conhece, internamente, sua hierarquia dentro da organização, podendo tomar decisões quando estas lhe cabem.

Ainda, dentro de uma organização educacional, os processos de negócio, usualmente, ocorrem com a participação de vários atores e, deste modo, é necessário desenvolver um Sistema Multiagente, onde cada agente específico deverá possuir características e comportamentos pertinentes ao papel que desempenha, devendo se relacionar com os demais para atingir os objetivos globais da instituição. Um aspecto importante dos SMA é a preocupação com a organização dos agentes no ambiente em que estão inseridos.

A *organização institucionalizada* apresenta como características mais importantes a representação explícita da organização, onde os agentes desempenham papéis e devem conhecer suas obrigações e permissões, seguindo as regras normativas definidas pela instituição. Hübner e Sichman (2007) destacam que este tipo de organização de SMA facilita o raciocínio para o desenvolvimento dos agentes de forma independente, desacoplando as características da organização em relação às arquiteturas internas dos mesmos. A implementação de regras normativas permite desenvolver um sistema onde, ao modificar-se os processos de negócio, situação comum em uma organização, as estruturas internas dos agentes, usualmente, não precisam ser alteradas. Além disso, as regras normativas permitem aos analistas discutirem o comportamento dos agentes e do ambiente sem entrar em detalhes mais específicos relacionados ao desenvolvimento do *software*.

A Engenharia de *Software* Orientada a Agentes suporta o ciclo de desenvolvimento de Sistemas Multiagentes, propondo abordagens que permitem analisar, projetar e implementar as características pertinentes a agentes e suas necessidades. Diversas metodologias têm sido propostas para a modelagem e especificação de sistemas baseados em agentes. Neste trabalho, foram referenciadas algumas, sendo que mereceram maior destaque as que estão voltadas para a modelagem organizacional de Sistemas Multiagentes.

No contexto deste trabalho, é fundamental a escolha de um modelo organizacional que especifique todos os conceitos descritos sobre agentes institucionalizados. A utilização de Instituições Eletrônicas para modelar e especificar processos organizacionais pode tornar o desenvolvimento mais robusto no que se refere a gama de recursos que esta abordagem oferece, permitindo representar o sistema a ser desenvolvido em diferentes graus de abstração. Pode-se iniciar a representação do mesmo através de uma modelagem mais conceitual, sem muitos detalhes de desenvolvimento, etapa importante para que clientes e desenvolvedores entendam e validem o sistema a ser desenvolvido. A partir deste ponto, é possível passar para

níveis maiores de detalhamento, obtendo sucessivos refinamentos do sistema, através da descrição detalhada das interações, das regras, implementação dos agentes, entre outras.

A utilização de Instituições Eletrônicas pode ser uma escolha eficiente, pois todo seu funcionamento transcorre visando à execução de processos organizacionais e frisando as interlocuções e restrições a estas que ocorrem entre seus participantes. Este modelo propõe, explicitamente, que as relações existentes, principalmente as conversações dialógicas entre os agentes, devem seguir as regras normativas definidas em tempo de projeto. Por outro lado, interações não previstas não são aceitas pelo modelo.

Considerando que o modelo de Instituições Eletrônicas pode ser utilizado como suporte de desenvolvimento do Jogo de Empresa proposto neste trabalho, o próximo capítulo apresenta uma visão detalhada sobre as mesmas, explorando suas características.

5 Instituições Eletrônicas

Segundo Sabater-Mir *et al.* (2007), os indivíduos, no dia-a-dia, interagem com diversas pessoas para alcançar seus objetivos, sendo que muitas destas interações são reguladas pelo que os autores chamam de *Instituições*, que têm como objetivo verificar se normas e protocolos estão sendo seguidos de forma correta durante tais interações. Instituições podem ser consideradas, no contexto deste trabalho, como representações que estabelecem toda e qualquer restrição (formal ou informal) que indivíduos devem seguir durante as interações.

Outra definição de instituições é apresentada por North (1991), que as considera restrições concebidas pelas e para as pessoas que estruturam as interações políticas, econômicas e sociais. Estas restrições podem ser informais (tabus, costumes, tradições) ou regras formais (constituição de um país, leis, direito de propriedade). Ainda, para o autor, instituições estabelecem as “regras do jogo” em uma sociedade, sendo que, ao longo da história, as instituições foram idealizadas para criar ordem e reduzir incertezas por fornecerem uma estrutura para a vida cotidiana (North, 1990).

Todo o comportamento e funcionamento das instituições são discutidos pela *Teoria Institucional*, que se preocupa com os aspectos mais profundos da estrutura social. Esta teoria considera os processos pelos quais as estruturas, incluindo esquemas, regras, normas e rotinas, se estabeleceram como guias para o comportamento social dos indivíduos (Scott, 2005). Para Aldewereld (2007), a *Teoria Institucional* é baseada no fato de que as normas são suportadas por instituições sociais (sociedades que reforçam nos seus membros a conformidade com as normas), e focam nas dinâmicas de sistemas regulatórios (normas que emergem da sociedade, normas impostas pela sociedade e propagação das normas por esta mesma sociedade) e os efeitos destes sistemas nas dinâmicas da sociedade e dos seus participantes.

Uma norma, neste contexto, usualmente é estabelecida como uma regra ou um padrão de comportamento que é compartilhado pelos membros de um grupo social. Uma norma também pode ser vista como um padrão ou até mesmo uma regra autoritária de acordo com a qual *algo* pode ser julgado, sendo que este *algo* pode ser aprovado ou reprovado (Aldewereld, 2007).

De acordo com Arcos *et al.* (2006), as normas de uma instituição definem o que é proibido e o que é permitido e sob quais condições. Neste caso, as instituições servem para articular as interações entre os agentes, sendo seu propósito principal facilitar, monitorar e

reforçar o comprometimento entre os participantes em uma situação repetitiva. Suas funcionalidades também incluem: (a) o gerenciamento da identificação dos participantes; (b) a definição e validação dos requisitos sobre as capacidades de seus participantes; (c) o estabelecimento de convenções de interações de forma a facilitar diálogos mais efetivos; e (d) reforçar a satisfação obtida com as tarefas realizadas.

De forma a transpor estas idéias para o mundo dos agentes, surgiu a abordagem de *Instituições Eletrônicas* (Esteva, 2003; Rodrigues-Aguilar, 2001; Noriega, 1997). O conceito de Instituição Eletrônica é baseado no conceito de instituições humanas. Em Sistemas Multiagentes, tem-se o conceito de entidades autônomas que interagem para atingir objetivos individuais, porém não se pode ter certeza de qual será o comportamento deles junto ao sistema. O uso de uma Instituição Eletrônica que regula o comportamento de agentes, da mesma forma que instituições humanas regulam o comportamento das pessoas, é um dos mecanismos que podem ser empregados para garantir o eficiente funcionamento de um sistema (Sabater-Mir *et al.* 2007).

Uma Instituição Eletrônica (IE) estabelece um conjunto de restrições artificiais que articula as interações entre agentes, definindo um ambiente normativo, onde agentes considerados heterogêneos (humanos e de *software*) podem participar representando diferentes papéis e interagindo através de atos de fala (Arcos *et al.*, 2006). Ou seja, a interação entre agentes, na execução de uma determinada atividade, ocorre de forma dialógica.

Uma Instituição Eletrônica é um modelo de uma instituição humana, definido através da especificação de suas normas em um determinado formalismo. O objetivo de desenvolver Instituições Eletrônicas é criar um *framework* para o desenvolvimento e implementação de arquiteturas de agentes onde suas interações são regradas por algum tipo de estrutura institucional (Aldewereld, 2007).

Rodrigues-Aguilar (2001) propõe uma especificação para as Instituições Eletrônicas com base em cinco elementos fundamentais: Agentes e Papéis, *Framework* Dialógico, Cenas, Estrutura Performativa e Regras Normativas. Estes elementos serão apresentados com mais detalhes na próxima seção.

5.1 Especificação de uma Instituição Eletrônica

Conforme descrito no capítulo anterior, todo o funcionamento de uma Instituição Eletrônica transcorre sobre alguns elementos considerados fundamentais: os agentes e os papéis que estes desempenham; os diálogos travados entre eles e como devem ser

formalizados; o “local” onde estas interações devem ocorrer; a estrutura do processo onde os agentes se encontram inseridos e as regras que regem a execução da instituição. As próximas seções descrevem estes elementos.

5.1.1 Agentes e Papéis

Os agentes são considerados *jogadores* em uma Instituição Eletrônica, interagindo através de atos de fala. Os papéis definem padrões de comportamento para um determinado agente. A identificação e a regulamentação de papéis fazem parte do processo de formalização de qualquer organização. A maior vantagem de utilizar papéis é poder alterar suas características sem a necessidade de modificar todos os agentes que assumem este papel específico (Rodrigues-Aguillar e Sierra, 2002).

Qualquer agente de uma Instituição Eletrônica deve assumir, obrigatoriamente, um papel, que representa um conjunto de ações que formaliza as *capacidades* do papel, ou seja, o *quê* um determinado agente com este papel pode fazer. Todos os agentes que assumirem este papel possuem as mesmas obrigações, direitos e oportunidades, podendo tomar decisões *autônomas*, porém de acordo com as *normas* da instituição.

Aldewereld (2007) define *Agentes Autônomos Normativos* como os agentes de *software* que são capazes de escolher objetivos que são legítimos de serem alcançados, baseados nas normas do sistema em que estão inseridos. Além disso, estes agentes podem julgar a legitimidade de suas próprias ações e das dos demais. Apesar de possuírem um alto grau de autonomia, agentes que seguem normas específicas raramente são capazes de possuir uma autonomia total, pois eles não possuem competência, recursos ou informações suficientes para resolverem isoladamente um problema. Em um SMA, um agente sempre é dependente de outros agentes (Jennings, 1993).

Em Rodrigues-Aguillar e Sierra (2002) são definidos dois tipos de agentes que atuam em Instituições Eletrônicas: *agentes institucionais* e *interagentes*. Os *agentes institucionais* são aqueles cujas tarefas são definidas pela instituição, ou seja, este tipo de agente assume os papéis definidos internamente pela instituição. Os *interagentes* são agentes especiais utilizados para facilitar e mediar a comunicação dos *agentes institucionais* com agentes externos à instituição, garantindo a correta utilização do modelo definido na instituição (seqüência de atividades, transições e tomadas de decisão).

5.1.2 *Framework Dialógico*

Agentes, em um SMA, podem possuir suas próprias linguagens e ontologias. Para uma Instituição Eletrônica, é necessário que estes aspectos estejam padronizados para todos os agentes que necessitem interagir na mesma. Desta forma, foi estabelecido o conceito de *framework dialógico*, composto por uma linguagem de comunicação, um dicionário bem definido (uma ontologia que define o vocabulário da instituição) e uma linguagem de representação para o conteúdo do domínio. As interações entre os agentes devem ocorrer através de atos de fala, cuja representação do *conhecimento* deve seguir um modelo formal, para que agentes heterogêneos possam compartilhar informações.

5.1.3 *Cenas*

Toda atividade, em uma Instituição Eletrônica, pode ser considerada como uma composição de tarefas dialógicas múltiplas, bem separadas e possivelmente concorrentes, onde cada uma envolve diferentes tipos de agentes desempenhando diferentes papéis. Estas atividades ocorrem através de interações entre os agentes (*reuniões*), que são denominadas *cenas*. Para definir uma cena, é necessário estabelecer protocolos de comunicação, que representam os diálogos possíveis que os *papéis* podem ter. Assim, uma cena define um *framework* baseado em papéis para a interação entre os diversos agentes.

5.1.4 *Estrutura Performativa*

As cenas podem ser conectadas, compondo uma rede de cenas, conhecida como *Estrutura Performativa*, que define também as relações entre as diversas cenas. A definição de uma estrutura performativa exige, ainda, a especificação de como diferentes papéis podem se mover de uma cena para outra, ou seja, como agentes em seus papéis podem se mover entre as diferentes cenas e quando novas conversações entre agentes devem ser iniciadas, definindo as pré-condições necessárias para que os agentes entrem ou saiam de uma cena.

A estrutura performativa pode ser utilizada com as seguintes finalidades:

- capturar as dependências causais entre as cenas;
- definir mecanismos de sincronização entre as cenas;
- estabelecer mecanismos de paralelismo entre as cenas;
- definir *pontos de escolha* que permitam aos papéis deixar uma cena e escolher seu próximo destino;

- definir uma política de fluxo de papéis entre as cenas, ou seja, estabelecer quais caminhos podem ser seguidos pelos papéis quando estes deixam uma cena.

Agentes inseridos em uma estrutura performativa podem participar de diferentes cenas, com diferentes papéis e ao mesmo tempo, bem como podem navegar entre as cenas, obedecendo as normas estabelecidas pela *estrutura performativa*.

5.1.5 Regras normativas

As ações dos agentes em um contexto de uma instituição podem trazer conseqüências, usualmente na forma de compromissos que impõem obrigações ou restrições aos diálogos executados pelos agentes nas cenas onde se encontram ou que se encontrarão no futuro. As *regras normativas* definem o contexto e as possíveis conseqüências de determinadas ações. Estas conseqüências impõem obrigações para os agentes e seus papéis que podem afetar as rotas possíveis definidas na estrutura performativa. São definidos dois níveis de regras: *intra-cena*, que representa o que um determinado papel pode realizar em uma cena, ou seja, quem pode dizer o quê, para quem e quando; e *inter-cena*, que define as rotas possíveis para um agente, dependendo do seu papel; é possível definir restrições que imponham limitações adicionais para os agentes que tentam atingir uma determinada cena.

5.2 Engenharia de Instituições Eletrônicas

Os conceitos definidos na seção anterior podem ser formalizados de maneiras diferentes. Cenas podem ser definidas como máquinas de estado finito ou como declarações de permissões e restrições; regras podem ser estáticas ou dinâmicas. Uma questão importante a ser observada no desenvolvimento de Instituições Eletrônicas é que seu objetivo principal está centrado em reforçar o cumprimento das normas pelos agentes constituintes. Desta forma, é possível definir um *middleware* entre os agentes e a plataforma de comunicação, diferentemente da abordagem tradicional (figura 12). Nas Instituições Eletrônicas, o *middleware* define um monitor para verificar, em tempo de execução, se o modelo criado, principalmente em relação às formas de comunicação (atos ilocucionários, linguagem adotada e ontologia) está sendo executado de acordo com a sua formalização. A comunicação entre dois agentes somente ocorre se a Instituição Eletrônica validar a mensagem enviada.

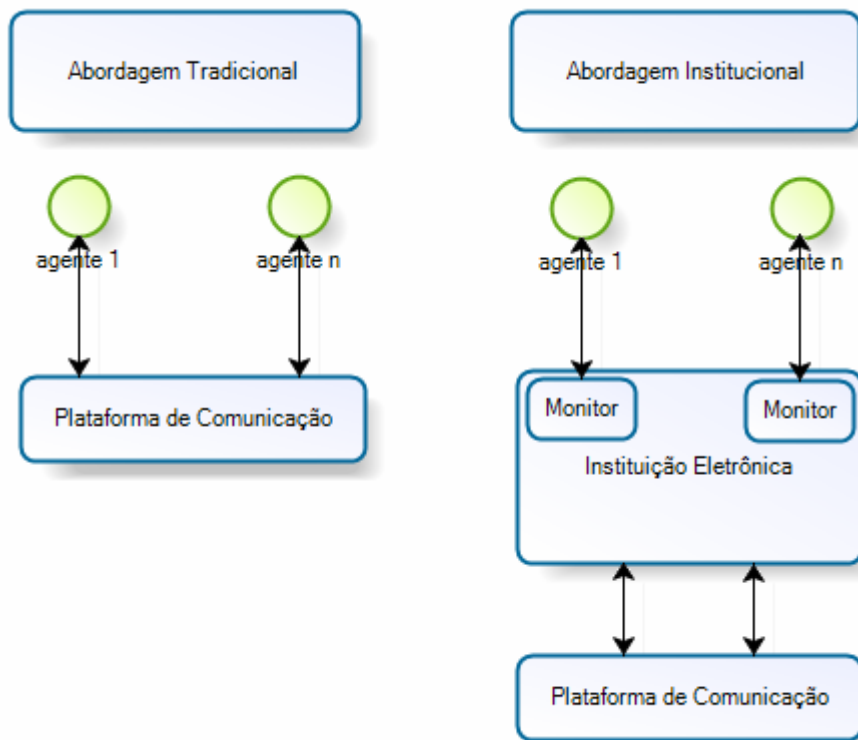


Figura 12 - Mediação entre Agentes em uma Instituição Eletrônica (fonte: adaptado de Sabater-Mir *et al.*, 2007)

A *Engenharia de Instituições Eletrônicas* tem como objetivo formalizar o desenvolvimento e a execução de uma instituição. Existem quatro estágios que devem ser realizados durante a engenharia (Arcos *et al.*, 2006):

- *especificação*: responsável pela especificação formal da Instituição Eletrônica seguindo os conceitos apresentados previamente (agentes, cenas, estrutura performativa, *framework* dialógico e normas). O resultado da especificação é uma descrição precisa dos tipos de mensagens que podem ser trocadas pelos agentes e das normas que regem estas interações;
- *verificação*: uma vez que o projeto foi concluído, é possível verificar a formalização da instituição antes de habilitar seu uso para agentes externos. Primeiramente, são focadas as propriedades estáticas (estruturais) da especificação, de forma a verificar sua correitude; após, o comportamento dinâmico do sistema é analisado, com o mesmo propósito;
- *desenvolvimento de agentes*: uma vez que a instituição esteja especificada e validada, ela pode ser distribuída e aberta para a participação de agentes. Antes disso, porém, é necessário implementar os agentes para atuarem no ambiente. Para

as Instituições Eletrônicas, não há uma arquitetura única pré-definida que *deve* ser utilizada para a implementação dos agentes. Diferentes tipos de agentes e abordagens podem ser utilizados;

- *execução e análise*: uma Instituição Eletrônica define um ambiente normativo que regula as interações entre os agentes. No entanto, diferentes agentes podem participar do ambiente e não há garantias de que os mesmos foram desenvolvidos com bases nestas normas. Desta forma, a IE deve prover um mecanismo que medie e facilite as interações entre os agentes, impondo as regras institucionais. Todas estas interações podem ser controladas através de uma ferramenta de monitoramento.

Com base nestes estágios de Engenharia de Instituições Eletrônicas, foi proposto um ambiente integrado de desenvolvimento que suporta a especificação, verificação, implementação e monitoramento de uma IE (Esteva, 2003) (Esteva *et al.*, 2004) (Sierra *et al.*, 2004) (Arcos *et al.*, 2006) (EIDE, 2007). A próxima seção aborda este ambiente, denominado Ambiente de Desenvolvimento de Instituições Eletrônicas (EIDE – *Electronic Institutions Development Environment*).

5.3 O Ambiente EIDE - *Electronic Institutions Development Environment*

Esteva (2003) afirma que organizações baseadas em agentes podem efetivamente ser projetadas e implementadas como organizações de agentes institucionalizados. Em sua proposta de desenvolvimento de Instituições Eletrônicas, ele apresenta uma abordagem formal com o propósito de representar tanto de forma textual, quanto de forma gráfica, a especificação da infra-estrutura para Instituição Eletrônica.

O ambiente integrado EIDE compreende um conjunto de ferramentas desenvolvidas para suportar a Engenharia de *Software* de aplicações inteligentes distribuídas, tais como Instituições Eletrônicas (EIDE, 2007). Tem como objetivo principal fornecer um ambiente de desenvolvimento que suporte o projeto, desenvolvimento, verificação e análise de Sistemas Multiagentes que estejam inseridos como Instituições Eletrônicas.

As suas ferramentas permitem a engenharia da instituição como um todo, bem como dos agentes de *software* participantes dos processos institucionais, focando em uma visão *top-down*, que aborda primeiro a organização e depois os indivíduos. O ambiente é formado pelas seguintes ferramentas:

- *Islander*: ferramenta gráfica que suporta a especificação e verificação estática das regras da instituição;
- *Simdei*: ferramenta de simulação para animar e analisar as especificações criadas na *Islander*. Corresponde a uma verificação dinâmica das especificações geradas;
- *aBuilder*: ferramenta de desenvolvimento de agentes que, de acordo com a especificação de uma Instituição Eletrônica feita via *Islander*, gera a estrutura (esqueleto) dos agentes envolvidos. Esta estrutura pode ser usada pelas simulações da *Simdei*, bem como pela execução da instituição via *Ameli*;
- *Ameli*: plataforma de *software* para executar a aplicação especificada via *Islander*. Ainda, é possível utilizar uma ferramenta de monitoramento das execuções de Instituições Eletrônicas que estão sendo executadas pela *Ameli*.

O ciclo de vida de desenvolvimento de uma Instituição Eletrônica, através da utilização das quatro ferramentas do ambiente EIDE, pode ser visualizado na figura 13. Este ciclo é composto por um processo de desenvolvimento iterativo, que possibilita a execução dos quatro estágios da engenharia de uma IE, descritos na seção 5.2 (Sabater-Mir *et al.*, 2007; Sierra *et al.*, 2004): especificação, verificação, desenvolvimento de agentes e execução e análise. No ambiente EIDE, estes estágios são implementados da seguinte forma:

- *especificação*: Instituições Eletrônicas podem ser graficamente especificadas com o apoio da ferramenta *Islander*, pois ela permite a definição de uma ontologia comum, de todas as interações que os agentes podem ter e das conseqüências destas interações. Permite a definição da estrutura performativa da IE, estabelecendo o conjunto de cenas participantes, sendo que todos os papéis que podem interagir na IE são especificados também. É importante salientar que esta ferramenta possibilita a especificação da instituição em um alto-nível (social), sem entrar em detalhes da implementação (arquitetura) dos agentes;
- *verificação*: a verificação compreende dois momentos. Inicialmente os *aspectos estáticos* são verificados, o que pode ser feito através da própria ferramenta *Islander*. Após, o *comportamento dinâmico* do sistema é analisado, sendo que os aspectos dinâmicos podem ser simulados através da ferramenta *Simdei*;
- *desenvolvimento de agentes*: como citado anteriormente, antes de executar a IE, é necessário implementar os agentes para atuarem no ambiente, o que pode ser feito através da ferramenta *aBuilder*, que facilita seu desenvolvimento usando uma

arquitetura pré-definida. O esqueleto de código é gerado pela ferramenta a partir da especificação construída na ferramenta *Islander*. Salienta-se que a utilização desta ferramenta não é obrigatória; outra plataforma qualquer de implementação de agentes pode ser utilizada;

- *execução e análise*: a especificação gerada pela *Islander* pode ser executada através de uma plataforma de comunicação com a Instituição Eletrônica. A execução pode ser realizada através da ferramenta *Ameli*, que media e facilita as interações entre os agentes reforçando as regras institucionais.

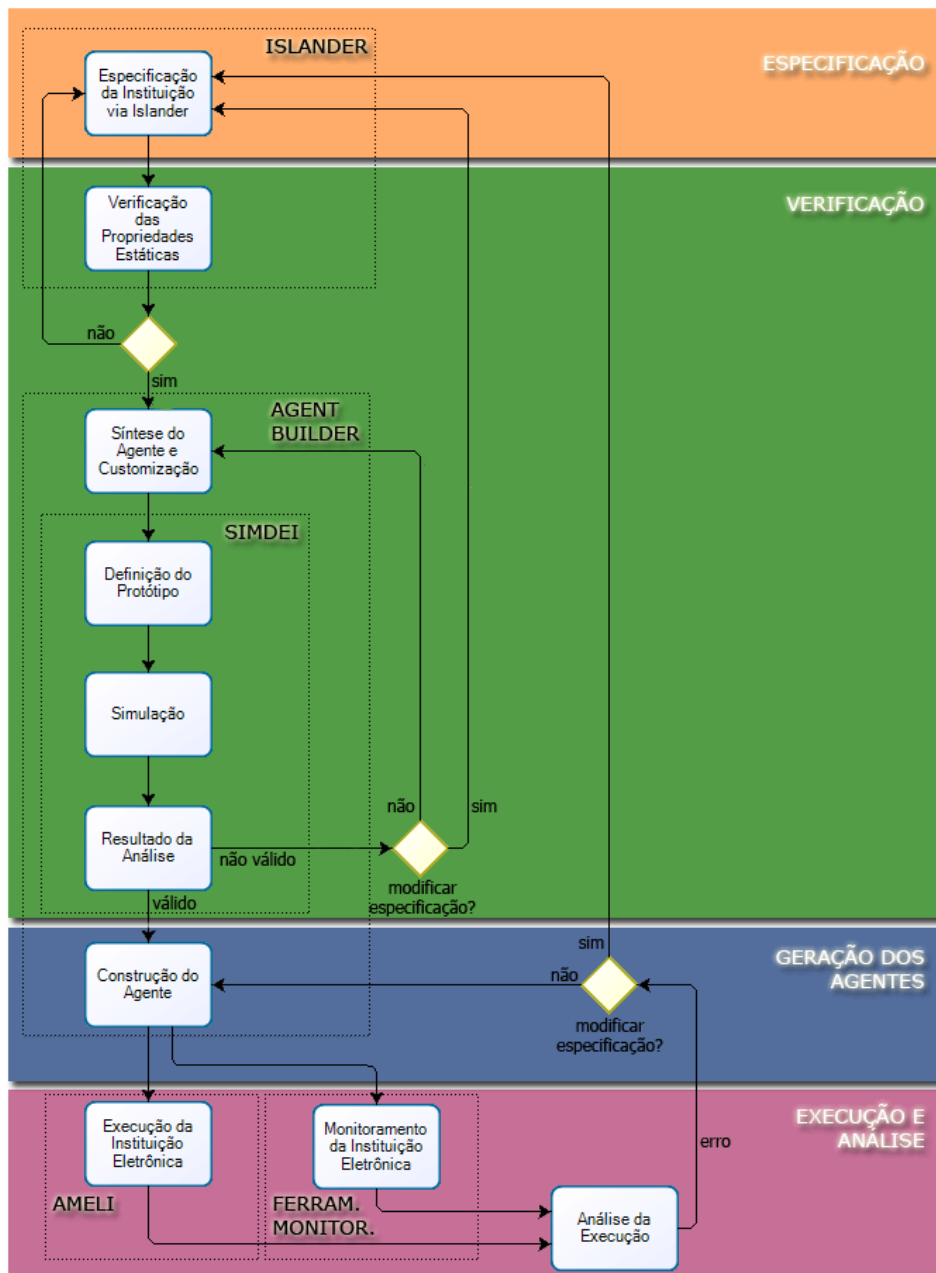


Figura 13 - Ciclo de Desenvolvimento de uma Instituição Eletrônica (Fonte: adaptado de Esteva et al. (2004))

As seções seguintes detalham cada uma das quatro ferramentas do ambiente EIDE.

5.3.1 *Islander*

A ferramenta *Islander* (Esteva, 2003) fornece uma interface gráfica para a construção de um Sistema Multiagente através de uma especificação formal. Ao tratar a modelagem de um agente através de uma especificação formalizada, espera-se prover uma descrição clara e precisa do *quê* um sistema deveria ser, ao contrário de modelos tradicionais que provêm uma modelagem de *como* o sistema deve operar. Considerando a prerrogativa com que foi desenvolvido o ambiente, a ferramenta *Islander* fornece uma linguagem para especificação formal capaz de fornecer especificações visuais e textuais para a infra-estrutura de uma Instituição Eletrônica, objetivo maior do projeto EIDE. Da mesma forma, a linguagem pode ser utilizada tanto para modelar as *regras* da instituição quanto à especificação dos *papéis* do ambiente.

A ferramenta permite especificar o sistema através dos cinco elementos fundamentais de uma Instituição Eletrônica: Agentes e Papéis, *Framework* Dialógico, Cenas, Estrutura Performativa e Regras Normativas (seção 5.1).

Os papéis são criados durante a definição do *framework* dialógico, sendo que podem assumir dois perfis distintos: *papel interno (staff)*, que representa os agentes que pertencem à instituição; e *papel externo*, que representa os agentes que interagem com a instituição e seus participantes. A figura 14 apresenta um exemplo de definição de papéis, sendo que o papel “*Coordenacao*” representa graficamente um papel externo à instituição e os demais representam papéis internos.

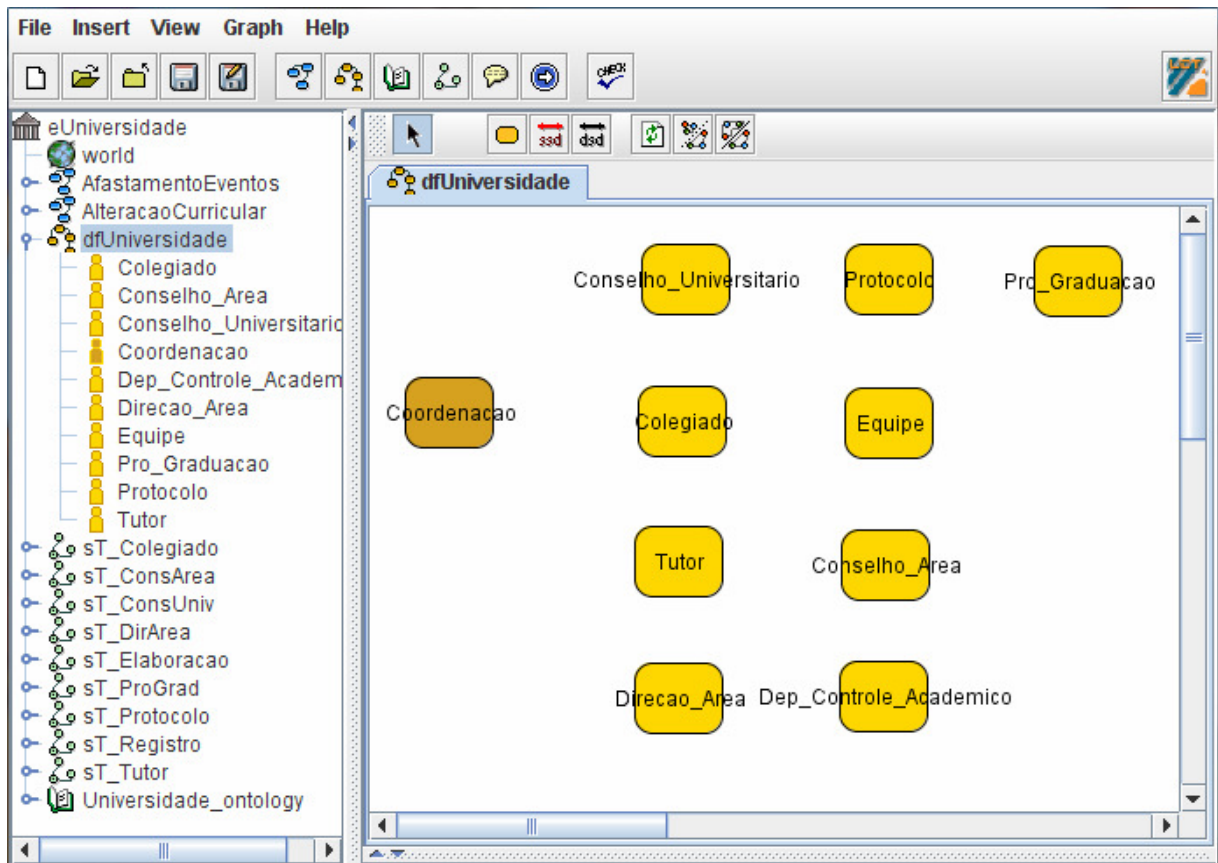


Figura 14 - Exemplo de definição de papéis na *Islander*

O EIDE considera que vários aspectos de uma instituição são fixos, tais como os objetos do mundo e a linguagem de comunicação. Estes aspectos representam o *contexto* das interações entre os agentes, definidos dentro da *Islander* como um *framework* de diálogo. Além dos papéis, o *framework* tem como elementos uma ontologia e uma estrutura de interações. A ontologia especifica um vocabulário comum para os papéis participantes da instituição. A figura 15 apresenta um exemplo de definição de uma ontologia na ferramenta.

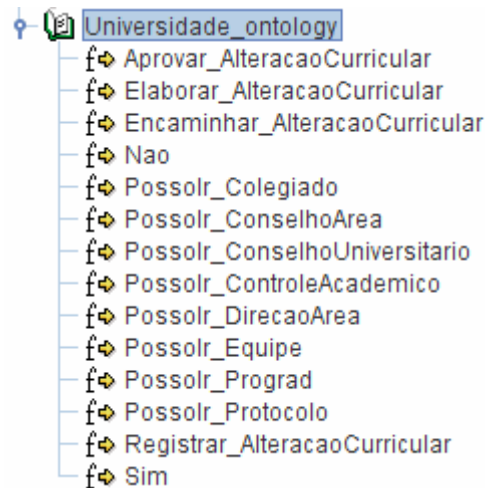


Figura 15 - Exemplo de definição de ontologia na *Islander*

No *Islander*, uma interação é definida como uma mensagem construída pela fórmula $(\iota, (ai, pi), (\beta), \pi, \tau)$, onde ι é a partícula ilocucionária; ai, pi são termos que podem designar tanto uma variável de um agente ou um identificador de um agente; β representa os endereços dos agentes de destino, que podem ser um ou mais agentes; π representa uma expressão na *content language*; e τ representa uma variável de tempo. As *content languages* disponíveis no ambiente são as linguagens LISP e PROLOG. A figura 16 apresenta um exemplo de definição de um *framework* dialógico.

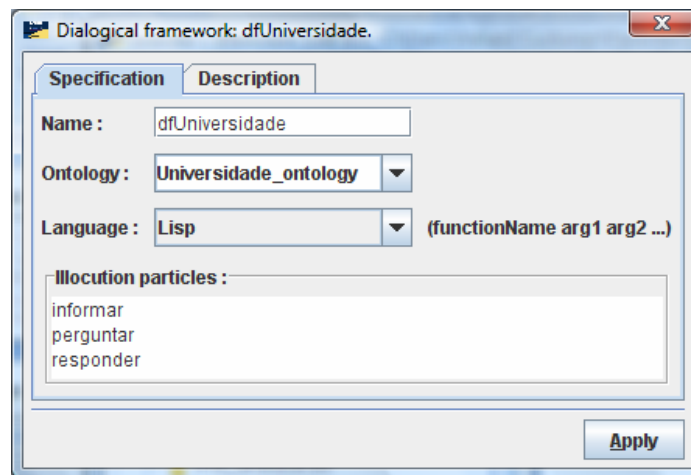


Figura 16 - Exemplo de definição de *framework* dialógico na *Islander*

A figura 17 apresenta um exemplo de construção de uma mensagem utilizando os elementos estabelecidos pelo *framework* dialógico.

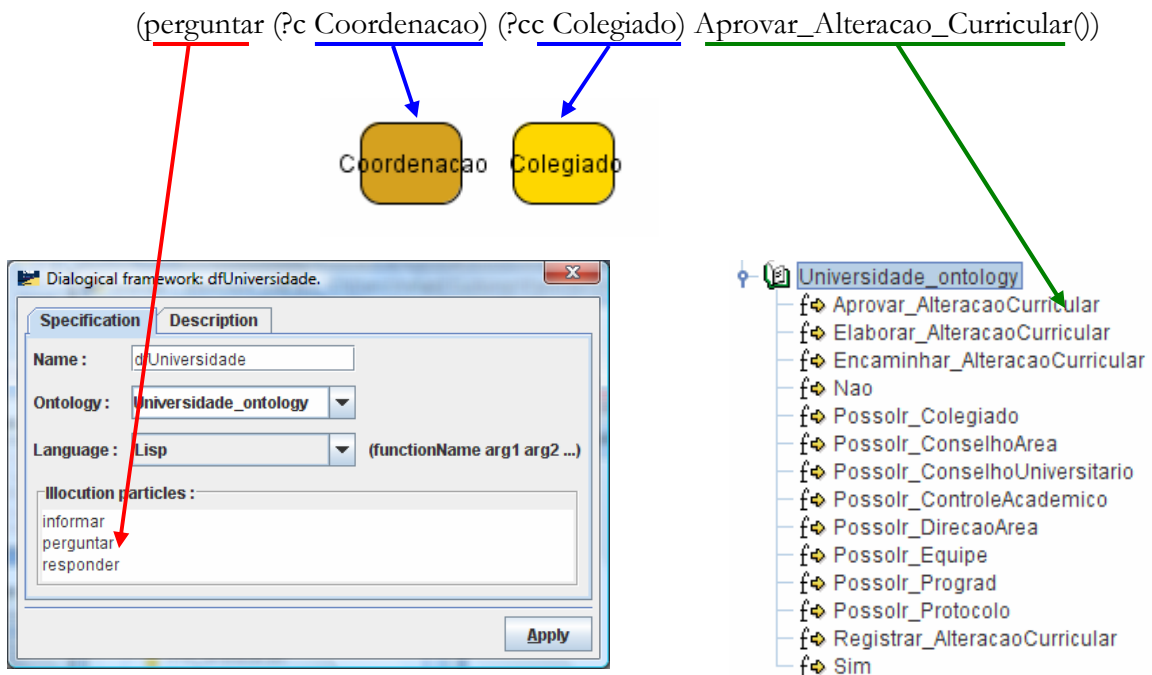


Figura 17 - Construção de uma mensagem na *Islander*

As *cenar* estabelecem protocolos, que são representados no EIDE como todos os diálogos possíveis que os agentes podem ter. A ferramenta *Islander* define uma cena através de um grafo de estados finito direcionado, onde os nós representam os diferentes estados de conversação e os arcos direcionados (transições) conectando os nós definem as ações necessárias para que o estado da cena se modifique. Estas ações podem ser esquemas ilocucionários ou *timeouts*. A figura 18 apresenta um exemplo de definição de um grafo de estados de uma cena.

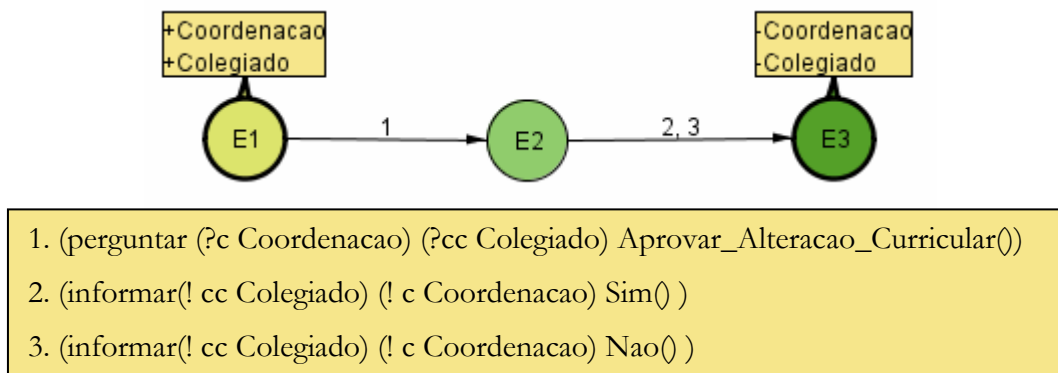


Figura 18 - Exemplo de um grafo de estados de uma cena na *Islander*

Todo grafo possui um estado inicial (neste caso, E1) e um ou mais estados finais (neste caso, E3). As setas representam as transições de um estado para outro, onde as interações ocorrem através do *framework* dialógico. Neste caso, três interações estão sendo representadas. Na primeira delas (1), o papel *Coordenacao* pergunta ao papel *Colegiado* se ele aprova a Alteração Curricular e passa-se para o estado E2 onde o *Colegiado* faz a análise da proposta. Duas possibilidades podem ocorrer, a partir do estado E2: o *Colegiado* pode aprovar a proposta e ocorre a interação 2, onde *Colegiado* informa à *Coordenacao* que aceita a proposta; ou *Colegiado* pode rejeitar a proposta e ocorre a interação 3, onde *Colegiado* informa à *Coordenacao* que rejeita a mesma. Independente da interação que ocorra no estado E2, passa-se para o estado E3 (estado final) e os agentes saem da cena.

Como descrito anteriormente, diversas cenas podem ser conectadas compondo uma rede de cenas conhecida como *Estrutura Performativa*. Um exemplo de estrutura performativa desenvolvida na ferramenta *Islander* pode ser visualizado na figura 19.

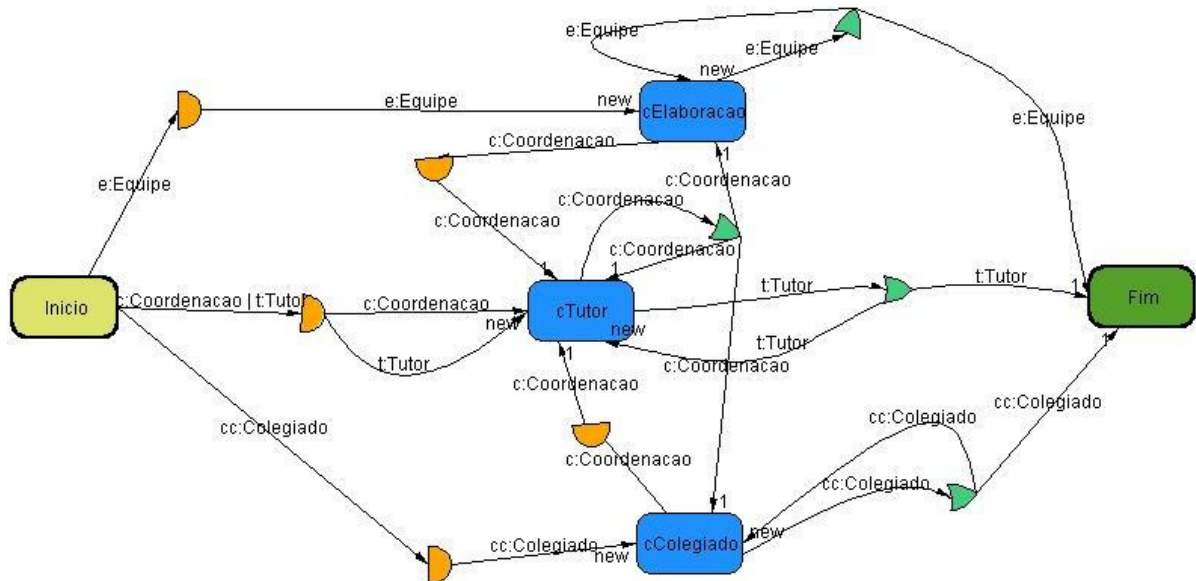


Figura 19 - Exemplo de estrutura performativa na *Islander*

A ferramenta *Islander* permite o desenvolvimento de uma estrutura performativa através da criação de uma *cena inicial* (Inicio), por onde todos os agentes devem ser inseridos no processo, de uma ou mais *cenas finais* (Fim), por onde os agentes deixam a estrutura performativa, e as demais cenas pelas quais eles transitam (c:Colegiado).

Assim como as cenas, a estrutura performativa é definida como um grafo orientado. O movimento de um agente pelas diferentes cenas é definido na *Islander* como uma *transição*, que apresenta as rotas no contexto de uma estrutura performativa. Há três tipos de transição: *and* (👉), que determina que é obrigatório para o agente seguir aquele caminho definido; *or* (👉), onde os agentes podem escolher um ou mais caminhos a seguir, ou seja, uma ou mais cenas onde o mesmo pode entrar; e *orx* (👉), que é similar ao *or*, porém, o agente deve escolher somente uma cena para seguir.

Finalmente, a ferramenta *Islander* permite a criação de *regras normativas* que são implementadas como condições que precisam ser satisfeitas por um agente para que este entre ou saia de uma cena, bem como transite entre as cenas da estrutura performativa.

5.3.2 *Simdei*

A ferramenta *Simdei* (*SIMulation and Dynamics of Electronic Institutions*) é utilizada para animar e simular as especificações criadas pela *Islander* antes do estágio final de desenvolvimento, testando, em tempo de execução, o formalismo construído anteriormente. O objetivo desta ferramenta é prover uma forma de verificar quais são as dinâmicas que podem emergir entre os agentes que estão interagindo no sistema. Por analogia, pode-se dizer que a ferramenta *Islander* constrói e verifica a *sintática* do formalismo de um SMA, enquanto que a *Simdei* verifica a *semântica*, ou seja, como o sistema se comporta em tempo real, de acordo com contextos dinâmicos e variáveis.

A verificação na *Simdei* é realizada através da animação das interações entre os agentes, o que permite uma visualização mais clara das dinâmicas que podem ocorrer entre os diversos agentes e seus papéis. A principal diferença entre a ferramenta *Simdei* e a execução de um sistema real é que, a cada novo *passo* da simulação, o sistema é paralisado, permitindo que o desenvolvedor visualize todas as variáveis envolvidas no ambiente, bem como o estado dos agentes. A figura 20 apresenta um exemplo de simulação com a *Simdei*.

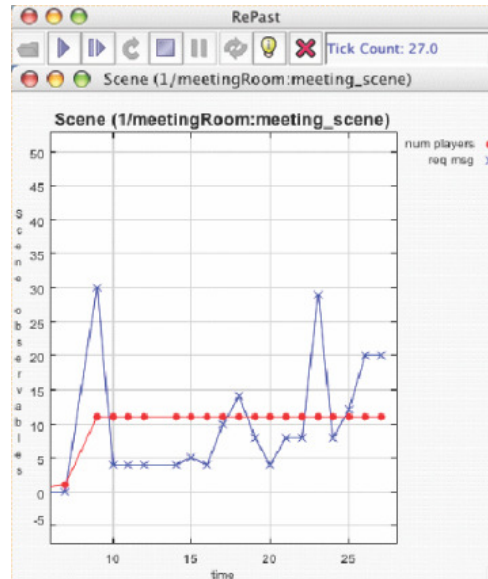


Figura 20 - Exemplo de simulação utilizando a ferramenta *Simdei*

5.3.3 *aBuilder*

A ferramenta *aBuilder* provê o desenvolvimento de agentes baseados em uma arquitetura genérica chamada *Performance Layer Architecture (PLA)*. A noção do desenvolvimento da PLA está baseada na crença de que, para qualquer agente, seus objetivos podem ser atingidos através de uma coleção de tarefas bem sucedidas. Estas tarefas gerenciam o movimento do agente dentro da Instituição Eletrônica e executam comportamentos específicos para a participação em uma determinada cena. Os elementos principais da arquitetura são:

- *EIAgent*: classe básica que contém o agente;
- *Tasks*: são os comportamentos utilizados para a navegação na estrutura performativa e para a execução de ações em uma cena;
- *ScenePerfs*: são as ações que gerenciam o comportamento de um agente quando este participa em uma cena específica, ou seja, a *ScenePerf* implementa a estratégia de um agente dentro de uma determinada cena; e
- *TransitionPerf*: implementa um mecanismo de decisão para escolher caminhos alternativos para um agente dentro de uma Instituição Eletrônica.

Os agentes internos de uma instituição, usualmente, devem ser desenvolvidos pela mesma equipe que define a Instituição Eletrônica. Agentes externos podem ser implementados por outras equipes que desejam interagir com a instituição. O ambiente EIDE

não exige a utilização do *aBuilder*, tanto no desenvolvimento dos agentes internos quanto externos. Esta ferramenta pode ser considerada como auxiliar na implementação dos agentes de uma Instituição Eletrônica ao fornecer um esqueleto, construído na linguagem Java.

O desenvolvimento dos agentes é parcialmente suportado pela *aBuilder*. Através da especificação definida na *Islander*, esta ferramenta provê o código necessário que mostra os caminhos possíveis para o agente, mas não como este toma suas decisões. Esta implementação está a cargo exclusivo do desenvolvedor. A ferramenta é dividida em dois blocos:

- a *interface*, que é utilizada para criar os projetos dos agentes. Estes projetos são criados e armazenados em códigos XML (*eXtensible Markup Language*), incluindo a especificação dos agentes e os comportamentos que precisam ser desenvolvidos;
- o *motor de geração de código*, utilizado para instanciar um agente real, em código Java, a partir dos modelos XML definidos anteriormente.

A figura 21 apresenta um exemplo de projeto de agentes utilizando a ferramenta *aBuilder*.

The screenshot shows the *aBuilder* interface. On the left is a project tree with a hierarchy starting from 'Alteracao_Curricular' down to 'MainTask'. On the right, the 'Task Performative Structure' window displays a table with columns for Scene, Location, and Action.

Scene	Location	Action
Inicio	exitedScene	Go scenes:[cTutor]
cTutor	enteredScene	Launch scene:TutorScenePerf
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cColegiado]
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cConsArea]
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cDirArea]
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cElaboracao]
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cProtocolo]
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cRegistro]
cElaboracao	enteredScene	Launch scene:ElaboracaoScenePerf
cElaboracao	exitedScene	Go scenes:[cTutor]
cProtocolo	enteredScene	Launch scene:ProtocoloScenePerf
cProtocolo	exitedScene	Go scenes:[cTutor]
cColegiado	enteredScene	Launch scene:ColegiadoScenePerf
cColegiado	exitedScene	Go scenes:[cTutor]
cDirArea	enteredScene	Launch scene:DirAreaScenePerf
cDirArea	exitedScene	Go scenes:[cTutor]
cConsArea	enteredScene	Launch scene:ConsAreaScenePerf
cConsArea	exitedScene	Go scenes:[cTutor]
cRegistro	enteredScene	Launch scene:RegistroScenePerf
cRegistro	exitedScene	Go scenes:[Fim]
Fim	exitedScene	Shut down task.

Figura 21 - Exemplo de um projeto de agentes com a *aBuilder*.

5.3.4 Ameli

A ferramenta *Ameli* é uma plataforma de *software* para executar modelos de Instituições Eletrônicas definidas nas ferramentas apresentadas anteriormente. Os principais

objetivos da *Ameli* são prover uma infra-estrutura capaz de controlar e conectar os agentes que participam de uma comunidade dentro de uma Instituição Eletrônica. Além disso, também verifica se as interações entre os agentes seguem as especificações definidas em tempo de projeto e controla a movimentação dos agentes entre as diversas cenas, a partir das estruturas performativas modeladas. Através dos modelos definidos anteriormente, a *Ameli* é capaz de (Esteva *et al.*, 2004):

- permitir que agentes diferentes, com estruturas e arquiteturas diferentes, possam ser instanciados e se conectar à mesma Instituição Eletrônica;
- controlar as ações dos agentes, de forma que somente o comportamento definido anteriormente possa ser executado;
- fornecer aos agentes uma forma de intercomunicação independente de plataforma ou estrutura interna.

A figura 22 apresenta um exemplo de monitoramento em uma Instituição Eletrônica utilizando a ferramenta *Ameli*.

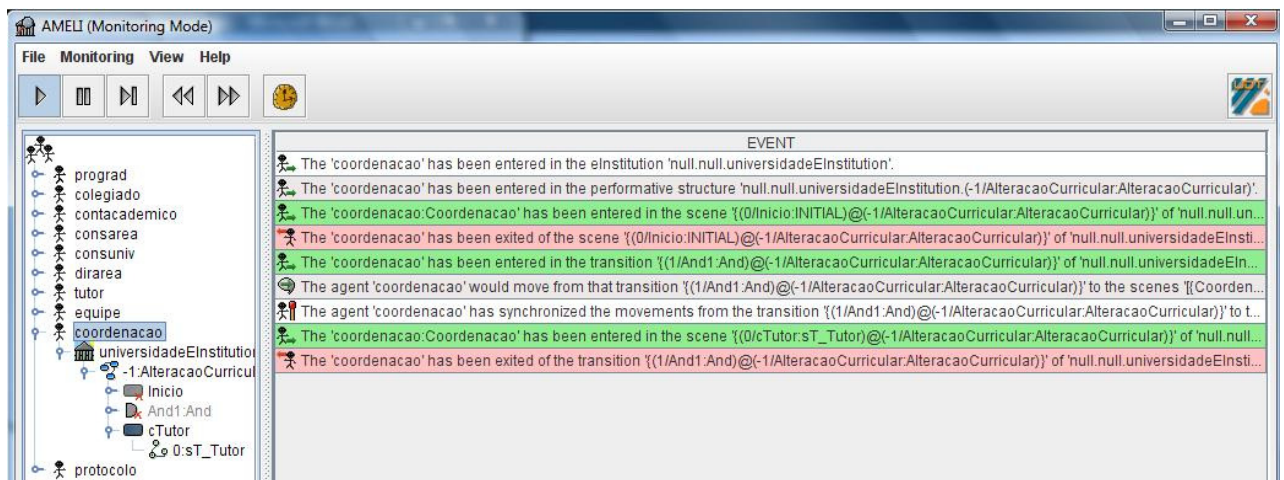


Figura 22 - Exemplo de monitoramento da Instituição Eletrônica pela *Ameli*

Para o ambiente EIDE, todos os agentes participantes da instituição não interagem diretamente, sendo que suas interações são mediadas pela *Ameli*. Desta forma, a ferramenta *Ameli* pode ser considerada uma peça chave que pretende ser o elo entre o projeto (especificação com *Islander*) de uma Instituição Eletrônica e sua implementação.

5.4 Conclusões do Capítulo

Etzioni *apud* EIDE (2007) apresenta organizações como unidades humanas (ou grupos) que são deliberadamente criadas para atingir objetivos específicos. Organizações incluem órgãos educacionais, sociais, econômicos e políticos (por exemplo, clubes e universidades). Neste trabalho, duas características essenciais de uma organização são citadas: formalização e especificidade dos objetivos, que têm como meta padronizar e regular o comportamento dos papéis que interagem dentro da organização. É importante, no momento da criação e desenvolvimento de uma organização, que ela siga as regras e normativas da instituição para seu correto funcionamento. Um exemplo são as Universidades, que possuem suas próprias normativas para execução das tarefas, mas que precisam seguir, em muitos casos, normativas superiores, como as estabelecidas pelas diretrizes do MEC.

As sociedades humanas possuem forte semelhança com Sistemas Multiagentes, no que se refere às convenções e adoção de uma forma institucionalizada. As interações humanas são freqüentemente baseadas em convenções que estabelecem regras sobre comportamentos, padrões de linguagem (ontologias) e significados (contextos). A utilização de regras, descritas no decorrer do capítulo, permite uma diminuição nas incertezas sobre o comportamento dos outros indivíduos participantes da organização, simplificando os processos de negociação e decisão. Desta forma, a noção de Instituições Eletrônicas torna-se uma extensão natural de Instituições Humanas, permitindo que agentes humanos, bem como agentes de *software*, interajam na execução de tarefas.

O ambiente EIDE, apresentado neste capítulo, é uma plataforma interessante para a implementação de Instituições Eletrônicas, no que se refere à realização das etapas de análise e projeto de sistemas baseados em agentes (seção 4.3.1). As etapas de análise implementadas pelo EIDE ocorrem da seguinte forma:

- *modelagem de objetivos*: o EIDE permite modelar explicitamente os objetivos da instituição através da especificação dos processos de negócio e das regras que regulam os mesmos, utilizando, para tanto, a ferramenta *Islander*;
- *modelagem de papéis*: a ferramenta *Islander* permite a especificação de todos os papéis na instituição sem se preocupar com detalhes inerentes a implementação dos agentes que assumirão estes papéis. Ao definir os papéis que podem transitar pelas cenas, especifica-se a responsabilidade de cada um;
- *modelagem de interações entre papéis*: da mesma forma, a ferramenta *Islander* permite a definição da forma de interação entre os papéis através da especificação

do *framework* dialógico. Ainda, todas as interações (mensagens dialógicas) são modeladas através dos grafos de estado de cada cena;

- *modelagem de conceitos*: a *Islander* permite a criação de uma ontologia que pode ser utilizada para padronizar a comunicação entre os agentes;

A etapa de projeto arquitetural compõe três fases, que são implementadas no EIDE da seguinte maneira:

- *modelagem de agentes*: esta modelagem é realizada através da ferramenta *aBuilder*, que permite a atribuição de um conjunto de atividades (*tasks*) correspondentes às atividades definidas para os papéis (modelagem de papéis) na ferramenta *Islander*;
- *modelagem de interações entre agentes*: também desenvolvida na ferramenta *aBuilder*, possibilita a inclusão das cenas (*ScenPerfs*) modeladas na *Islander*, associando a cada uma os agentes envolvidos e suas interações;
- *modelagem da arquitetura do Sistema Multiagente*: o modelo arquitetural do EIDE é implementado através da ferramenta *Ameli*, que funciona como um *middleware* entre os agentes e a própria Instituição Eletrônica.

A partir da modelagem de agentes desenvolvida na ferramenta *aBuilder*, é possível realizar o projeto detalhado dos agentes, utilizando como base o esqueleto gerado pela ferramenta na linguagem Java.

Partindo da premissa de que o EIDE implementa Instituições Eletrônicas e que as IE possibilitam a modelagem de processos organizacionais, vislumbra-se a utilização deste ambiente para o desenvolvimento do jogo de empresa proposto neste trabalho. Como vantagens do ambiente EIDE, destacam-se:

- o coordenador de graduação atua em um ambiente onde os seus diálogos com os diversos setores ocorrem, usualmente, através de processos bem definidos. O EIDE permite formalizar estes processos visualmente, fragmentando cada tarefa do processo na forma de cenas. Esta modularização facilita tanto a implementação do jogo proposto quanto a análise dos próprios processos que estão sendo simulados;
- o caminhar do coordenador entre as diversas cenas formaliza as interações do mesmo em relação à hierarquia institucional, permitindo uma melhor análise do

seu próprio papel em relação aos processos de negócio que lhe cabem e ao fluxo de atividades percorrido por ele;

- os modelos criados pelas ferramentas do EIDE são salvos como arquivos XML, o que torna flexível e viável a “leitura” dos mesmos para possível adaptação a uma interface de Jogos de Empresa; e
- a ferramenta *aBuilder* otimiza a implementação dos agentes envolvidos, ao fornecer um arcabouço de comunicação para os desenvolvedores, que podem centrar suas atenções na construção da lógica própria de cada sistema. No caso específico, as tomadas de decisão dos agentes que atuarão representando os funcionários e/ou setores da instituição de ensino representam o foco de implementação.

O próximo capítulo apresenta a modelagem e implementação do jogo SPOIE – Simulador de Processos Organizacionais baseado em Instituições Eletrônicas, desenvolvido a partir da abordagem de agentes e Instituições Eletrônicas, tomando como referência os conceitos apresentados sobre Aprendizagem Organizacional e Jogos de Empresa.

6 Modelagem e Implementação do SPOIE - Simulador de Processos Organizacionais baseado em Instituições Eletrônicas

O sistema SPOIE – Simulador de **P**rocessos **O**rganizacionais baseado em **I**nstituições **E**letrônicas foi desenvolvido com o objetivo de proporcionar aos coordenadores de cursos de graduação uma base comum para realizar o treinamento de processos administrativos. Como apresentado anteriormente (capítulos 2 e 3), simular ambientes reais, colocando o aprendiz frente às atividades e as interações realizadas na execução das mesmas, é uma prática interessante que pode proporcionar uma aprendizagem mais significativa. As experiências vivenciais de um ambiente simulado proporcionam uma visão mais rica da realidade do que a simples exposição de fluxogramas de atividades.

Assim, este capítulo apresenta o simulador SPOIE como um Jogo de Empresa concebido para o treinamento de funcionários, no caso específico, coordenadores de cursos de graduação, para instituições acadêmicas. O logotipo do mesmo, apresentado na figura 23, foi inspirado no jogo *SPORE*TM, da empresa *Máxis Software*TM. O jogo *Spore* é baseado na teoria da evolução das espécies. Iniciando na poça primordial, o jogador pode desenvolver sua *célula* até se transformar em um organismo multicelular complexo, adquirir inteligência, interagir com outros indivíduos e formar colônias até atingir o *status* de uma civilização. A relação com o jogo SPOIE, desenvolvido neste trabalho, está na personificação do *coordenador* como um indivíduo único, tentando sobreviver no meio das suas obrigações e problemas. A partir da compreensão de que suas atividades exigem uma interação com outras pessoas de forma a atingir um objetivo maior, e da assimilação de como os processos são executados, o coordenador pode *evoluir* em sua instituição, passando de um indivíduo passivo para propor novas metodologias de trabalho, novos processos, reorganizar fluxos e discutir suas atividades de forma mais profícua. A análise do *seu fazer* é um objetivo que deve ser buscado sempre.



Figura 23 - Logotipo do SPOIE

Considerando, ainda, as organizações educacionais apresentadas no capítulo 2 e as Instituições Eletrônicas (capítulos 4 e 5), o simulador SPOIE tem como objetivos secundários:

- prover um modelo hierárquico dos processos estabelecidos, considerando os papéis que existem em cada instituição;
- prover mecanismos que permitam a exploração do ambiente em sua plenitude, evitando caminhos engessados;
- utilizar a concepção das Instituições Eletrônicas para desenvolver o sistema sob a base conceitual de agentes de *software* que interagem através de regras bem definidas, oriundas da instituição analisada;
- prover um mecanismo de interação que desperte o lúdico no aprendiz.

As demais seções deste capítulo exploram a modelagem e desenvolvimento do SPOIE considerando os pressupostos definidos aqui.

6.1 Modelagem dos Processos

Os processos que foram implementados no SPOIE foram definidos com base em uma Universidade Comunitária da região central do Rio Grande do Sul, Brasil. Foram construídos seis processos, sendo que os mesmos foram modelados conceitualmente e, posteriormente, foram especificados dentro do âmbito de uma Instituição Eletrônica.

6.1.1 Modelos Conceituais dos Processos

Os seis processos modelados foram: *Alteração da Matriz Curricular, Aquisição de Obras Bibliográficas, Oferta de Matrícula, Avaliação de Solicitação de Dispensa de Disciplinas, Avaliação de Solicitação de Registro de Atividades Curriculares Complementares e Avaliação de Solicitação de Afastamento Discente e Docente para Eventos.*

6.1.1.1 Alteração da Matriz Curricular

A alteração da matriz curricular é uma atividade que ocorre esporadicamente, mas de grande complexidade para o gestor na coordenação. Usualmente, há duas possibilidades de fluxo de atividades para este processo:

- os órgãos superiores (instituição e/ou MEC) requerem a alteração do currículo: neste caso, o processo inicia do órgão superior para a coordenação do curso, que deve negociar com todos os docentes que atuam no mesmo, analisando os motivos da alteração, a documentação e legislação vigentes, as potencialidades da instituição e a realidade regional, nacional e internacional na área;
- os professores, através do colegiado do curso, requerem a alteração do currículo: neste caso, o processo inicia no curso, que solicita aos órgãos superiores a permissão para abrir o processo de alteração da matriz. Caso a solicitação seja aceita, o processo de construção da nova matriz segue similar ao primeiro fluxo.

Em ambos os casos, o processo deve seguir as seguintes atividades:

- montagem da nova grade curricular envolvendo uma Equipe de professores designada pela coordenação, juntamente com o próprio Coordenador;
- abertura do processo interno para alteração curricular no Protocolo;
- encaminhamento da proposta de alteração ao Colegiado;
- avaliação da proposta de alteração pelo Colegiado;
- se a proposta é aprovada, a mesma deve ser encaminhada, juntamente com a ata de aprovação, para a Direção de Área;
- a Direção de Área analisa a proposta e, mediante ofício com parecer, encaminha para o Conselho de Área;
- o Conselho de Área delibera sobre a proposta e a envia para a Pró-Reitoria de Graduação, anexando a ata ao processo;
- a Pró-Reitoria de Graduação anexa parecer ao processo e encaminha ao Conselho Universitário;
- o Conselho Universitário delibera sobre a proposta e encaminha, juntamente com seu parecer, para o coordenador, que concretiza a alteração curricular junto ao Departamento de Controle acadêmico;
- caso a proposta não seja aprovada em algum órgão, o processo retorna à coordenação do curso que avalia o relatório de forma a adotar as mudanças necessárias em conjunto com sua equipe. O fluxo, neste caso, reinicia a partir da primeira atividade.

Os papéis que são identificados neste processo são: *Coordenação, Equipe, Protocolo, Colegiado, Direção de Área, Conselho de Área, Pró-Reitoria de Graduação, Conselho Universitário e Departamento de Controle Acadêmico*. São atribuições do papel “*Equipe*”: analisar a matriz curricular atual, analisar documentos da legislação vigente com relação ao curso em questão, obter conhecimento e analisar restrições que podem existir com relação à alteração curricular (por exemplo, número de créditos de cada área de conhecimento, pré-requisitos das disciplinas, número mínimo total de horas sugerido pelo MEC para o curso em questão, diretrizes institucionais, etc.). Neste fluxo, diversas reuniões de revisão poderão ser efetuadas, onde os elementos componentes da matriz poderão ser reconfigurados até uma versão final, que pode ser encaminhada para os órgãos superiores.

Oficialmente, a Coordenação do curso é quem encaminha o processo de abertura do projeto de alteração da matriz curricular. A mesma é encaminhada para seu Colegiado, que, independentemente de ter feito parte do projeto de alteração, precisa, oficialmente, votar por sua aprovação. Cabe salientar que o Coordenador do curso faz parte do colegiado.

6.1.1.2 Aquisição de Obras Bibliográficas

Os membros docentes de um curso de graduação podem solicitar a aquisição de novas obras bibliográficas ou o aumento de exemplares disponíveis na biblioteca da instituição. O coordenador deve avaliar o pedido e, em caso positivo, enviá-lo aos demais órgãos competentes para suas considerações. As atividades para este processo são:

- o professor preenche uma solicitação de(s) obra(s) e entrega diretamente à Coordenação;
- o Coordenador deve acessar o Sistema Institucional para verificar a coerência do pedido do professor. Caso a solicitação seja negada, o professor solicitante é avisado pela Coordenação. Caso contrário, a mesma é enviada à Direção de Área;
- a Direção de Área avalia o pedido e o encaminha para a Reitoria;
- a Reitoria avalia o pedido e libera a aquisição das obras, enviando o pedido para a Biblioteca. Neste caso, o Coordenador recebe um comunicado da Biblioteca de que o pedido foi efetuado e o processo é finalizado;
- caso a solicitação seja negada, o Coordenador recebe um comunicado do órgão que negou o pedido. Em ambos os casos, o Coordenador deve avisar ao professor sobre a situação do seu pedido.

Os papéis que são identificados neste processo são: *Coordenação, Professores, Direção de Área, Reitoria, Biblioteca e Sistema Institucional.*

6.1.1.3 Oferta de Matrícula

A oferta das matrículas ocorre semestralmente. A realização da oferta é um caso típico de negociação, envolvendo diversos agentes. Para realizar a oferta, o Coordenador deve seguir os seguintes passos:

- a Direção de Área solicita à Coordenação que desenvolva os horários das disciplinas para o próximo semestre letivo;
- a Coordenação deve solicitar professores de outros cursos, relativos às disciplinas que são ministradas por profissionais de áreas diversas. Esta solicitação é feita através da Direção de Área, que contata as Direções das áreas solicitadas que, por fim, encaminham as solicitações às Coordenações responsáveis pelos professores solicitados. Estas solicitações podem ser negadas, caso não haja professores habilitados para ministrar aquela disciplina no horário solicitado. Neste caso, deve haver uma negociação entre as coordenações através de suas direções de área;
- quando o horário é finalizado, a Coordenação deve inserir a oferta no Sistema Institucional;
- a Direção de Área realiza uma conferência final na oferta, através do Sistema Institucional, e confirma a mesma se tudo estiver correto. Caso contrário, o Coordenador é avisado para realizar os ajustes necessários.

Os papéis que são identificados neste processo são: *Coordenação, Direção de Área e Sistema Institucional.*

6.1.1.4 Avaliação de Solicitação de Registro de Atividades Curriculares Complementares

As atividades curriculares complementares (ACC) devem ser realizadas por todos os alunos de graduação, de forma a complementar sua formação. Usualmente, uma ACC pode ser realizada dentro ou fora da instituição e deve ser comprovada para a mesma a fins de cômputo. Cabe a Coordenação, juntamente com o Colegiado, avaliar a solicitação dos alunos,

concedendo o número de créditos de acordo com os critérios estabelecidos pelo curso e/ou pela instituição. Este processo é definido através das seguintes atividades:

- o Aluno formaliza à instituição, através do Protocolo, o pedido de registro de ACC, anexando os documentos comprobatórios;
- a Coordenação recebe as solicitações e, juntamente com o Colegiado, analisa os pedidos, deferindo ou indeferindo os pedidos;
- a Coordenação atualiza os dados de dispensa no Sistema Institucional;
- a Coordenação envia o resultado da avaliação e a documentação para o Departamento de Controle Acadêmico;
- o Sistema Institucional reflete na interface do aluno as mudanças realizadas.

Os papéis que são identificados neste processo são: *Aluno, Protocolo, Coordenação, Colegiado, Sistema Institucional e Departamento de Controle Acadêmico.*

6.1.1.5 Avaliação de Solicitação de Dispensa de Disciplinas

Um aluno pode, eventualmente, solicitar a dispensa de disciplinas por outras, de teor e carga horária semelhante, realizadas em outros cursos da mesma instituição ou até mesmo em cursos de outras instituições. Cabe a Coordenação, juntamente com o Colegiado, avaliar a solicitação dos alunos, concedendo a dispensa de acordo com os critérios estabelecidos pela instituição e/ou pelo curso. Este processo é definido através das seguintes atividades:

- o Aluno formaliza à instituição, através do Protocolo, o pedido de dispensa, anexando os documentos comprobatórios;
- a Coordenação recebe as solicitações e, juntamente com o Colegiado, analisa os pedidos, deferindo ou indeferindo os pedidos;
- a Coordenação atualiza os dados de dispensa no Sistema Institucional;
- a Coordenação envia o resultado da avaliação e a documentação para o Departamento de Controle Acadêmico;
- o Sistema Institucional reflete na interface do aluno as mudanças realizadas.

Os papéis que são identificados neste processo são: *Aluno, Protocolo, Coordenação, Colegiado, Sistema Institucional e Departamento de Controle Acadêmico.*

6.1.1.6 Avaliação de Solicitação de Afastamento Discente e Docente para Eventos

Os membros docentes de um curso de graduação podem solicitar o afastamento para a sua participação ou de seus alunos em eventos fora da instituição, usualmente requerendo valores para custear a eventual viagem. O Coordenador deve avaliar o pedido e, em caso positivo, enviá-lo aos demais órgãos competentes para suas considerações. As atividades para este processo são:

- o Professor solicita o afastamento para um determinado evento, relatando os custos necessários, eventuais participantes e as atividades que serão desenvolvidas fora da instituição. A solicitação deve ser protocolada à Coordenação de Curso;
- a solicitação é enviada ao Coordenador, que analisa as ações e os valores envolvidos. Caso a solicitação seja aprovada, a mesma é enviada à Direção de Área;
- a Direção de Área emite parecer e envia a solicitação para a Pró-Reitoria de Administração;
- a Pró-Reitoria de Administração analisa o pedido e, em caso de aprovação, envia o mesmo para a Reitoria;
- a Reitoria emite um parecer e envia o pedido para o Setor de Eventos, com vistas à sua execução;
- caso a solicitação seja reprovada em qualquer instância, a mesma retorna para os emitentes, através do Setor de Eventos, finalizando o processo;
- no momento de finalização do processo, independente do resultado, o professor que fez a solicitação é notificado pelo Setor de Eventos.

Os papéis que são identificados neste processo são: *Professor, Protocolo, Coordenação, Direção de Área, Pró-Reitoria de Administração, Reitoria e Setor de Eventos*. Cabe salientar que nem todos os pedidos de afastamento de docentes envolvem a liberação de verbas, e sim, em muitos casos, envolvem apenas o pedido de afastamento do docente. Neste caso, basta o coordenador liberar seu afastamento ou não e o fluxo prossegue da mesma forma.

6.1.2 Especificação da Instituição Eletrônica no âmbito do SPOIE

Nesta seção são apresentadas as especificações realizadas no ambiente EIDE com relação à definição dos papéis, do *framework* dialógico, das cenas e da estrutura performativa para os modelos de processos definidos na seção anterior.

Dentro do EIDE, os papéis são definidos no contexto do *framework* dialógico, através da ferramenta *Islander*. Compilando os papéis identificados nos processos da seção anterior, a lista a seguir representa todos os possíveis agentes que podem ser implementados no SPOIE:

- Coordenador;
- Professores;
- Equipe;
- Alunos;
- Colegiado;
- Direção de Área;
- Conselho de Área;
- Pró-Reitoria de Administração;
- Pró-Reitoria de Graduação;
- Conselho Universitário;
- Departamento de Controle Acadêmico;
- Sistema Institucional;
- Setor de Eventos;
- Protocolo;
- Biblioteca.

A figura 24 representa a especificação realizada no *Islander*.



Figura 24 - Especificação dos Papéis no Islander

Conforme é possível perceber na figura 24, há um papel adicional modelado no SPOIE, denominado *Tutor*. A concepção do modelo de agentes no simulador está centrada fortemente na presença do agente *Tutor*. Este agente é o único que não foi definido no modelo dos processos, pois o mesmo é específico da simulação. A idéia central da utilização de um *Tutor* é que ele seja concebido como uma espécie de barreira entre o agente *Coordenação* e os demais agentes. A modelagem de uma Instituição Eletrônica prevê que a engenharia de *software* seja desenvolvida a partir das regras da organização, ou seja, só é possível trocar mensagens e seguir os caminhos entre as cenas que estão previamente configuradas.

No entanto, para o desenvolvimento de uma simulação de processos, muito mais do que indicar os caminhos corretos, o principal objetivo da experiência vivencial é a possibilidade exploratória que um jogo deste tipo permite. Ou seja, a possibilidade dos coordenadores poderem se movimentar livremente pelo ambiente, interagindo com os diversos agentes e percorrendo caminhos potencialmente errados é que torna a experiência mais rica para o utilizador. Caso contrário, a simulação seria um pouco mais do que um fluxo animado.

Desta forma, foi concebido o desenvolvimento de um agente *Tutor* que permeia todas as ligações entre o coordenador e os demais agentes. O agente *Coordenação* sempre, em todas as situações, deve se dirigir, primeiramente, ao agente *Tutor*. Este, por sua vez, mantém em sua base de conhecimento interno a situação da *Coordenação* em relação ao processo que está sendo modelado. A troca de mensagens entre os dois agentes ocorre com o intuito do agente

Coordenação perguntar ao *Tutor* se ele pode seguir um determinado caminho, ou seja, interagir com um agente da instituição. O *Tutor*, por sua vez, deve consultar sua base de conhecimento e, conhecendo o modelo do processo, decidir se o caminho que a *Coordenação* deseja seguir é o correto ou não. Em caso positivo, o agente *Coordenação* sai da cena do *Tutor* e desloca-se até a cena específica. Caso contrário, o *Tutor* nega o caminhamento para a *Coordenação* que, por sua vez, permanece dentro da *cena* do tutor até que escolha o caminho correto. É importante salientar que a escolha da *Coordenação* é um espelhamento das ações do jogador humano, que serão explicadas em detalhe na seção 6.4.

A inserção do agente *Tutor* no modelo da Instituição Eletrônica permite, desta forma, que o jogador humano interaja de forma mais aberta com o simulador, escolhendo atividades que não fazem parte do modelo de processo concebido. Avisado dos seus erros (seção 6.4), o jogador, por sua vez, pode escolher outros agentes com quais interagir, utilizando a interface gráfica.

As seções seguintes apresentam as seis especificações desenvolvidas, descrevendo as características inerentes a cada uma delas.

6.1.2.1 Estrutura Performativa: Alteração da Matriz Curricular

O processo de *Alteração de Matriz Curricular*, especificado na figura 25, envolve os seguintes papéis: *Coordenação*, *Tutor*, *Equipe*, *Protocolo*, *Colegiado*, *Direção de Área*, *Conselho de Área*, *Pró-Reitoria de Graduação*, *Conselho Universitário* e *Departamento de Controle Acadêmico*. Esta estrutura conta com uma cena inicial, uma cena final e nove cenas intermediárias.

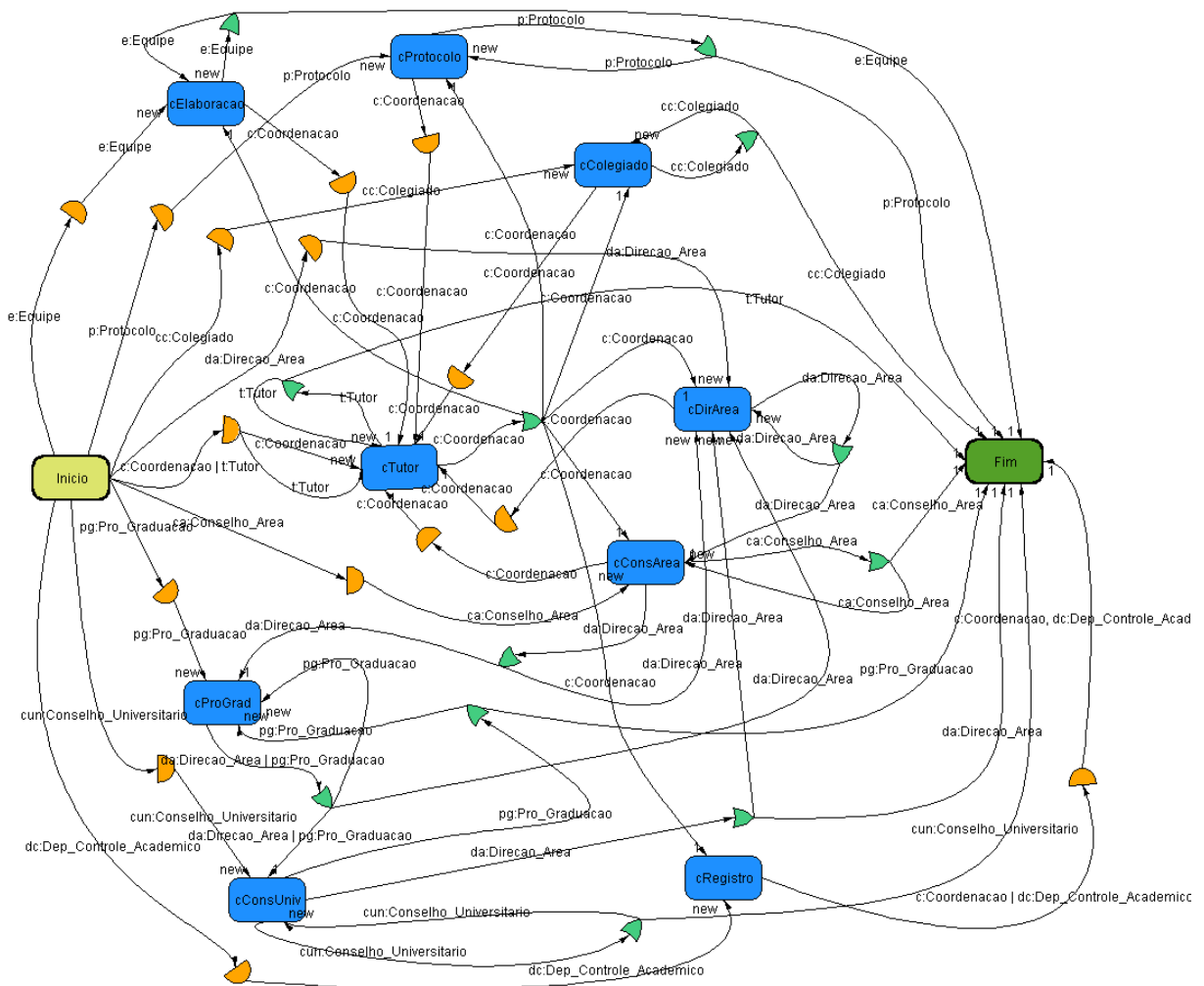


Figura 25 - Especificação do processo de Alteração da Matriz Curricular

A principal cena especificada neste processo, e em todos os outros, refere-se a interação do agente *Coordenação* e o agente *Tutor*. Ela está representada na figura 26, onde é possível observar seu grafo de estados.

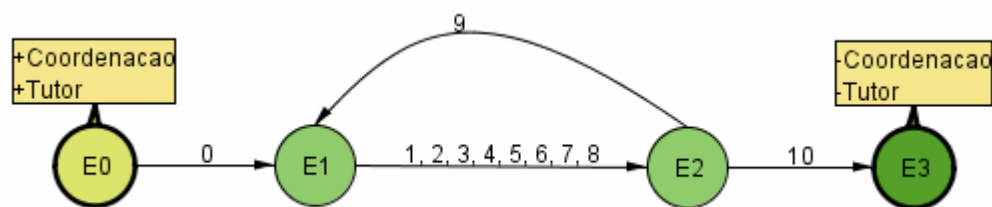


Figura 26 - Grafo de Estados da Cena *cTutor*

Nesta cena, participam o agente *Coordenação* e o *Tutor*, que entram na mesma através do estado E0. A primeira transição (0) representa somente um *handshaking* simplificado, onde o agente *Coordenação* se apresenta ao agente *Tutor*. Isso deve ser feito pois não é

permitido, pelo modelo, que exista um auto-relacionamento para um estado inicial ou estado final (E0 e E3). Desta forma, a única mensagem trocada é:

```
(informar (?c Coordenacao) (?t Tutor) olaTutor)
```

Esta mensagem utiliza a partícula ilocucionária *informar* e passa como parâmetros quem está enviando (o agente *Coordenação*, representado pela variável *c*), para quem está enviando (o agente *Tutor*, representado pela variável *t*) e a mensagem propriamente dita (*olaTutor*), que deve estar previamente definida na ontologia.

A partir do estado E1, o agente *Coordenação* tem oito possíveis mensagens. Estas mensagens são perguntas ao *Tutor* sobre a possibilidade do coordenador interagir com os demais agentes definidos no processo. Todas as perguntas seguem o mesmo conceito do exemplo a seguir.

```
(perguntar (?c Coordenacao) (?t Tutor) PossoIr_Colegiado)
```

No estado E2, o *Tutor* deve consultar sua base de conhecimento interno e, analisando o estado do agente *Coordenação* em relação ao fluxo de atividades do processo, responder *sim* ou *não* para a requisição do agente. Estas mensagens estão apresentadas a seguir.

```
(responder (?t Tutor) (?c Coordenacao) Sim)
(responder (?t Tutor) (?c Coordenacao) Nao)
```

A resposta *não* está mapeada na transição 9. Desta forma, a cena volta para o estado E1 e o agente *Coordenação* deve fazer uma nova pergunta para o *Tutor*. Caso contrário, se a resposta for positiva (transição 10), tanto o agente *Tutor* como a *Coordenação* saem da cena, no último estado do grafo (E3).

O agente *Tutor*, ao sair da cena *cTutor*, tem dois caminhos possíveis. Ele pode retornar a própria cena ou se deslocar para a cena *Fim*, onde ele deixa a instituição. A definição do caminho a seguir depende do andamento do coordenador no fluxo do processo. Quando o fluxo termina (o agente *Coordenação* registra a alteração curricular junto ao agente *Departamento de Controle Acadêmico*), todos os agentes são enviados para a cena *Fim*. Caso contrário, quando o agente *Coordenação* retorna à cena *cTutor*, por exemplo, para perguntar para onde ele deve ir agora, o *Tutor* volta à sua cena e participa novamente com o agente *Coordenação* das interações necessárias.

O agente *Coordenação*, por sua vez, ao sair da cena *cTutor*, pode se deslocar para quaisquer uma das cenas onde ele pode interagir: *cElaboração*, *cProtocolo*, *cColegiado*, *cDireçãoÁrea*, *cConselhoÁrea*, *cRegistro* e *cFim*. Para qual cena o agente deve se deslocar é definido, em tempo de execução, pela implementação do agente. O modelo de Instituição Eletrônica do EIDE permite estabelecer quais são as cenas que ele pode seguir. Se o modelo apresentar fluxos alternativos, é possível estabelecer a regra de caminhamento através da estrutura lógica de cada agente. A partir da negociação estabelecida com o *Tutor*, o agente deve ser capaz de tomar sua própria decisão. É importante salientar que o agente *Coordenação* não participa das cenas *cConselhoUniversitario* e *cPrograd* pois, no modelo estabelecido na seção anterior, ele não negocia diretamente com estes papéis (isso é realizado pelo agente *Direção de Área*).

Os demais agentes seguem caminhos semelhantes. Para cada agente, são especificadas as cenas em que ele pode atuar (*Equipe* participa somente da cena *cElaboração*, *Protocolo* participa somente da cena *cProtocolo*, *Colegiado* participa somente da cena *cColegiado*, *Direção de Área* participa das cenas *cDireçãoÁrea*, *cConselhoÁrea*, *cPrograd* e *cConselhoUniversitário*, *Conselho de Área* participa somente da cena *cConselhoÁrea*, *Prograd* participa das cenas *cPrograd* e *cConselhoUniversitário*, *Conselho Universitario* participa somente da cena *cConselhoUniversitário*, e *Departamento de Controle Acadêmico* participa somente da cena *cRegistro*). As interações que ocorrem nas cenas seguem os mesmos conceitos apresentados anteriormente. Como exemplo, pode-se considerar a cena *cConselhoUniversitário*, representada pelo grafo de estados da figura 27.

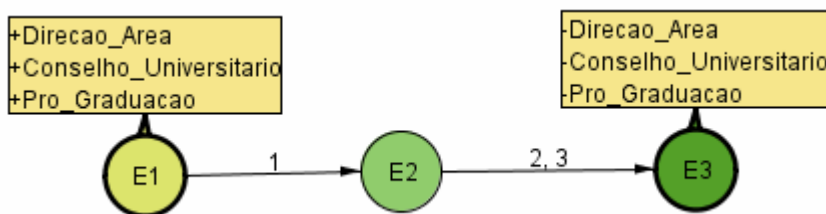


Figura 27 - Grafo de estados da cena *cConselhoUniversitario*

No estado E1, os agentes *Direção de Área*, *Conselho Universitario* e *Prograd* entram na cena. A primeira transição representa uma pergunta, realizada pela *Prograd* (considerando o fluxo de atividades) para o *Conselho Universitario*, onde é solicitada a aprovação do projeto de alteração curricular. Esta pergunta é representada pela seguinte fórmula:

```
(perguntar (?c Pro_Graduacao) (?cun Conselho_Universitario)
Aprovar_AlteracaoCurricular)
```

A partir do estado E2, o agente *Conselho Universitário* deve decidir se aprova ou não o projeto, enviando sua resposta para a *Prograd*. As possíveis respostas mapeadas são:

```
(responder (?cun Conselho_Universitario) (all all) Sim)
(responder (?cun Conselho_Universitario) (all all) Nao)
```

É importante notar que a resposta do *Conselho Universitário* é ouvida tanto pelo agente *Direção de Área* quanto pelo agente *Prograd* (através da utilização do parâmetro *all all*, que define que todos os agentes de todos os papéis devem receber a mensagem). Desta forma, é possível estabelecer um comportamento tanto do agente *Direção de Área* quanto da *Prograd*. No caso específico, se o agente *Prograd* recebe um *sim*, ele sabe que o processo acabou e que pode se deslocar para o final. Caso contrário, ele retorna para a cena *cPrograd*, esperando as novas interações. O agente *cDireção* é implementado da mesma forma.

6.1.2.2 Estrutura Performativa: Aquisição de Obras Bibliográficas

O processo de *Aquisição de Obras Bibliográficas*, especificado na figura 28, envolve os seguintes papéis: *Coordenação*, *Tutor*, *Professor*, *Sistema Institucional*, *Direção de Área*, *Biblioteca* e *Reitoria*. Esta estrutura conta com uma cena inicial, uma cena final e nove cenas intermediárias.

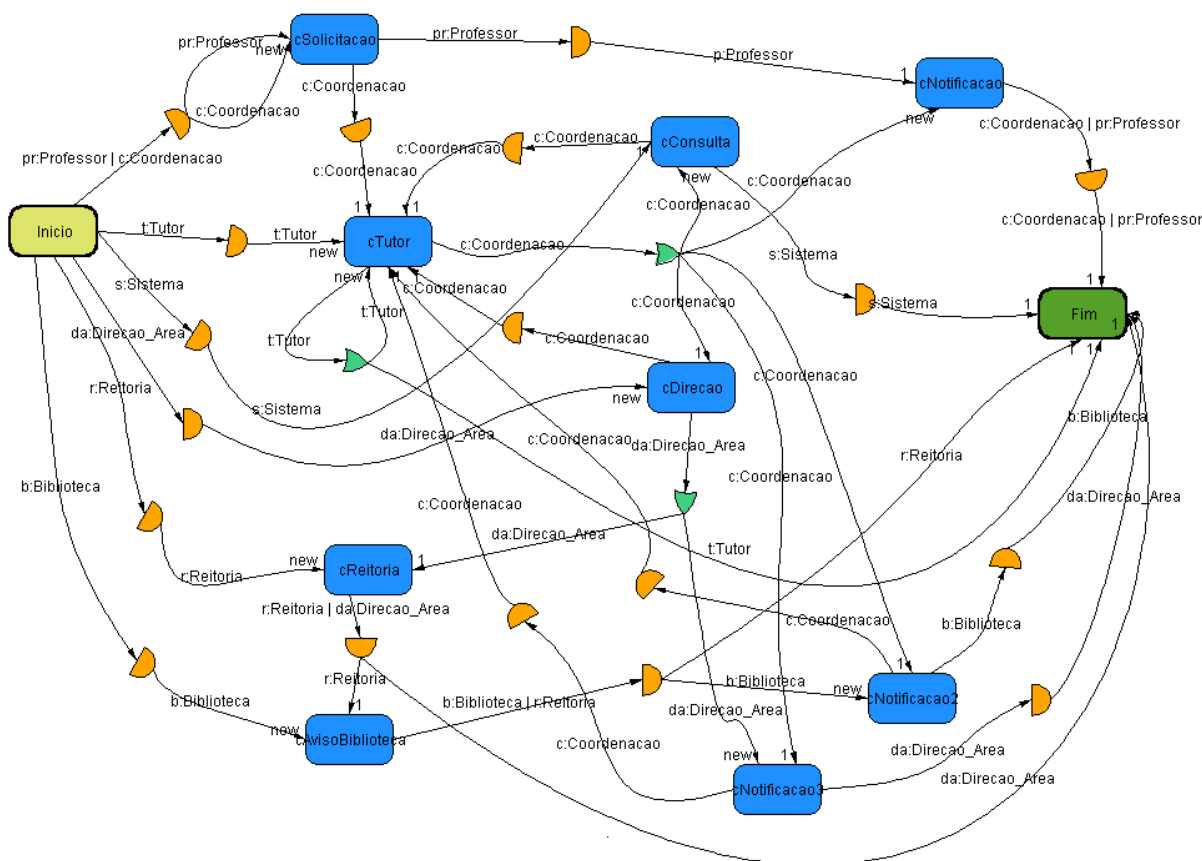


Figura 28 - Especificação do processo de Aquisição de Obras Bibliográficas

O processo inicia quando os agentes *Professor* e *Coordenação* se encontram na cena *cSolicitacao*, onde ocorre a entrega do pedido de aquisição para a *Coordenação*. O agente *Professor* se desloca até a cena *cNotificacao*, onde espera a resposta até o final do processo. O agente *Coordenação*, por sua vez, vai para a cena *cTutor*, cujas características são as mesmas do modelo apresentado na seção anterior. O agente *Coordenação* pode negar o pedido e se deslocar diretamente até a cena *cNotificacao* (esta cena também é utilizada para quando ele recebe qualquer aviso das instâncias superiores, devendo repassar o resultado para o professor antes de se deslocar até o *Fim*), consultar o *Sistema Institucional* para verificar a viabilidade do pedido (*cConsulta*), aprovar o pedido e enviar para o próximo passo (análise da *Direção de Área* na cena *cDirecao*) e, ainda, receber a notificação de que o processo foi finalizado pela *Direção de Área* (cena *cNotificacao3*) ou pela *Reitoria* (cena *cNotificacao2*). O agente *Direção de Área*, por sua vez, pode aprovar o pedido e o enviar para o agente *Reitoria* (*cReitoria*). Neste caso, o agente se desloca para o *Fim* ao sair da cena. Caso contrário, ele se reúne com a *Coordenação* na cena *cNotificacao3* e o avisa da recusa do pedido, também se dirigindo ao *Fim* ao sair da cena. O agente *Reitoria* toma sua decisão e avisa o agente *Biblioteca* na cena *cAvisoBiblioteca*. Independente do resultado da avaliação, o agente

Biblioteca deve se reunir com a *Coordenação* na cena *cNotificação2*, onde o parecer é entregue ao coordenador. O agente *Biblioteca* se dirige para o *Fim*, enquanto a *Coordenação* deve retornar para a cena do tutor e decidir sobre o caminho a seguir.

6.1.2.3 Estrutura Performativa: Oferta de Matrícula

O processo de *Oferta de Matrícula*, especificado na figura 29, envolve os seguintes papéis: *Coordenação*, *Tutor*, *Direção Área* e *Sistema Institucional*. Esta estrutura conta com uma cena inicial, uma cena final e cinco cenas intermediárias.

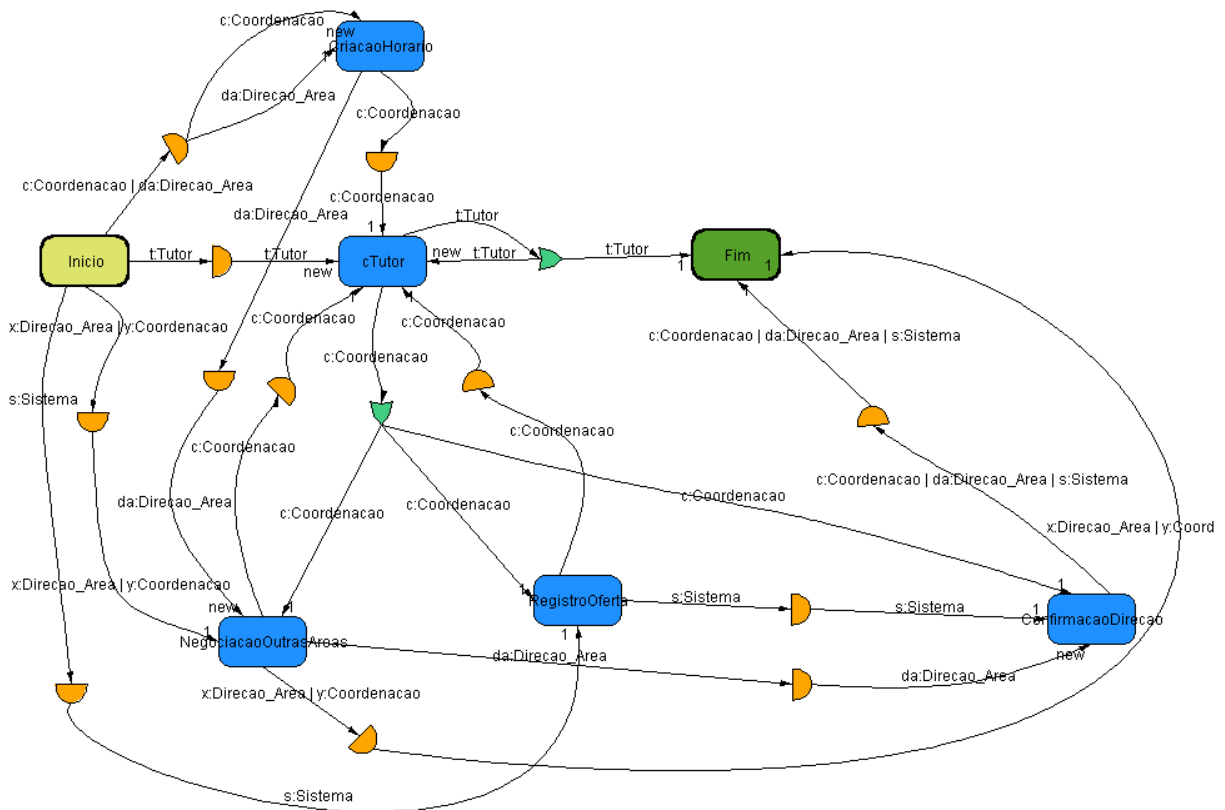


Figura 29 - Especificação do processo de *Oferta de Matrícula*

Este modelo apresenta uma particularidade em relação aos agentes. Aqui, podem existir vários agentes de um mesmo papel (*Coordenação* e *Direção de Área*). O agente *Coordenação* (que representa o avatar do coordenador que está simulando o processo) é modelado no sistema com a variável *c*. Os demais são representados pela variável *y*. Da mesma forma, a *Direção de Área* da *Coordenação* *c* é representada pela variável *da* e as demais são representadas pela variável *x*.

No início do processo, a *Direção de Área(da)* solicita à *Coordenação(c)* a construção da nova oferta de disciplinas (cena *Criação de Horários*). O agente *Direção de Área(da)* se desloca para a cena *Negociação com Outras Áreas* enquanto que o coordenador entra na cena *cTutor*, onde ele pode seguir para as cenas *Negociação com Outras Áreas*, *Registro de Oferta* e *Confirmação da Direção*.

A cena *Negociação com Outras Áreas* é apresentada, na forma do seu grafo de estados, na figura 30.

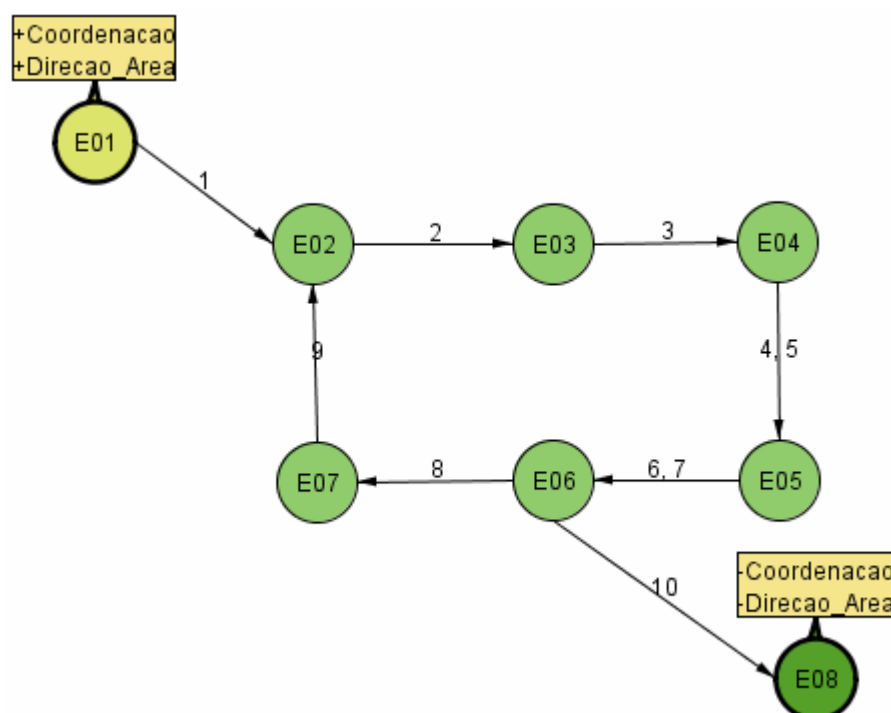


Figura 30 - Grafo de estados da cena Negociação com Outras Áreas

Os agentes *Direção de Área(da)*, *Direção de Área(x)*, *Coordenação(c)* e *Coordenação(y)* entram na cena a partir do estado inicial (E01). Inicialmente, a *Coordenação(c)* informa à *Direção de Área(da)* sobre a necessidade de negociar os professores das outras áreas, conforme a mensagem a seguir (transição 1).

```
(informar (?c Coordenacao) (?da Direcao_Area) Negociar_Horarios)
```

A negociação, então, ocorre entre as direções de área (transição 2).

```
(perguntar (?da Direcao_Area) (?x Direcao_Area) Aceita_Horarios)
```


A *Direção de Área(x)* que recebe a pergunta deve repassá-la para a sua *Coordenação(y)* (transição 3).

```
(perguntar (?x Direcao_Area) (?y Coordenacao) Aceita_Horarios)
```

A *Coordenação(y)*, por sua vez, pode responder tanto aceitando os horários, quando negando a possibilidade de fornecer os professores para aquela particular configuração (transições 4 e 5).

```
(responder (?y Coordenacao) (?x Direcao_Area) Sim)
(responder (?y Coordenacao) (?x Direcao_Area) Nao)
```

A *Direção de Área(x)* deve, então, repassar a resposta para a *Direção de Área(da)* solicitante (transição 6 e 7).

```
(responder (?x Direcao_Area) (?da Direcao_Area) Sim)
(responder (?x Direcao_Area) (?da Direcao_Area) Nao)
```

Aqui, há dois caminhos diferentes. Se a resposta for positiva, a *Coordenação(c)* deve ser avisada (transição 10) e a cena termina. Caso contrário, a *Coordenação(c)* realiza alterações no horário e reenvia para análise (transições 8 e 9).

```
8. (informar (?da Direcao_Area) (?c Coordenacao) Nao)
9. (informar (?c Coordenacao) (?da Direcao_Area) Negociar_Horarios)
10. (informar (?da Direcao_Area) (?c Coordenacao) Sim)
```

Após o fim da *Negociação*, os agentes *Direção de Área(x)* e *Coordenação(y)* vão para o *Fim*, pois não são mais necessários neste processo. Enquanto a *Coordenação(c)* retorna para a cena *cTutor*, o agente *Direção de Área(da)* desloca-se para a cena *Confirmação da Direção*, aguardando o registro da oferta. Na cena *Registro de Oferta*, a oferta é registrada no *Sistema Institucional* pela *Coordenação(c)*. Após passar pelo *Tutor*, os agentes *Coordenação(c)*, *Direção de Área(da)* e *Sistema Institucional* realizam a confirmação do horário na cena *Confirmação da Direção*, se deslocando para o *Fim* após saírem da mesma.

6.1.2.4 Estrutura Performativa: Avaliação de Solicitação de Dispensa de Disciplinas

O processo de *Avaliação de Solicitação de Dispensa de Disciplinas*, especificado na figura 31, envolve os seguintes papéis: *Aluno*, *Protocolo*, *Coordenação*, *Tutor*, *Colegiado*, *Sistema Institucional* e *Departamento de Controle Acadêmico*. Esta estrutura conta com uma cena inicial, uma cena final e sete cenas intermediárias.

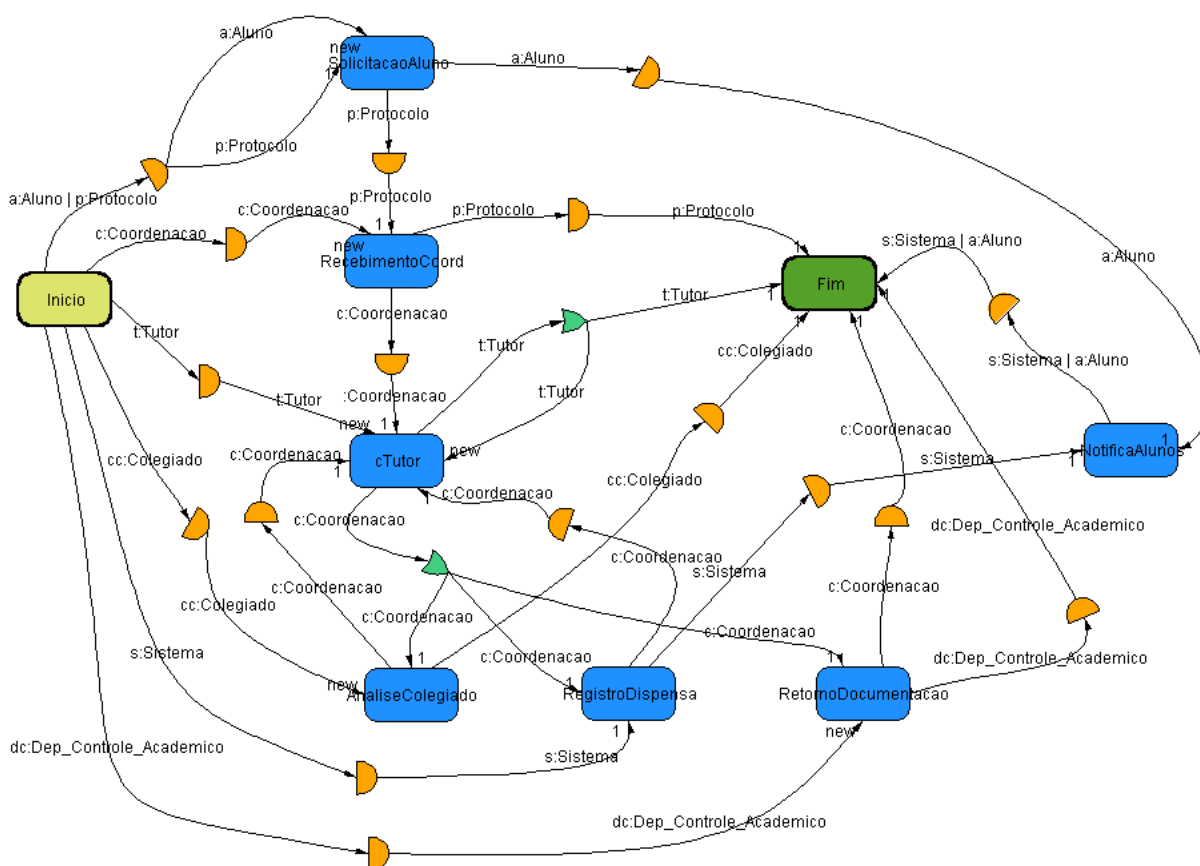


Figura 31 - Especificação do processo de Avaliação de Solicitação de Dispensa de Disciplinas

O agente *Aluno* realiza o pedido de dispensa de disciplina na cena *SolicitacaoAluno*, juntamente com o agente *Protocolo*. O primeiro deve ir, obrigatoriamente, até a cena *Notificação Aluno*, onde aguarda a resposta de seu pedido, que é fornecida pelo agente *Sistema Institucional*. O agente *Protocolo*, por sua vez, envia a solicitação até a *Coordenação*, na cena *Recebimento pela Coordenação*. Ao sair da cena, o agente *Protocolo* vai para o *Fim*, pois não participa mais do processo.

O agente *Coordenação* se desloca, então, para a cena *cTutor*, da qual ele pode ir para as cenas *Análise do Colegiado*, *Registro de Dispensa* e *Retorno da Documentação*. A primeira cena ocorre com a presença do agente *Colegiado*, que ajuda na análise e depois vai

para o *Fim*. Na cena *Registro de Dispensa*, a *Coordenação* acessa o *Sistema Institucional* para registrar o resultado dos pedidos. Ao sair da cena, o agente *Sistema Institucional* desloca-se para a cena *Notificação do Aluno*. A cena *Retorno da Documentação* ocorre com a presença dos agentes *Coordenação* e *Departamento de Controle Acadêmico*, onde o último deve receber os documentos e sair da instituição. A *Coordenação* abandona o processo na cena *Retorno de Documentação* e os agentes *Sistema Institucional* e *Aluno* se deslocam para o *Fim* após a cena *Notificação do Aluno*.

6.1.2.5 Estrutura Performativa: Avaliação de Solicitação de Registro de Atividades Curriculares Complementares

O processo de *Avaliação de Solicitação de Registro de Atividades Curriculares Complementares*, especificado na figura 32, envolve os seguintes papéis: *Aluno*, *Protocolo*, *Coordenação*, *Tutor*, *Colegiado*, *Sistema Institucional* e *Departamento de Controle Acadêmico*. Este processo é semelhante ao apresentado na seção 6.1.2.4. Esta estrutura conta com uma cena inicial, uma cena final e sete cenas intermediárias.

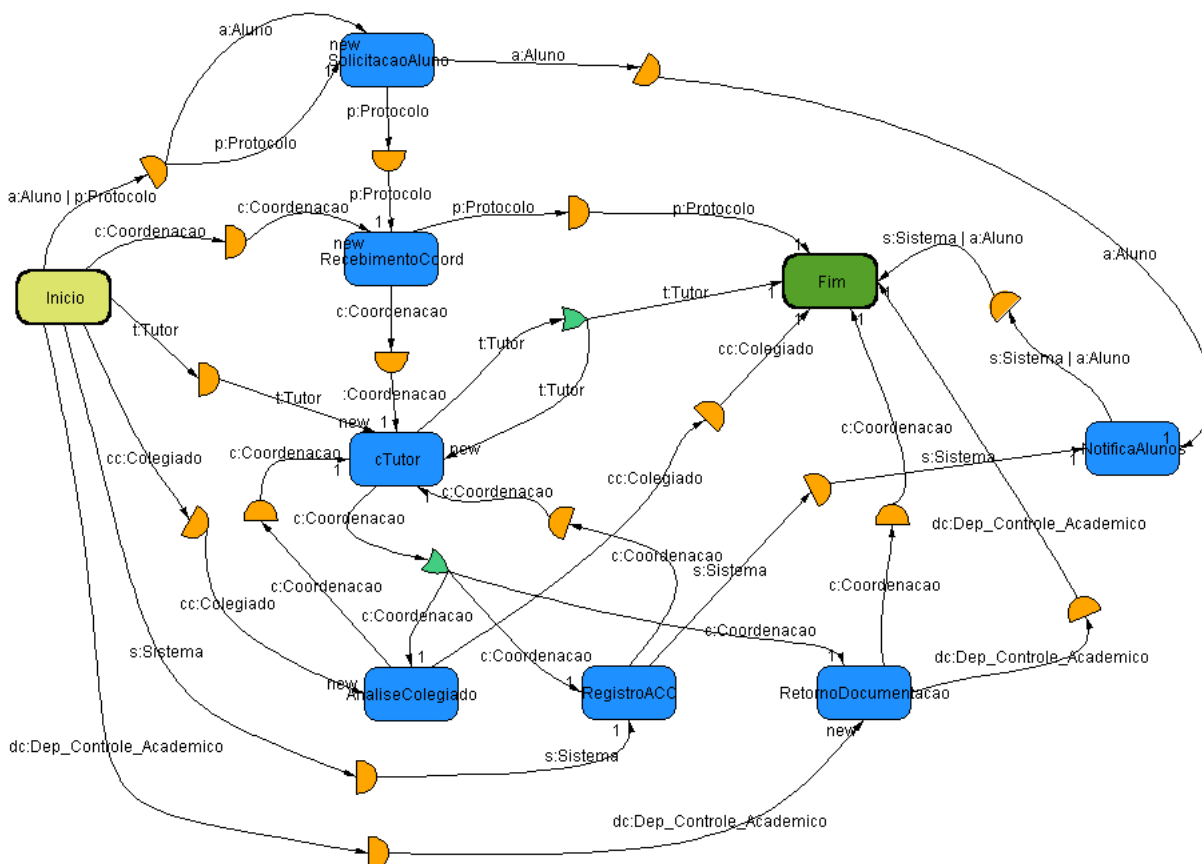


Figura 32 - Especificação do processo de Avaliação de Solicitação de Registro de Atividades Curriculares Complementares

6.1.2.6 Estrutura Performativa: Avaliação de Solicitação de Afastamento Discente e Docente para Eventos

O processo de *Avaliação de Solicitação de Afastamento Discente e Docente para Eventos*, especificado na figura 33, envolve os seguintes papéis: *Professor*, *Protocolo*, *Coordenação*, *Tutor*, *Direção de Área*, *Pró-Reitoria de Administração*, *Reitoria* e *Setor de Eventos*. Esta estrutura conta com uma cena inicial, uma cena final e onze cenas intermediárias.

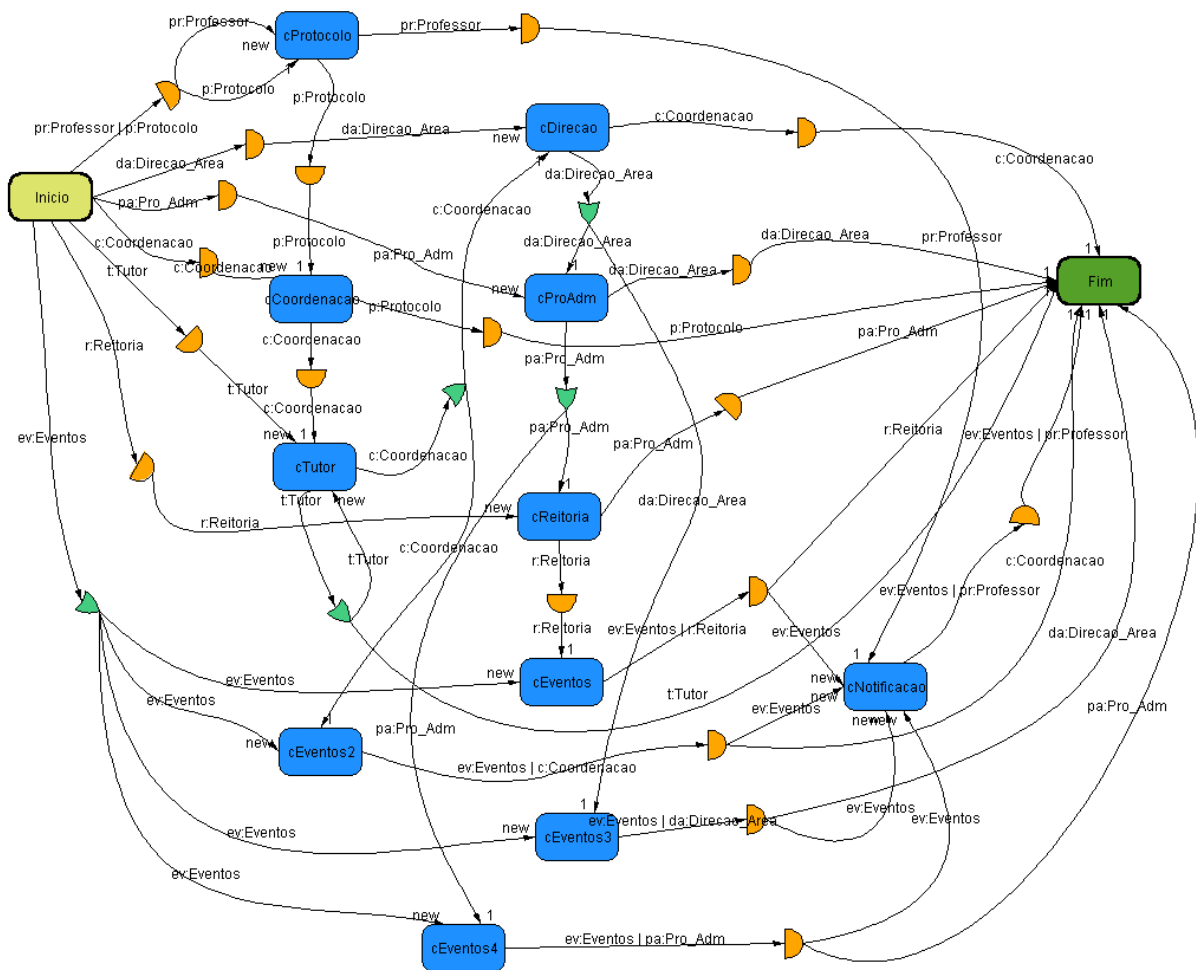


Figura 33 - Especificação do processo de Avaliação de Solicitação de Afastamento Discente e Docente para Eventos

O processo inicia quando o agente *Professor* solicita seu pedido de afastamento (ou de seus alunos), através do *Protocolo* (cena *cProtocolo*). O agente *Professor*, ao sair da cena, se desloca até a cena *cNotificacao*, onde espera o resultado do seu pedido. O *Protocolo*, por sua vez, envia o pedido para a *Coordenação* (cena *cCoordenacao*) e, ao sair da cena, se desloca

para o *Fim*, pois não participa mais do processo. O agente *Coordenação* vai para a cena *cTutor*. Só há duas possibilidades de caminhamento para o coordenador: a) ele nega o pedido e se desloca para a cena *cEventos2* (onde ele avisa o agente *Setor de Eventos* sobre sua decisão); b) ele aprova o pedido e envia o mesmo para o agente *Direção de Área* (cena *cDireção*). Ao final de ambas as cenas, o agente *Coordenação* pode se deslocar até o *Fim*, pois ele não participa mais do processo.

O agente *Direção de Área*, por sua vez, também pode aprovar ou não o pedido. No primeiro caso, ele envia o pedido para o agente *Pró-Reitoria de Administração* (cena *cProAdm*) e, após sair da cena, se desloca até o *Fim*. Se o pedido é recusado, o agente avisa o *Setor de Eventos* na cena *cEventos3* e também se desloca até o *Fim*. Os agentes *Pró-Reitoria de Administração* (através da cena *cEventos4*) e *Reitoria* (através da cena *cEventos*) utilizam da mesma lógica apresentada anteriormente, sendo que o último agente deve, obrigatoriamente, se deslocar até a cena *cEventos* para notificar sua decisão.

Ao sair de quaisquer das cenas *cEventos*, *cEventos2*, *cEventos3* ou *cEventos4*, o agente *Setor de Eventos* deve seguir até a cena *cNotificação*, onde ele repassa o resultado final do pedido para o agente *Professor*. Ao sair desta cena, *Professor* e *Setor de Eventos* se encaminham até o *Fim*. O agente *Pró-Reitoria de Administração* segue para o *Fim* após passar pela cena *cEventos4* ou pela cena *cReitoria*. O agente *Reitoria* segue para o *Fim* após passar pela cena *cEventos*.

6.2 Implementação dos Agentes

No ambiente EIDE, a ferramenta *aBuilder* define uma arquitetura para a implementação dos agentes baseada nas noções de *tarefas (tasks)* e *comportamentos (behaviours)*. Esta arquitetura pode ser visualizada na figura 34. Há uma correspondência direta entre os componentes da arquitetura e a especificação definida no ambiente EIDE. As *tasks*, onde é obrigatório a existência de, no mínimo, a *MainTask*, definem como o agente irá navegar na *estrutura performativa* da especificação. Um agente pode conter várias *tasks*, que são concebidas como uma coletânea de *Behaviours*. Cada *behaviour* deve especificar as ações do agente *dentro* de uma determinada *cena*, definindo a informação armazenada pelo agente naquela cena e, principalmente, como ele deve proceder para enviar e receber mensagens (ações que são monitoradas pela *Ameli*)



Figura 34 - Arquitetura do agente definido pela ferramenta *aBuilder* e sua correspondência com a especificação de uma Instituição Eletrônica

A ferramenta *aBuilder* constrói um esqueleto de um agente em Java, que pode ser implementado para interagir dentro da Instituição Eletrônica de acordo com as regras especificadas anteriormente. Ao carregar a especificação no *aBuilder*, é possível gerar as *Tarefas (tasks)* de cada agente, ou seja, os comportamentos que são utilizados para o agente navegar pela estrutura performativa. Para cada agente modelado na ferramenta, são definidos os seguintes esqueletos de código:

- construtor: esta classe define o agente propriamente dito e realiza sua conexão com a instituição para o qual ele foi modelado;
- *MainTask*: esta tarefa principal define a navegação do agente pela estrutura performativa da instituição, modelando *quando* um agente entra e sai de uma cena;
- cenas performativas (*behaviours*): série de esqueletos de código que definem as conversas possíveis entre o agente e os demais agentes em cada cena de uma estrutura performativa. Para dois agentes que interagem na mesma cena, são necessários duas estruturas de código (uma para cada agente).

A figura 35 apresenta o projeto dos agentes para o processo de *Alteração da Matriz Curricular*, mostrando com detalhe as construções definidas para o agente *Coordenação*.

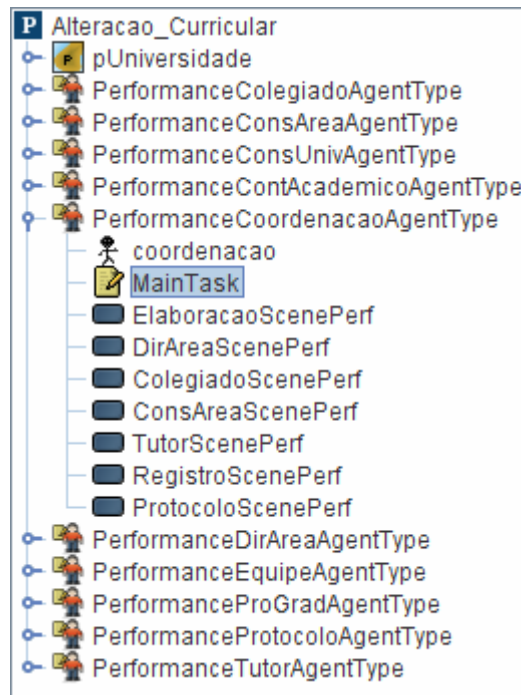


Figura 35 - Projeto dos agentes para o processo *Alteração da Matriz Curricular* na *aBuilder*

O esqueleto de código da *MainTask* é o mais importante e é detalhado a seguir. Para o exemplo acima, é necessário definir como o agente *Coordenação* navega pelas diversas cenas. A figura 36 apresenta esta especificação.

Task		Performative Structure	
Class package			
universidade.alteracaocurricular.coordenacao			
Class name			
MainTask			
Task Actions			
Scene	Location	Action	
Inicio	exitedScene	Go scenes:[cTutor]	
cTutor	enteredScene	Launch scene:TutorScenePerf	
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cColegiado]	
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cConsArea]	
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cDirArea]	
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cElaboracao]	
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cProtocolo]	
cTutor	exitedScene	Go scenes:[cRegistro]	
cElaboracao	enteredScene	Launch scene:ElaboracaoScenePerf	
cElaboracao	exitedScene	Go scenes:[cTutor]	
cProtocolo	enteredScene	Launch scene:ProtocoloScenePerf	
cProtocolo	exitedScene	Go scenes:[cTutor]	
cColegiado	enteredScene	Launch scene:ColegiadoScenePerf	
cColegiado	exitedScene	Go scenes:[cTutor]	
cDirArea	enteredScene	Launch scene:DirAreaScenePerf	
cDirArea	exitedScene	Go scenes:[cTutor]	
cConsArea	enteredScene	Launch scene:ConsAreaScenePerf	
cConsArea	exitedScene	Go scenes:[cTutor]	
cRegistro	enteredScene	Launch scene:RegistroScenePerf	
cRegistro	exitedScene	Go scenes:[Fim]	
Fim	exitedScene	Shut down task.	

Figura 36 - Especificação da *MainTask* do agente *Coordenação*

Como é possível observar, o agente entra na estrutura performativa diretamente na cena *Inicio*. Ao sair desta, ele deve se deslocar até a cena *cTutor*. Ao entrar nesta cena, é realizada uma chamada ao código definido no arquivo *TutorScenePerf*, que deve conter as possíveis conversas do agente *Coordenação* nesta cena. Ao sair da cena *cTutor*, há vários caminhos possíveis, que representam diversas cenas do modelo: *cColegiado*, *cConsArea*, *cDirArea*, *cElaboracao*, *cProtocolo* e *cRegistro*. Para cada uma destas cenas, as ações são as mesmas: ao entrar, ele deve chamar o arquivo apropriado (*ElaboracaoScenePerf*, *ProtocoloScenePerf*, *ColegiadoScenePerf*, *DirAreaScenePerf*, *ConsAreaScenePerf* ou *RegistroScenePerf*); ao sair, ele deve retornar à cena *cTutor* (com exceção da cena *cRegistro*, onde o agente deve acessar a cena *Fim*). Ao sair da cena *Fim*, o agente desliga a *MainTask*.

A figura 37 apresenta um trecho do código gerado para a *MainTask* do agente *Coordenação*.

```

1. public void exitedScene(ConversationAttribute scene, ScenePerf performance) {
2. ...
3. switch(EInstitutionConstants.getSceneCode(scene.getName())) {
4. case EInstitutionConstants.INICIO:
5. {
6.     this.goScenes(scene,
7.         EInstitutionConstants.getTransitionName(EInstitutionConstants.AND_1),
8.         EInstitutionConstants.getSceneName(EInstitutionConstants.C_TUTOR));
9. }
10. break;
11. case EInstitutionConstants.C_TUTOR:
12. {
13.     this.goScenes(scene,
14.         EInstitutionConstants.getTransitionName(EInstitutionConstants.OU_1),
15.         EInstitutionConstants.getSceneName(EInstitutionConstants.C_COLEGIADO));
16. }
17. ...

```

Figura 37 - Código gerado para a *MainTask* do agente *Coordenação*

O método *exitedScene* é chamado automaticamente pelo sistema quando o agente sai de uma cena qualquer da estrutura performativa. A principal função do *MainTask* é escolher para qual cena o agente deve prosseguir; na linha 3, é realizado um ponto de escolha onde o código correspondente ao nome da cena da qual o agente está *saindo* é utilizado como referência. No exemplo, e considerando o modelo do processo de *Alteração da Matriz Curricular*, o agente deve sair da cena *Inicio* e, através de uma transição obrigatória (AND), ele deve seguir até a cena *cTutor*.

Na linha 11, ao sair da cena *cTutor*, o agente *pode* (transição do tipo OU) seguir para a cena *cColegiado*. É possível observar que não há obrigatoriedade deste movimento, conforme consta na especificação da estrutura performativa.

A figura 38 apresenta o código gerado para um *behaviour*, no caso o comportamento esperado pelo agente *Coordenação* quando ele está dentro de uma cena, a *cColegiado*.

```

1. public void received(SceneMessage msg){
2.     String sender = msg.getSender().getName();
3.     FunctionInstance content = (FunctionInstance)msg.getContent();
4.     String function = content.getName();
5.
6.     if( function.equals(EInstitutionConstants.NAO) ){
7.         //write here the answer of the received message
8.
9.     }else if( function.equals(EInstitutionConstants.SIM) ){
10.        //write here the answer of the received message
11.
12.    }

```

Figura 38 - Código gerado para a *ColegiadoScenePerf* do agente *Coordenação*

O método *received* é invocado quando o agente *Coordenação* recebe uma mensagem dentro da cena *cColegiado*. As mensagens que ele pode receber são as constantes definidas na ontologia: SIM e NÃO. De acordo com a mensagem recebida, o agente deve tomar alguma ação, seja enviando uma mensagem de resposta seja executando alguma tarefa interna.

Todos os agentes do simulador foram construídos a partir dos esqueletos fornecidos pelo *aBuilder*. Os códigos apropriados para a tomada de decisão em cada agente foram implementados. Considerando a estrutura da Instituição Eletrônica e seus agentes constituintes como os *motores da simulação* proposta, são apresentadas, na próxima seção, a interface gráfica e a arquitetura do jogo SPOIE.

6.3 Interface e Arquitetura do SPOIE

Considerando o desenvolvimento dos agentes apresentados na seção anterior, o simulador SPOIE foi projetado e construído. O modelo da sua interface se encontra na figura 39.

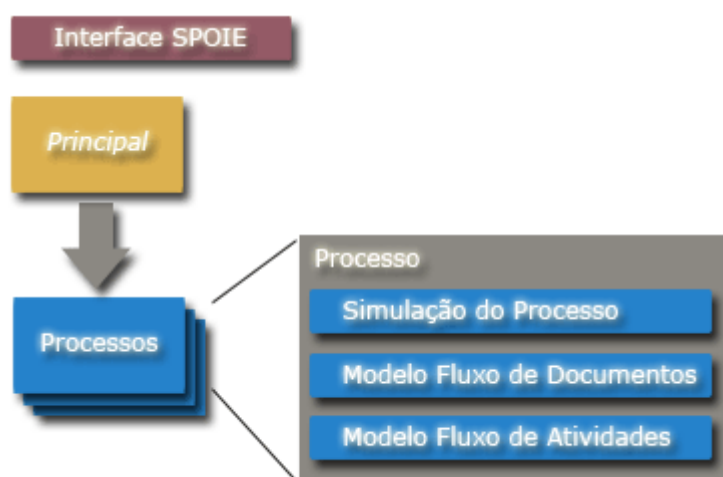


Figura 39 - Modelo de Interface do SPOIE

O componente *Principal* representa o jogo em si, responsável pela criação e manutenção da interface e a apresentação da coleção de *Processos* disponíveis para o jogador. Quando o usuário entra no sistema, ele pode escolher qualquer um dos processos disponíveis. Para cada processo, o usuário pode escolher visualizar o *fluxo de documentos*, o *fluxo de atividades* ou *simular o processo*. A figura 40 apresenta a interface *Principal* e a interface para o processo *Alteração da Matriz Curricular*.

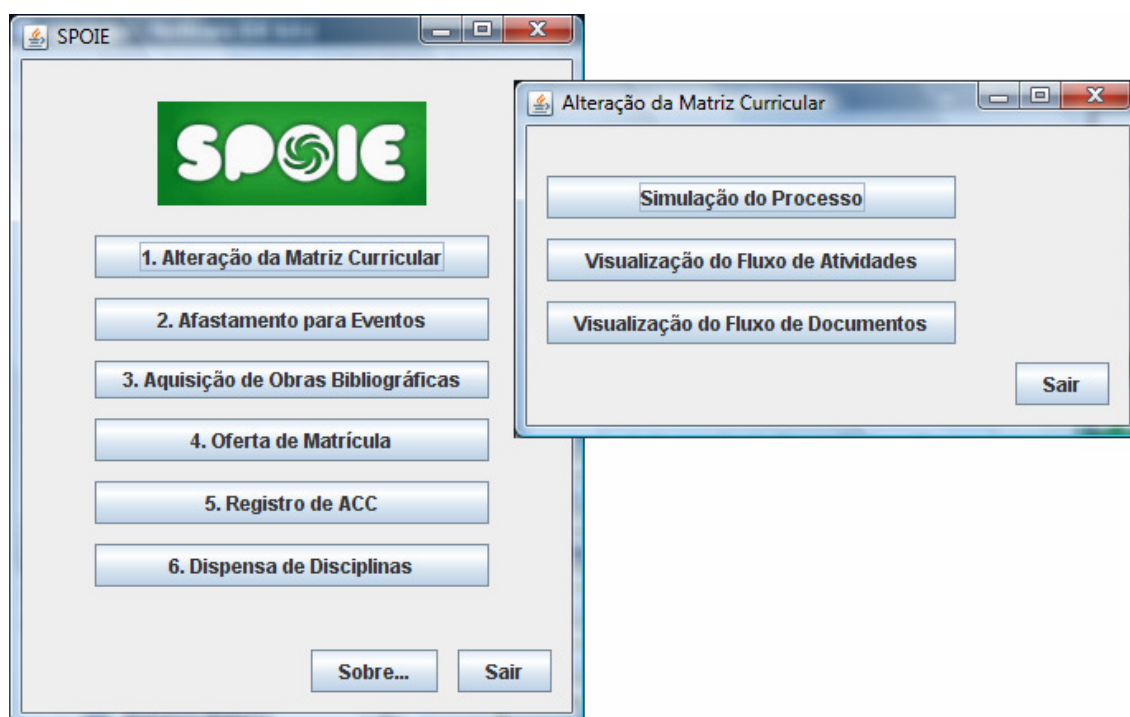


Figura 40 - Interface do SPOIE

O *fluxo de atividades* representa, de forma gráfica, o fluxograma de passos, na ordem em que devem ocorrer, do processo que está sendo apresentado. Este modelo pode ser utilizado pelo jogador para obter uma visualização completa do processo em questão, na forma estática. Nele, são apresentados os passos que devem ser executados e as decisões que podem ser tomadas pelos papéis envolvidos no processo. A figura 41 apresenta o fluxo de atividades para o processo *Alteração da Matriz Curricular*.

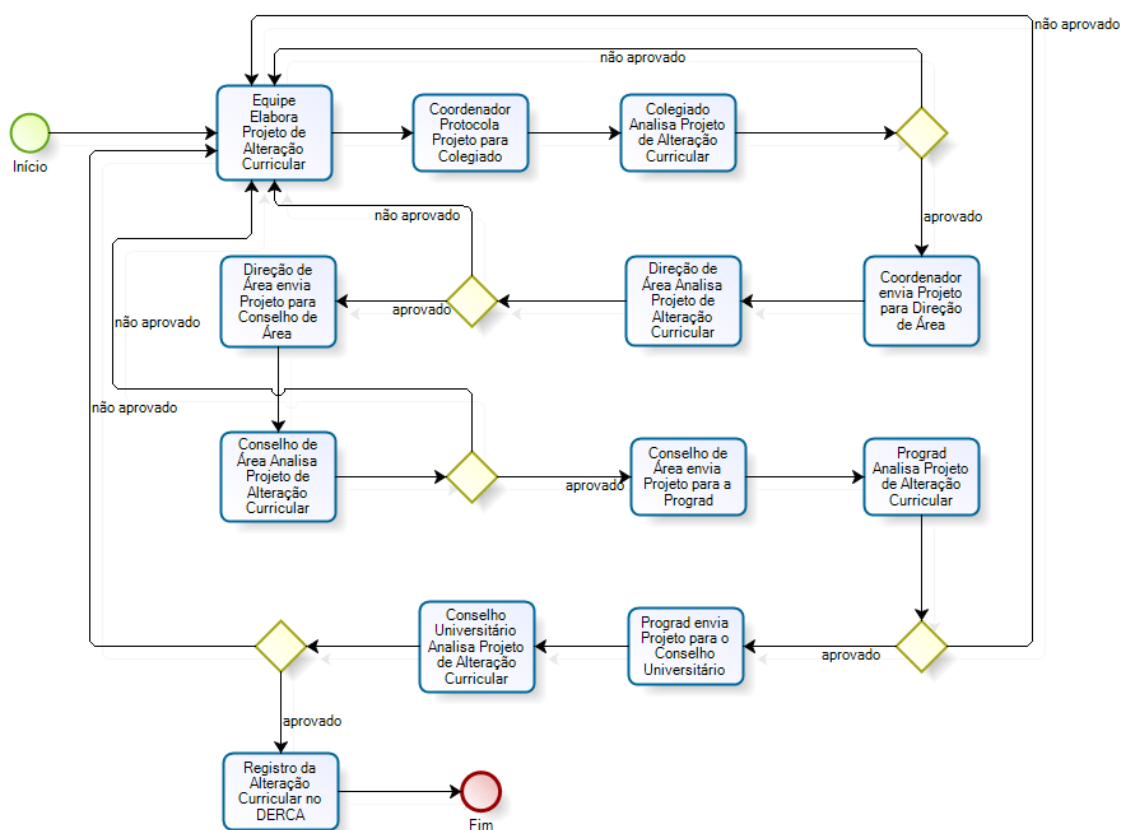


Figura 41 - Visualização do Fluxo de Atividades do processo *Alteração da Matriz Curricular*

O modelo de *fluxo de documentos* apresenta uma visão simplificada do fluxo de atividades, descrevendo os documentos necessários e/ou produzidos em cada atividade. Este modelo busca apresentar ao coordenador uma visão geral de todos os documentos que tramitam na execução de um processo. A figura 42 apresenta o modelo de fluxo de documentos para o processo *Alteração da Matriz Curricular*. Nele é possível observar como o processo documental ocorre, ou seja, quais documentos são utilizados em cada atividade e quais são os documentos que precisam ser gerados na mesma. Esta informação é de vital importância para uma instituição organizacional acadêmica, onde a grande maioria dos processos ocorre através da emissão de pareceres, que precisam ser anexados ao dossiê para

que as ações executadas pelos administradores estejam documentadas de forma adequada, seguindo tanto as regras estabelecidas pela instituição quanto as regras do MEC.

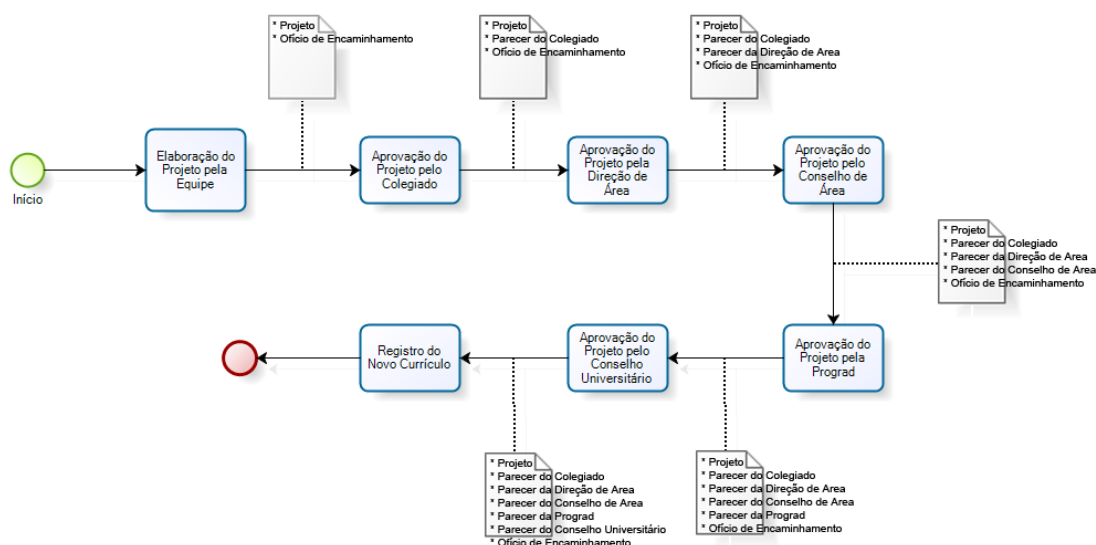


Figura 42 - Visualização do Fluxo de Documentos do processo *Alteração da Matriz Curricular*

Quando o usuário escolhe *simular* o processo, três ações são realizadas pelo SPOIE:

- execução da ferramenta *Ameli*: este sistema realiza a leitura da especificação da Instituição Eletrônica com o objetivo de regular as regras estabelecidas para os processos da instituição. Os agentes que serão instanciados a seguir têm seus comportamentos e diálogos monitorados pela ferramenta;
- instanciação dos agentes da instituição: os agentes que atuarão na instituição devem ser instanciados e conectados à *Ameli* para que possam iniciar suas atividades nas estruturas performativas definidas na Instituição Eletrônica;
- execução da simulação: a interface de simulação é carregada e os atores que personificarão os agentes da instituição são instanciados, bem como os objetos animados e a estrutura de comunicação *BlackBoard*.

A interface de simulação representa o jogo propriamente dito. A figura 43 apresenta a arquitetura de simulação de um processo dentro do jogo SPOIE.

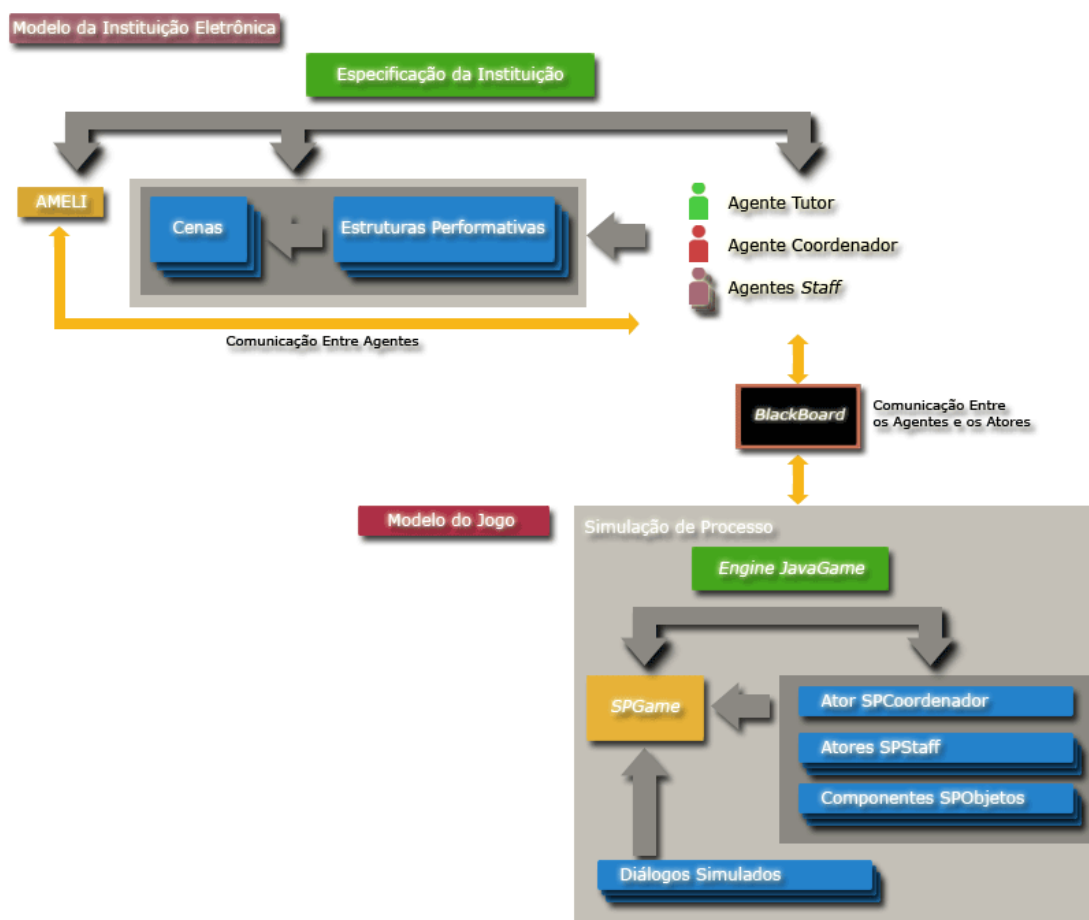


Figura 43 - Arquitetura do jogo SPOIE

A arquitetura do SPOIE é dividida em dois modelos: a) o *Modelo da Instituição Eletrônica*, definido nas seções 6.1, 6.2 e 6.3, onde as estruturas performativas, as cenas e os agentes foram construídos utilizando-se das ferramentas *Islander* e *aBuilder*; e b) o *Modelo do Jogo*, onde são modelados e implementados os componentes do jogo propriamente dito.

Cada *Simulação de Processo* no SPOIE é concebida, conceitualmente, como uma representação animada dos processos de negócio que foram definidos nas estruturas performativas da Instituição Eletrônicas. Para fins didáticos, os agentes desenvolvidos neste modelo são denominados *atores*, por representarem uma função mais próxima da realidade do cenário simulado. Neste jogo, o coordenador, usuário do sistema, assume o papel de um ator animado que deve se deslocar pelo ambiente com o intuito de conversar com os demais atores do jogo. A intenção é que o coordenador reconheça seu papel na hierarquia da instituição e, de forma mais decisiva, compreenda como os processos organizacionais são definidos e executados dentro da instituição modelada. Existem dois tipos de atores definidos no SPOIE:

- *SPCoordenador*: dentro do simulador, representa o *avatar* do coordenador e é controlado manualmente por este. Através das setas direcionais do teclado, o coordenador pode movimentar seu *avatar* pelo ambiente do jogo e conversar com os demais atores da simulação. Só existe um agente *SPCoordenador* no ambiente do jogo, ou seja, somente uma pessoa pode jogar de cada vez. Ele é representado graficamente pela avatar da figura 44 (a);
- *SPStaff*: assim como na Instituição Eletrônica, estes atores representam os demais participantes da estrutura organizacional da instituição modelada. Cada ator *SPStaff* deve possuir uma contraparte implementada como um agente autônomo (*software*) e seu comportamento é baseado no modelo de papéis e agentes da IE. Os atores *SPStaff* são representados graficamente pelos avatares da figura 44(b).

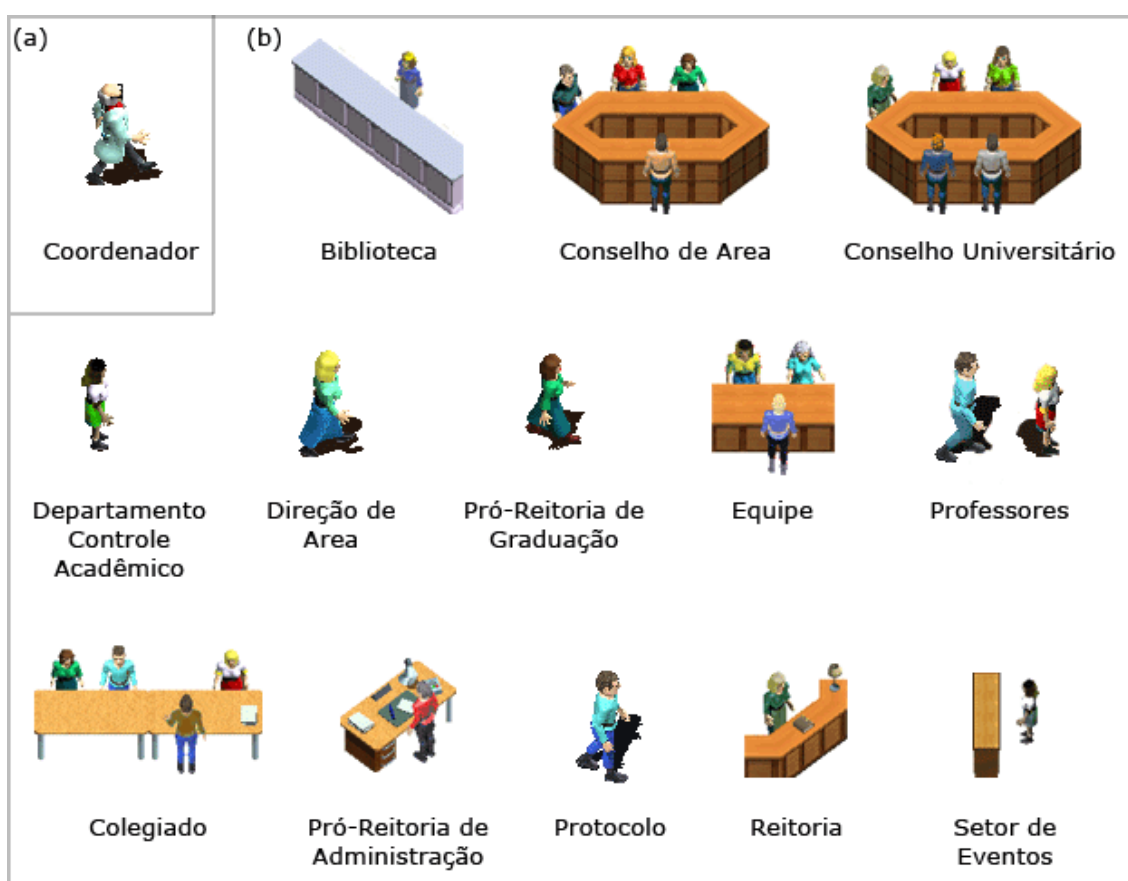


Figura 44 - Avatares do SPOIE

Além dos atores, a simulação define diversos componentes denominados *SPObjetos*, que não possuem contrapartes no modelo da Instituição Eletrônica, pois eles são específicos

do jogo animado. Na simulação, estes representam os objetos animados ou estáticos que fazem parte do cenário de simulação, reforçando o aspecto lúdico do ambiente.

O componente *SPGame* é responsável pela instanciação e controle dos atores que fazem parte da simulação. As suas funções são:

- criar o cenário de jogo, instanciando todos os atores necessários. A criação e manutenção dos atores é realizada através de uma *engine* disponibilizada no *framework* de desenvolvimento de jogos *JavaGame* (<http://javagamelibrary.sourceforge.net>);
- atualizar o ambiente de simulação de acordo com a movimentação do coordenador e seu *avatar*, ação realizada em conjunto com a *engine*;
- apresentar mensagens para o coordenador, de acordo com o contexto do jogo. Neste caso, as ações do seu *avatar* determinarão que tipo de mensagem ele pode receber. Estas mensagens foram denominadas *Diálogos Simulados*, que são definidos para cada interação que ocorre entre os agentes;
- controlar as animações dos componentes *SPObjeto* e *SPStaff*.

Ainda, cada ator é definido pelos seus dois componentes básicos:

- animação: as animações representam os estados internos dos atores de forma gráfica, com o intuito de fornecer um *feedback* ao coordenador sobre a movimentação dos componentes do jogo. Para os atores que personificam pessoas reais (*SPCoordenador* e *SPStaff*) são definidas as animações relacionadas a sua movimentação (o *avatar* pode ser deslocar para os quatro pontos cardeais e os quatro pontos colaterais). Para os *SPObjetos* são definidos outros estados que exemplifiquem sua utilização no mundo real, como os estados *aberto* e *fechado* para as portas do cenário. As imagens utilizadas para a personificação dos atores foram desenvolvidas através da coleção de gráficos disponibilizados de forma *freeware* por Reiner Prokein (<http://reinerstileset.4players.de>);
- comportamento: o comportamento do atores depende fortemente do tipo de agente a qual sua contraparte se relaciona no modelo de papéis da Instituição Eletrônica. Para o agente *Coordenação*, é definido o ator *SPCoordenador*. Neste caso, o comportamento do ator depende da movimentação fornecida pelas setas direcionais pressionadas pelo jogador que está utilizando o sistema. O ato de se dirigir a uma sala do cenário indica

que o coordenador deseja iniciar ou seguir com o processo através deste agente institucional. Para os *agentes internos* da instituição, são definidos os atores *SPStaff*. Estes atores são encarregados de fornecer o *feedback* necessário ao coordenador, quando da interação realizada entre os mesmos, além de prover a movimentação animada dos *avatares* quando for necessário (por exemplo, quando um agente precisa falar com outro, esta ação é representada, graficamente, através do deslocamento do *avatar* do primeiro até a sala, no cenário, onde se encontra o *avatar* do agente que receberá a mensagem). É importante salientar que o *Agente Tutor* não é representado graficamente no cenário. Através das iterações entre o *Agente Coordenador* e o *Agente Tutor*, no modelo da IE, a conversação lúdica entre os *avatares* no cenário simulado são apresentadas para o coordenador.

Considerando que o objetivo da simulação é o treinamento dos processos, a possibilidade de, em qualquer passo, um dos participantes do mesmo apresentar um parecer negativo (por exemplo, não permitir que um docente se afaste para um evento) não pode ser desprezada. Em alguns casos, a negativa é considerada um dos finais possíveis do processo. Em outros, a negativa implica em realizar novamente os passos anteriores, conforme estão descritos na modelagem dos processos (seção 6.1). Este comportamento foi implementado nos *agentes* da instituição. Quando há uma decisão a ser tomada, foi elencada uma probabilidade de 75% de aceitação, contra 25% de negativa.

Um exemplo de um cenário simulado se encontra na figura 45, onde seus principais componentes são explicitados a seguir. Nesta figura, o indicador 1 representa o *avatar* do coordenador, que pode se deslocar pelo ambiente através das setas direcionais. Neste caso específico, ele está conversando com a *Equipe*, um ator do tipo *SPStaff*, representado graficamente no indicador 2. A conversa entre os dois agentes é apresentada através de uma seqüência de balões animados, que forma o *Diálogo Simulado*. Alguns exemplos de agentes *SPStaff* desta cena são representados pelos indicadores 3 e 4. Os indicadores 5 e 6 representam componentes do tipo *SPObjetos* animados (a animação, neste caso, representa o ato de abrir ou fechar as portas que dão entrada às diferentes salas do jogo simulado) e os indicadores 7, 8 e 9 representam componentes do tipo *SPObjeto* estáticos.



Figura 45 - Cenário simulado no SPOIE – Primeiro Andar

Para que o cenário desenvolvido apresentasse todos os setores envolvidos nos processos modelados, optou-se por dividir o mesmo em dois “andares”, que representam espaços físicos diferentes na instituição real. Na figura 45, o indicador 10 apresenta a porta que realiza a transição entre os dois andares. A figura 46 apresenta o segundo andar da instituição.



Figura 46 - Cenário simulado no SPOIE – segundo andar

6.4 Comunicação Interagentes, Agentes-Atores e Atores-Usuário

A comunicação entre agentes em um SMA fornece a base necessária para a realização da cooperação entre os diversos agentes. Em uma sociedade estruturada de agentes e altamente hierarquizada, como a modelada neste trabalho, a comunicação explícita e formal é necessária para evitar ambigüidades. Como descrito no capítulo 5, o ambiente EIDE fornece uma infra-estrutura de comunicação entre os agentes modelados (comunicação interagentes), bem como provê mecanismos para que somente as mensagens já modeladas possam ser trocadas no ambiente, garantindo em quais situações elas podem ocorrer (definição das *Estruturas Performativas* e das *Cenas* e monitoramento através da *Ameli*). No entanto, é necessário expandir este modelo para que a simulação animada (atores) reflita corretamente as interações que ocorrem entre os agentes.

Considerando que a independência dos modelos era um dos objetivos primários no desenvolvimento deste trabalho, foi escolhida a metodologia *blackboard* para a comunicação entre os agentes e suas contrapartes animadas, os atores. Através do compartilhamento de uma

estrutura de dados bem definida, os agentes podem sincronizar suas ações, mantendo os dois modelos em consonância. Estratégias de comunicação baseadas em *blackboard* são comuns na literatura (Pessin *et al.*, 2007, Ovalle Carranza *et al.*, 2006, Gonzaga *et al.*, 2005; Haendchen Filho, 2005). A arquitetura de comunicação entre os agentes e os atores é apresentada na figura 47.

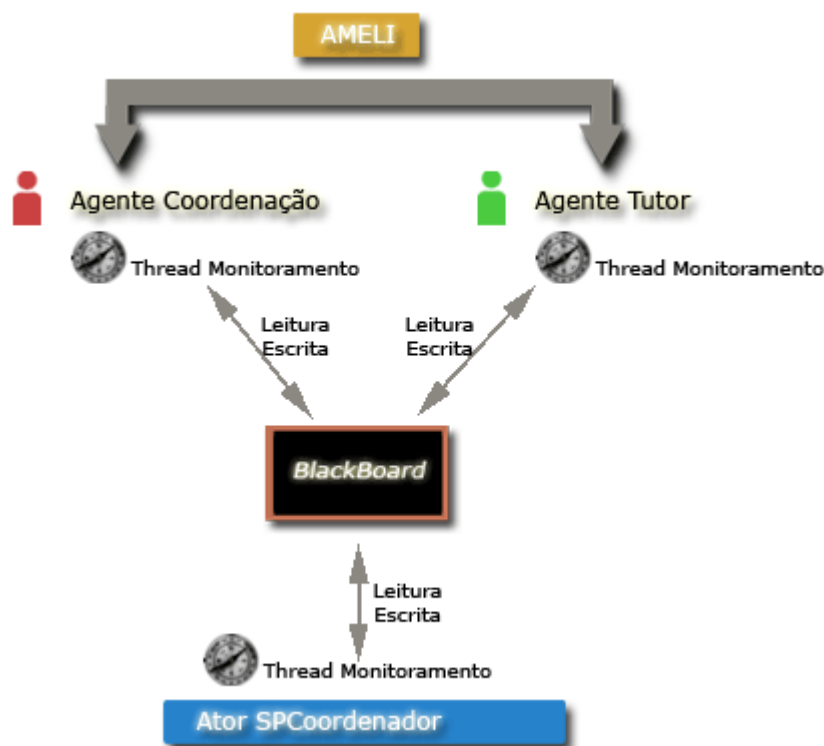


Figura 47 - Arquitetura de Comunicação entre o modelo de agentes e o modelo de atores

Tanto os agentes quanto os atores possuem um subsistema, denominado *thread de monitoramento*, que é utilizado para perceber qualquer modificação nas variáveis mantidas pela *blackboard*. Cada agente ou ator possui um subconjunto de variáveis que são *vigiadas* pelo *thread de monitoramento*. Todos os participantes da instituição podem alterar os valores das variáveis na *blackboard*. Quando uma destas variáveis é modificada, a *thread* assume o controle do agente/ator e realiza as ações necessárias. A modificação dos valores das variáveis vigiadas é a única *comunicação* que existe entre os agentes e os atores. A *comunicação* ocorre nas duas vias e depende do tipo de agente.

Primeiramente, será analisado o *Agente Coordenação*. Este agente é dependente das ações realizadas pelo coordenador (humano) no cenário do jogo e, desta forma, necessita que o ator *SPCoordenador* repasse a ele as decisões personificadas pelo seu *avatar*. Assim, se estabelece uma comunicação na via *Ator-Agente*, onde o primeiro informa ao segundo para

qual sala o seu *avatar* foi deslocado. No cenário simulado, ao deslocar o ator coordenador para qualquer sala, o mesmo irá alterar uma das variáveis na *blackboard*, informando ao agente *Coordenação* este fato. O agente, através da sua *thread* de monitoramento, percebe a intenção do jogador humano e inicia a conversa programada com o *Agente Tutor* (troca de mensagens via *Ameli*).

O *Agente Tutor*, por sua vez, fica encarregado de:

- responder ao agente *Coordenação*, de acordo com o modelo definido na Instituição Eletrônica;
- enviar uma mensagem para o *ator* que personifica o *agente* que o coordenador humano está tentando contatar. Esta mensagem, através da *blackboard*, define que tipo de diálogo deverá ser travado (o *Diálogo Simulado* pode ser tanto de boas vindas ao coordenador como informando ao mesmo que ele não deveria estar ali, no estado atual, para aquele processo específico). Isso corresponde a uma comunicação *Agente-Ator* onde o diálogo simulado depende se a presença do coordenador naquela sala está ou não de acordo com o modelo do processo.

Considerando o processo de *Alteração da Matriz Curricular*, no início do processo, quando o *avatar* do *Ator Coordenador* é levado pelo jogador até a *Sala de Reuniões*, onde se encontra o *Ator Equipe*, o que ocorre no modelo da Instituição Eletrônica é um diálogo entre o *Agente Coordenador* e o *Agente Tutor*. Este, no caso, avalia como correto o início do processo com o *Agente Equipe* e informa para o *Agente Coordenação* que ele pode iniciar a *Elaboração*. Na simulação, ocorre um *Diálogo Simulado*, onde o *Ator Equipe* se coloca a disposição do *Ator Coordenador* para a realização do Projeto de Alteração Curricular. A seqüência deste *Diálogo* é apresentada na figura 48.



Figura 48 - Diálogo Simulado entre o Ator Coordenação e o Ator Equipe

De outro modo, no mesmo exemplo, se no início do processo o *coordenador* dirige-se até a *Sala do Colegiado*, o *Agente Tutor* avalia como incorreta o ação do *Agente Coordenação*, impedindo-o de deslocar-se até a *cena cColegiado*. É importante salientar que, apesar de na interface gráfica o *avatar* do coordenador poder se deslocar livremente e interagir com os diversos atores da simulação, no modelo da IE este caminhar não é permitido se não representar a transição correta a ser disparada. No caso específico, o *Ator Colegiado* é informado pelo *Agente Tutor* de que ele não participa do processo naquele momento e, desta forma, um *Diálogo Simulado* é travado entre os *Atores Coordenador e Colegiado*, onde o último informa que não é ele que deve construir o Projeto de Alteração Curricular. Esta situação é apresentada na figura 49.



Figura 49 - Diálogo Simulado entre o Ator Coordenação e o Ator Colegiado

Desta forma, a troca de informações entre os atores e agentes é realizada através da *blackboard* comum aos dois subsistemas, contribuindo também para a sincronização dos *Diálogos Simulados*.

Os *Diálogos Simulados*, por sua vez, utilizam-se intensamente da *blackboard* para a sincronização do que ocorre no cenário de simulação e o que ocorre na Instituição Eletrônica. Eles foram construídos para permitir uma interação mais lúdica entre o cenário e o jogador humano, constituindo uma comunicação entre os *atores* e os *usuários* do sistema.

Existem dois motivos principais para a definição dos *Diálogos Simulados*. Primeiramente, a definição da ontologia na Instituição Eletrônica permite estabelecer uma forma inequívoca de comunicação entre os diversos agentes que atuam na mesma, no entanto, se torna ineficaz em relação aos aspectos lúdicos que permeiam o desenvolvimento de um Jogo de Empresa. O SPOIE é um jogo onde o coordenador (humano) deve interagir com o sistema de forma a perceber como um processo ocorre em sua empresa. Para tanto, ele precisa “conversar” com os demais agentes. A ontologia definida no modelo da IE precisa ser representada no jogo de forma mais representativa e significativa no contexto em que o coordenador está atuando. Desta forma, foi necessário realizar uma transposição das mensagens trocadas pelos agentes na IE e os atores do jogo. Alguns exemplos destes *Diálogos Simulados* podem ser visualizados na figura 49.

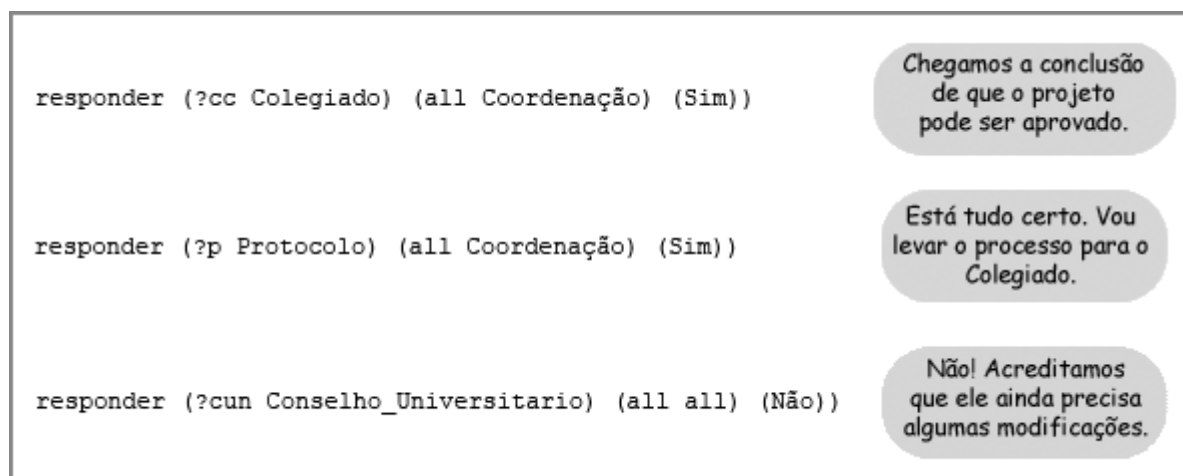


Figura 50 - Ontologia do EIDE e os Diálogos Simulados

O segundo motivo para a utilização dos *Diálogos Simulados* está na execução da própria instituição pela *Ameli*. O diálogo que ocorre entre os agentes é muito rápido e não pode ser acompanhado pelo coordenador que está sendo treinado. Assim, os *Diálogos Simulados* foram implementados através de um mecanismo de sincronização e pausa, onde os diversos *balões* que são apresentados surgem na interface em períodos de tempo pré-definidos, permitindo a leitura do coordenador humano. Enquanto o diálogo é mostrado para o coordenador, o seu *avatar* é impedido de se movimentar pelo cenário, o que também evita que novos diálogos entre os agentes ocorram, o que poderia gerar uma sobreposição de *Diálogos Simulados*.

Outro aspecto importante a ser salientado é que o cenário simulado da Instituição Eletrônica permite a interação do *avatar* do Coordenador com todos os atores disponíveis, inclusive aqueles que não fazem parte do processo que está sendo simulado no momento. Para estes, novamente é travado um *Diálogo Simulado* onde estes informam ao *Ator Coordenador* que não fazem parte daquele processo. Seguindo o mesmo exemplo da *Alteração da Matriz Curricular*, caso o coordenador desloque seu *avatar* até a sala da Pró-Reitoria de Administração ou à Biblioteca, os atores correspondentes avisam o mesmo de que não participam do processo. Este *Diálogo Simulado* pode ser observado na figura 51.



Figura 51 - Diálogo Simulado entre o Ator Coordenador e o Ator Biblioteca

Existe, ainda, outro tipo de comunicação que utiliza a *blackboard*. Esta comunicação ocorre quando os *Agentes* da instituição precisam sincronizar suas ações com os atores *SPStaff*. Em alguns processos, ocorre uma troca de mensagens entre os agentes da IE, sem a interferência do coordenador. Esta troca, no entanto, deve ser representada no cenário de simulação de alguma forma, para que não se percam as etapas do processo que está sendo ensinado e, desta forma, a simulação mantenha a coerência. Neste caso, ocorrem mensagens na via *Agente-Ator*, para que os atores, no ambiente, se desloquem até as posições adequadas para que os diálogos simulados sejam travados.

Um exemplo, utilizando o processo *Alteração da Matriz Curricular*, ocorre quando o agente *Direção de Área* leva o projeto para ser analisado pela *Prograd*. Independente do resultado da análise, que é implementada através das trocas de mensagens entre os dois agentes, via *Ameli*, o resultado final deve ser apresentado para o coordenador. Da mesma forma que os diálogos entre o *Ator Coordenador* e os demais atores, esta situação é resolvida através dos *Diálogos Simulados*, onde o simulador realiza a sincronização entre as ações realizadas pelos agentes e os atores. A figura 52 apresenta o *Diálogo Simulado* entre o *Ator Prograd* e o *Ator Direção de Área*.



Figura 52 - Diálogo Simulado entre os Atores Direção de Área e Pró-Reitoria de Graduação

Em alguns casos, como o processo de *Alteração de Matriz Curricular* e a *Aquisição de Obras Bibliográficas*, podem ocorrer diversas interações entre os agentes da IE sem a participação do coordenador. No exemplo da *Alteração da Matriz Curricular*, depois que o coordenador participa da reunião do *Conselho de Área*, o agente *Direção de Área* leva o projeto para análise pelo agente *Prograd* que, por sua vez, em caso de parecer positivo, leva o mesmo para o agente *Conselho Universitário*. No final, o *Ator Diretor de Área*, que participa da *cena* com o *Conselho Universitário*, avisa o coordenador sobre o resultado desta reunião. Somente após esta etapa é que o *avatar* do coordenador está disponível novamente para movimentação. No entanto, estas etapas onde o coordenador não participa precisam ser mostradas na simulação para manter a coerência do fluxo. Isso foi resolvido criando uma lista de *Diálogos Simulados*, que são apresentados na seqüência em que ocorrem as interações na IE e que são visualizadas pelo coordenador em períodos de tempo mais longos, para permitir a leitura do mesmo.

6.5 Fluxo de Documentos

O fluxo de documentos, na sua forma estática, foi descrito anteriormente na seção 6.2. No entanto, durante a simulação dos processos, o coordenador pode visualizar o fluxo de documentos em cada etapa do mesmo. Através da janela *Fluxo de Documentos*, apresentada na figura 53, o coordenador recebe informações sobre quais são os documentos necessários para iniciar a etapa do processo e quais são os documentos gerados por aquela etapa.

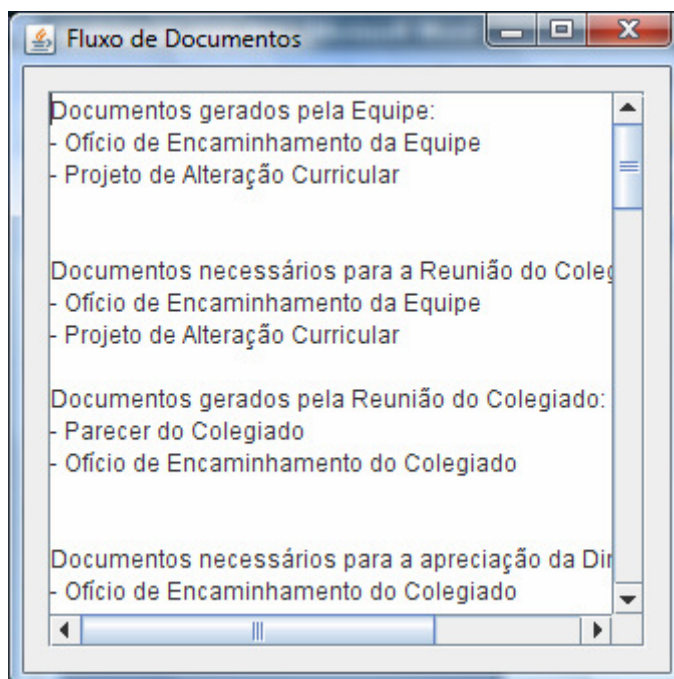


Figura 53 - Interface dinâmica apresentando o fluxo de documentos de um processo

Ao final da simulação, o coordenador ainda recebe o resumo contendo todos os documentos que foram gerados até o final do processo. A figura 54 apresenta um exemplo deste relatório final, considerando o processo de *Alteração da Matriz Curricular*.

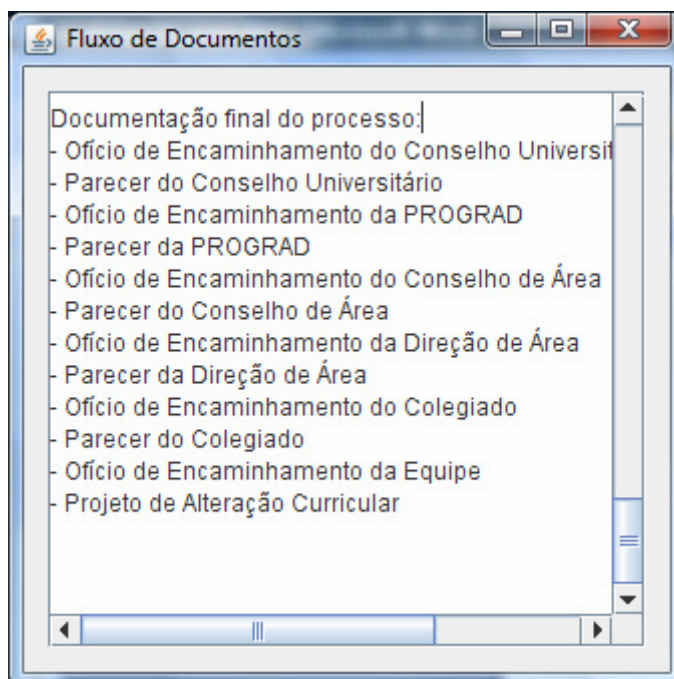


Figura 54 - Interface dinâmica apresentando o relatório final dos documentos gerados por um processo

6.6 Conclusões do Capítulo

A formalização do SPOIE como um simulador de processos baseado em Instituições Eletrônicas foi realizada em duas etapas. A primeira etapa envolveu a coleta de dados na Universidade Comunitária analisada. Durante esta etapa, foram consultados documentos institucionais e entrevistados coordenadores de curso para estabelecer os processos, atividades e os documentos que são gerados e/ou necessários para a realização dos mesmos. Esta formalização, apresentada na seção 6.1, foi de fundamental importância para o entendimento dos processos como um todo. Durante as entrevistas com os coordenadores e análise dos documentos institucionais, dois aspectos foram evidenciados:

- alguns processos não estão formalmente documentados na instituição. Alguns dos processos analisados tiveram que ser construídos a partir de diversas interações entre os setores envolvidos;
- os coordenadores possuíam visões diferentes sobre um mesmo processo. As principais dúvidas estavam centradas em como as atividades deveriam acontecer, principalmente em relação ao fluxo do processo.

Após a formalização dos processos, foi desenvolvida a especificação da Instituição Eletrônica através do ambiente EIDE. Algumas questões merecem destaque durante esta fase:

- a primeira atividade no desenvolvimento foi a especificação do *framework* dialógico e a criação das estruturas performativas e cenas na ferramenta *Islander*. Esta ferramenta se mostrou bastante interessante para modelar as possíveis interações entre os agentes institucionais, principalmente considerando os preceitos dos sistemas baseados em agentes, onde a comunicação entre diversos participantes é crucial. A definição de uma ontologia básica também facilita tanto a criação das partículas ilocucionárias como da própria comunicação em si. A possibilidade de criar *cenas* de interação através de grafos orientados se aproxima da modelagem realizada em fluxos de atividades, o que o torna uma escolha interessante para expressar o comportamento do sistema em decorrência das interações em cada passo do fluxo do processo;
- após o desenvolvimento dos modelos, o esqueleto dos códigos dos agentes foi construído a partir da utilização da ferramenta *aBuilder*. A partir da especificação da instituição, foi possível modelar os agentes na forma da arquitetura do EIDE, definindo as *tarefas* e os *comportamentos* de cada participante em relação ao

caminhamento nas estruturas performativas. A possibilidade de contar com um esqueleto de código gerado pela *aBuilder* serve como um guia para a construção dos agentes que participam da Instituição Eletrônica e aceleram o desenvolvimento do sistema como um todo. Por outro lado, é necessário, em um primeiro momento, compreender como a estrutura performativa é mapeada para o código para que a lógica de cada agente possa ser implementada. É importante considerar que, no modelo do EIDE, a lógica comportamental dos agentes é distribuída entre as diversas cenas, ou seja, a implementação da *inteligência* do participante deve ser concebida de forma particionada, o que pode dificultar a manutenção do agente como uma entidade coesa;

- com a implementação dos agentes concluída, é possível executar a instituição através da ferramenta *Ameli*. Este sistema, além de prover um mecanismo regulador para as interações dos diversos agentes da instituição, permite observar todos os passos da simulação a partir do ponto de vista do processo e a partir do ponto de vista de cada agente inserido na instituição. Estas características se mostraram eficientes para a depuração do modelo desenvolvido, pois era possível perceber possíveis falhas no fluxo do processo, nas interações entre os agentes ou até mesmo do código desenvolvido;
- as ferramentas do EIDE, de modo geral, se mostraram adequadas para o desenvolvimento de uma Instituição Eletrônica. No entanto, a curva de aprendizagem para a correta utilização das mesmas se mostrou bastante acentuada. Os manuais disponibilizados junto com o sistema se limitavam a mostrar as características de interface e não apresentavam um modelo adequado para a construção dos processos em cada etapa. Outra questão importante é que a integração dos diversos modelos (especificação da instituição no *Islander*, geração do código na *aBuilder* e execução dos agentes via *Ameli*) não foi contemplada na documentação do sistema como um todo.

Em relação ao desenvolvimento da interface gráfica do simulador, foi utilizada a *engine JavaGame*, já citada anteriormente. Este *framework* de desenvolvimento permite a criação de jogos em duas dimensões, definindo os personagens dos jogos, suas animações gráficas e sua movimentação (incluindo aspectos relacionados a colisões e direcionamento através das teclas direcionais e/ou autônomos).

A integração entre os agentes definidos pelo ambiente EIDE e o simulador construído através do *framework JavaGame* só foi possível com a utilização de um mecanismo de comunicação baseado na concepção de *blackboards*. As questões de sincronização dos processos que ocorriam nos dois sistemas eram cruciais para os aspectos lúdicos do ambiente, pois muito mais do que simplesmente simular os processos, o objetivo deste trabalho é fornecer um arcabouço para a capacitação destas atividades com os utilizadores, ou seja, a visualização dos mesmos pelos coordenadores era de especial importância.

Outro aspecto importante a ser destacado é a independência gerada na construção do modelo da instituição e no modelo do jogo. O modelo da instituição desenvolvimento através do ambiente EIDE possibilita sua implementação e execução através de qualquer plataforma ou interface que se comunique com a Instituição Eletrônica, não forçando a utilização da interface de jogo apresentada neste trabalho. Por outro lado, a interface do jogo foi construída de forma que possa ser integrada ao modelo de instituição especificado, bem como a qualquer lógica de execução que seja desenvolvida. Não é obrigatória a utilização de Instituições Eletrônicas para o desenvolvimento da lógica dos caminhamentos dos processos.

Considerando as questões levantadas, é possível analisar como positiva a utilização do ambiente EIDE para a construção do simulador proposto neste trabalho, pois suas potencialidades se mostraram adequadas para a modelagem da Instituição Eletrônica como um todo e suas fragilidades puderam ser trabalhadas de forma que não prejudicassem o andamento do trabalho.

Ao final deste capítulo, a modelagem dos processos que serão trabalhados e os aspectos técnicos da implementação estão concluídos. Para o problema específico que foi definido como objeto deste trabalho, o simulador se apresenta como uma ferramenta para auxiliar na capacitação dos coordenadores de cursos de graduação. No entanto, somente a construção do ferramental não é o suficiente. É necessário verificar se os objetivos de aprendizagem e da utilização do simulador proposto podem ser alcançados. Estas questões serão abordadas no próximo capítulo, que apresenta uma aplicação do SPOIE à coordenadores de Instituições de Educação Superior.

7 Aplicação e Análise dos Resultados

Após o desenvolvimento do simulador SPOIE, era necessário verificar se o mesmo poderia ser utilizado para a capacitação de coordenadores de cursos de graduação em instituições acadêmicas. Desta forma, se estabeleceu como metodologia a utilização prática do mesmo pelo seu público alvo. Com fins de registrar as impressões dos avaliadores com relação a alguns aspectos que seriam analisados posteriormente, foi estabelecido um questionário para ser aplicado após a utilização do simulador.

O questionário foi elaborado com base no trabalho de Sauaia(1995), que desenvolveu um instrumento de coleta de dados denominado "QJE - Questionário de Avaliação de Jogos de Empresas". Este modelo continua sendo utilizado atualmente para avaliar Jogos de Empresa e simuladores em geral (La Cruz e Villela, 2006; Pretto e Filardi, 2008; Machado *et al.* 2005; Batista, 2005; Ferreira, 2000;). O questionário proposto pelo autor é composto por dez perguntas, divididas em três fases:

- exploração pessoal do avaliador, onde o mesmo deve se auto-avaliar, considerando o seu perfil como gestor e possíveis experiências prévias com Jogos de Empresa;
- análise do jogo, onde o avaliador deve fornecer sua opinião sobre o jogo, sua dinâmica e pontos que podem ser melhorados;
- análise do comportamento do avaliador frente ao jogo, onde é questionada a performance do avaliador, dos seus colegas e sua interação com o jogo avaliado.

Com base neste método, e tomando como referência também La Cruz e Villela (2006), foi elaborado um questionário para a avaliação do simulador SPOIE, cujas características diferenciadas dos demais Jogos de Empresa devem ser explicitadas:

- o simulador proposto não é um Jogo de Empresa no modo clássico, onde usualmente há o componente do *ganhador* e da *competição*, bem como a definição de um objetivo a ser alcançado e somente um indivíduo ou grupo pode atingi-lo em primeiro lugar;
- o foco do simulador são as atividades e os fluxos dos processos e não os processos decisórios que, em Jogos de Empresa, podem fazer com que a performance do indivíduo ou grupo, ao final do jogo, seja melhor ou pior. No caso do SPOIE, a performance poderia ser estabelecida pelo controle do tempo necessário para

vencer as etapas do processo, pois o objetivo final é idêntico e deve ser alcançado por todos;

- o simulador foi desenvolvido para ser utilizado individualmente por um coordenador, sendo que os demais participantes são agentes de *software*. Esta decisão está baseada no fato de que, usualmente, não há vários coordenadores sendo empossados ao mesmo tempo para realizar um treinamento coletivo.

Considerando os aspectos apresentados, o questionário desenvolvido para este trabalho não utilizou questões que consideravam a utilização cooperativa de um jogo de empresa e o desempenho individual ou do grupo em relação à colocação obtida ao final da simulação. Também foi inserida uma questão relativa ao tempo do avaliador como gestor de um curso de graduação, lembrando, novamente, que a grande maioria dos coordenadores tem uma formação científica e pouco contato com questões administrativas. O questionário aplicado se encontra no apêndice B.

Como amostra de pesquisa, o simulador foi aplicado em três instituições de ensino do centro do estado do Rio Grande do Sul, sendo duas destas consideradas Universidades Comunitárias e uma Instituição Pública. A inclusão da última foi definida para verificar a possibilidade da adaptação do modelo à sua realidade. No total, foram realizadas simulações com dezesseis coordenadores de curso de graduação, sendo a área de formação do grupo multidisciplinar.

Ao considerar que simulações empresariais possibilitam aprender através de vivências em cenários que buscam representar a dinâmica organizacional em seus processos de negócio, a análise do SPOIE foi realizada em três etapas. A primeira etapa envolveu a explanação dos objetivos do jogo para os avaliadores e a aplicação do mesmo. Durante a simulação, a permanência do aplicador era optativa. Alguns avaliadores solicitaram o acompanhamento durante o processo enquanto outros optaram por realizar a simulação sozinhos. Um arquivo de registro (*log*) da simulação foi gerado para cada avaliador, de forma que pudessem ser observados os caminhos seguidos por este no decorrer das execuções.

A segunda etapa do processo de análise envolveu o preenchimento do questionário avaliativo por parte dos participantes, relatando a sua experiência vivenciada na realidade simulada. Nesta etapa, esperava-se que os avaliadores relatassem como se sentiram ao realizar as simulações. Esta etapa foi realizada individualmente pelos avaliadores, sem a presença do aplicador. A grande maioria dos usuários optou por entregar o questionário posteriormente, através de correio eletrônico.

A terceira etapa desenvolvida foi a análise dos questionários levantados pela autora para a sistematização das experiências. Como o simulador foi desenvolvido para ser utilizado individualmente, o processo de sistematização foi realizado após o recebimento de todas as experiências relatadas pelos “jogadores”. A sistematização e a análise da experiência foram organizadas de acordo com as perguntas do questionário e serão apresentadas a seguir.

Inicialmente, buscando um perfil mais acurado do grupo entrevistado, questionou-se sobre o tempo de atuação como coordenador de curso de graduação. As respostas foram variadas sendo que, em geral, os mesmos encontram-se no cargo há pelo menos um ano e, no máximo, há três anos e meio.

A segunda pergunta estabelecia como parâmetro uma auto-avaliação do gestor com relação aos seus pontos fortes e fracos como coordenador de curso. Em relação aos pontos fortes, as colocações que se destacaram envolviam a experiência prévia dos avaliadores como gestores. A maioria considerou que já ter passado por cargos administrativos poderia ser considerada uma *vantagem* no âmbito da administração do seu curso. Para Heerdt (2002), o fortalecimento de suas competências como gestor envolvem três aspectos principais: conhecimento, atitudes e habilidades. No entanto, apenas dois entrevistados citaram como pontos fortes características associadas a estes aspectos.

“vontade de acertar, a disponibilidade para aprender, a boa convivência com o corpo docente e discente”

“organização e dedicação”

Percebe-se que os coordenadores têm dificuldade em estabelecer atributos específicos que podem ser desenvolvidos como seus pontos fortes que, para Franco (2007), devem ser considerados frente às funções gerenciais, acadêmicas, políticas e institucionais. Ao contrário de estabelecer as competências adquiridas individualmente, a maioria estabeleceu como parâmetro somente o tempo como gestor.

Em relação aos pontos fracos, há claramente opiniões divergentes entre os avaliadores das Universidades Comunitárias e da Universidade Pública. Para os últimos, os pontos fracos mais explorados expressaram o seu pouco envolvimento dentro dos processos administrativos, pois, muitas vezes, eles deixam a cargo das secretarias a condução da burocracia gerencial. Para os coordenadores das Universidades Comunitárias onde, no caso específico, nenhum coordenador possui uma secretaria própria, a situação acima não se aplica. Para estes, os apontamentos mais pertinentes envolvem a falta de tempo hábil para a

realização de todas as suas atribuições de forma eficiente. Nas instituições pesquisadas, os coordenadores possuem um tempo limitado de sua carga horária para o exercício da função de gestor.

Apesar de, novamente, se verificar aqui a falta de discernimento dos coordenadores em relação a seus pontos fracos (falta de tempo não é um ponto fraco dos gestores e sim um enquadramento institucional), evidencia-se uma possibilidade da utilização do SPOIE como um mecanismo de treinamento dos coordenadores que pode vir a agilizar a realização de suas atividades no cenário real, minimizando o tempo despendido em atividades burocráticas.

Por fim, tanto nas instituições comunitárias quanto na pública, mais da metade dos coordenadores estabeleceu como pontos fracos, também, a falta de conhecimento acerca dos processos no que se refere ao fluxo e a burocracia envolvida nos mesmos. Considerando que os objetivos da tese foram explanados ao início da experiência, este tipo de resposta já era esperado, pois os avaliadores poderiam buscar inserir suas respostas dentro do contexto que lhes foi apresentado. Mesmo assim, deve-se destacar que estas respostas fornecem uma indicação de que a preocupação com os processos realmente está vinculada à gestão acadêmica.

A terceira pergunta questionava o conhecimento do coordenador sobre os processos administrativos nos quais ele participa e se havia algum tipo de treinamento específico sobre os mesmos. Todos relataram conhecer de forma razoável os processos, porém, como ficou evidenciado nas respostas, nenhuma das três instituições provê qualquer tipo de capacitação ou treinamento prévio aos novos gestores acerca dos processos administrativos. Há uma ressalva a ser feita quanto aos *sistemas acadêmicos informatizados*. Neste caso, usualmente a cargo dos Centros de Processamento de Dados da instituição, ocorre treinamento específico para a utilização dos mesmos. Alguns poucos coordenadores relataram a existência de reuniões informativas e que buscam conhecer os processos através das normativas institucionais e externas. Ainda, um dos coordenadores citou como fonte de conhecimento a experiência dos colegas gestores que atuam há mais tempo.

Ao buscar esclarecimentos sobre as reuniões informativas relativas aos processos administrativos, constatou-se que as mesmas não têm como objetivo capacitar gestores em relação ao funcionamento processual da instituição e, sim, ocorrem esporadicamente quando da *mudança* de algum processo vigente.

Outra observação que foi levantada por três coordenadores está relacionada a uma prática de aprendizagem que ocorre por demanda, ou seja, quando um processo que o gestor desconhece precisa ser realizado, ele busca as informações necessárias e “aprende” enquanto

executa o mesmo. Este tipo de aprendizagem que ocorre em um ambiente real está sujeito a falhas, resultados inesperados e atrasos em geral. Neste caso, a capacitação de gestores, conforme explanado anteriormente no capítulo 2, pode ser utilizado com um simulador para que o coordenador interaja em um cenário virtual, onde ele pode aprender através do ensino de técnicas (processos) e cenários para a observação de comportamentos (Tanabe, 1977), sem prejuízo para si ou para a empresa.

A quarta pergunta questionava o conhecimento dos coordenadores acerca dos processos administrativos específicos simulados no SPOIE. Para os gestores da Instituição Pública e de uma das Universidades Comunitárias, as respostas, invariavelmente, indicavam que os processos simulados, apesar de semelhantes, continham diferenças em relação a sua instituição. Novamente, como já detalhado na seção 6.1, os processos desenvolvidos tomaram como base uma das instituições comunitárias que participaram da experiência. Para os demais avaliadores, as respostas foram unânimes em afirmar que conheciam os processos simulados no SPOIE.

Em relação à quinta pergunta, a mesma inquiria sobre a prévia experiência dos avaliadores com a utilização de Jogos de Empresa em geral. Todos os participantes relataram nunca terem trabalhado com este tipo de instrumento.

A sexta pergunta envolvia uma avaliação dos coordenadores em relação ao seu desempenho na simulação, considerando quatro itens previamente definidos. O avaliador deveria escolher, em uma escala de 1 (pouco) a 6 (muito), o grau de importância do item avaliado em relação ao seu desempenho.

O primeiro item referia-se ao interesse do avaliador sobre o assunto. A escala mais baixa utilizada foi a de número 4 e a média de avaliação foi 4,85. Estes resultados indicam que os coordenadores possuem um interesse genuíno sobre o objeto alvo deste estudo. Como comentado anteriormente, vários coordenadores indicaram preocupação em relação a sua falta de conhecimento sobre a burocracia institucional enquanto que outros talvez busquem neste interesse uma forma de otimizar seu tempo de trabalho.

O segundo item, compreensão do processo, teve a média mais alta (5,28, com escala mais baixa também de número 4). A partir das observações feitas durante a execução da simulação pelos coordenadores, foi possível constatar que alguns deles demoraram a finalizar os processos, por desconhecerem o fluxo de atividades envolvido. Muitos, inclusive, pediram ajuda ao aplicador para deslocarem-se pelos “setores” em busca da realização da atividade correta. Em outros casos, foi possível observar, a partir da análise dos arquivos de *log*, que alguns avaliadores simularam os processos seguindo a abordagem de “tentativa e erro”, onde

se dirigiam, em cada passo, a todos os setores, na tentativa de acertar o caminhar em um determinado momento.

Pelas respostas fornecidas nas questões anteriores, foi possível constatar que a maioria dos coordenadores possuía um conhecimento prévio geral dos processos simulados pelo SPOIE. No entanto, observou-se que os mesmos não detinham uma visão detalhada de cada atividade que compunha os processos, o que pode ter levado os avaliadores a concluir que compreender os processos envolvidos é um fator importante para seu desempenho no simulador.

O terceiro indicador pretendia verificar se o conhecimento tecnológico é importante para a utilização do SPOIE e a simulação dos processos. Este item obteve a média mais baixa (3,28 com escala mais baixa de número 2), o que pode expressar que os mesmos tiveram relativa facilidade em se movimentar pelos cenários, conseguindo executar suas atividades sem a necessidade de um conhecimento tecnológico detalhado. É importante salientar que todos concluíram suas simulações, não havendo desistências. Também cabe ressaltar que o grupo de coordenadores que participaram da experiência é oriundo de diversas áreas do conhecimento, sendo apenas um deles da área tecnológica.

Por fim, o quarto indicador que compunha a pergunta de número seis questionava sobre a interface do simulador. A escala mais baixa utilizada foi a de número 3 e a média de avaliação foi de 4,71. Esta questão foi incluída para que fosse avaliado se a interface interferia na simulação dos processos, tanto positivamente como negativamente. Considerando também as observações gerais, relatadas mais a frente, pode-se inferir que os avaliadores não tiveram dificuldades em utilizar o simulador (objetivo principal da interface). Apesar de o lúdico ter um papel importante no desenvolvimento de um jogo (Valente e Mattar, 2007), a preocupação com a interface simulada era considerada secundária neste trabalho.

A sétima pergunta possui o mesmo molde da pergunta de número seis, que pretendia, a partir de um conjunto de itens, obter informações sobre os benefícios que o coordenador julga ter alcançado a partir da utilização do SPOIE. Novamente, o grau de importância atribuído variava em uma escala de 1 (pouco) a 6 (muito).

Inicialmente, buscou-se saber o grau de aquisição de novos conhecimentos obtidos através da simulação dos processos administrativos. A média obtida foi de 5,14, com a escala mais baixa de 4. Novos conhecimentos referem-se, neste caso, a atividades do fluxo que eram desconhecidas, pois, como visto na pergunta de número quatro, todos os entrevistados revelaram ter conhecimentos, mesmo que superficiais, sobre os processos simulados. Considerando Vasconcelos e Mascarenhas (2007), que afirmam que a aprendizagem é causa

direta de uma mudança comportamental, a auto-afirmação dos coordenadores pode indicar como positiva a utilização do simulador para o treinamento das atividades processuais. O caráter político e transformador do ensino em geral, incluindo ambientes organizacionais, também é encontrado na educação libertadora de Paulo Freire (1987). Ainda, reafirmando esta questão, Bushell (2004) *apud* Casagrande (2006) acredita que a utilização de Jogos de Empresa pode propiciar a aquisição de conhecimentos novos onde os participantes podem perceber sobre *onde e quando* aplicar novos conhecimentos teóricos.

O segundo item questionava sobre a possibilidade de *atualização* de conhecimentos a partir da utilização do SPOIE. A média das respostas ficou em 5,28 e a escala mais baixa mencionada foi a de número 4. Aqui, como no item anterior, a média alta indica que os coordenadores, além de descobrir *novos* conhecimentos sobre os processos que estão sob sua responsabilidade, concluíram que o simulador permitia relembrar atividades que faziam parte dos mesmos. O paradigma da *educação continuada* corrobora esta proposição, na medida em que se considera um processo de *aperfeiçoamento e atualização* dos conhecimentos (Marin, 2000). Além disso, a atualização dos conhecimentos é pressuposto básico para as atividades de reflexão e análise. Davenport e Prusak (1998) propõem que o conhecimento dentro de uma empresa é a *informação* combinada com a *experimentação*, a partir de um contexto, que leva a interpretação e posterior reflexão. A combinação destes fatores representa um ponto de partida que leva a uma possível mudança de paradigma.

O item que inquiria sobre o benefício direto da utilização do SPOIE no treinamento dos processos recebeu as maiores notas (média de 5,57 com escala mais baixa anotada de 4). Para analisar este item é importante estabelecer alguns conceitos: *capacitação* envolve a preparação, tanto no estímulo de habilidades quanto no fomento dos conhecimentos necessários para o desenvolvimento de um determinado trabalho; já *treinamento* é o preparo específico para o desempenho de *tarefas* que compõem um determinado cargo (Bergamini, 1997). Desta forma, é possível estabelecer como parâmetro para o item a relação direta do simulador proposto com o desempenho de tarefas específicas realizadas pelo coordenador. A sua utilização, neste caso, pode ser vinculada a um processo de *capacitação*, dentro de um contexto de *educação organizacional continuada*, abordagem mais ampla em que o *treinamento* é um componente e que deve se estender à totalidade da empresa. O *treinamento*, neste caso, pode ser visto como um sistema de conexões e conhecimentos onde as práticas que dele derivam devem ser intercambiadas entre os componentes (Vasconcelos e Mascarenhas, 2006). Preocupações, neste sentido, têm sido estabelecidas pelas empresas, na forma atual das *Universidades Corporativas*, que estão sendo utilizadas para trabalhar e

aperfeiçoar estratégias e as competências essenciais de seus profissionais, disseminando seus valores e a cultura da própria organização (Silva e Silva, 2008; Eboli, 2004). Independente da forma mais abrangente ou mais específica, o *treinamento* dos funcionários é componente de todas estas abordagens e o simulador, como ferramenta, pode apoiar esta atividade ao estabelecer um ambiente lúdico que tanto atraia o usuário quanto intensifique seu conhecimento sobre as habilidades específicas que estão sendo trabalhadas.

Por último, o quarto item questionava os benefícios do SPOIE em relação ao conhecimento do fluxo de documentos. A média deste item foi a segunda mais alta (5,42, com escala mais baixo de 5). É importante notar que a amplitude total neste item foi a mais baixa de todos os indicadores quantitativos analisados. Há uma diferença em relação a forma como foi abordada a problemática da documentação gerada e/ou consultada durante os processos: enquanto que as atividades foram *simuladas*, ou seja, os usuários interagem com os agentes para estabelecer o processo como um todo, os documentos constituintes de cada etapa eram apenas *apresentados* quando o usuário terminava uma cena. Ou seja, o simulador foca o fluxo documental em termos de *visualização* e não *construção participativa*. A importância dada a este item pelos avaliadores pode ser explicada pelas afirmações feitas anteriormente em relação ao treinamento do processo. A documentação que acompanha cada item de um processo é de suma importância para o mesmo, pois, além de servir para as tomadas de decisão em cada etapa, o dossiê final é o resultado mais significativo do processo como um todo, contando a “história” do mesmo. O fato de que o SPOIE apresenta o fluxo de todos os documentos associados a um determinado processo pode auxiliar no mapeamento dos recursos de informação da organização. Segundo Valentim *et al.* (2008), este mapeamento pode promover a avaliação das fontes de informação, serviços e sistemas, fornecendo também os meios mais indicados para o controle e acesso das informações disponíveis.

A oitava questão, primeiramente, informava que o SPOIE permite a visualização gráfica estática e dinâmica (simulação) dos processos organizacionais e perguntava qual era o mecanismo que o avaliador julgava mais adequado para o treinamento dos processos. Essa era uma questão discursiva. De modo geral, todos os avaliadores concordaram que o simulador era o mais indicado para o treinamento. Três coordenadores comentaram sobre a apresentação dos fluxos de forma estática como boa iniciativa para complementar a realização da simulação ou, de forma mais incisiva, como uma forma de consulta. No entanto, mesmo estes três avaliadores afirmaram que a aprendizagem só ocorria de fato quando da utilização do simulador. Outras afirmações utilizadas pelos avaliadores traduzem este sentimento:

“a (simulação) me faz andar junto com o processo e verificar se estou agindo de acordo com as normas da instituição”

“a simulação... é mais adequada... pois o usuário pode interagir com o simulador... e simular diferentes situações que podem ocorrer durante o desenvolvimento do processo e as reações dos demais agentes”

Estas afirmações traduzem os aspectos levantados por Periotto *et al.* (2008), que coloca os simuladores como mecanismos que possibilitam aos seus participantes desenvolverem habilidades em situações próximas à realidade por permitirem um processo de aprendizagem vivencial. O usuário de um simulador como o SPOIE deixa de ser um mero expectador do processo (no caso de um treinamento baseado em apresentações) para tornar-se principal ator do seu aprendizado.

Outro aspecto importante evidenciado por algumas respostas, representadas aqui pelas afirmações abaixo, está centrado no *desafio* proposto ao usuário em termos da realização completa de uma tarefa.

“o simulador é ... desafiador e acho que isso seja importante para aprender”

“a simulação é muito melhor, apesar de ser difícil, às vezes. Mesmo errando bastante, consegui terminar e acho que entendi melhor do que ler o gráfico”

Como já mencionado por Gramigna (1993), os simuladores representam situações nas quais os participantes enfrentam desafios que reproduzem a realidade do seu dia-a-dia. No simulador SPOIE, o desafio principal é a conclusão do processo.

A nona pergunta, também dissertativa, questionava se os avaliadores acreditavam que os processos simulados no SPOIE poderiam auxiliar no entendimento da realidade de suas organizações. De forma unânime, todos os avaliadores concordaram com a perspectiva da utilização do simulador como forma de compreender melhor os aspectos organizacionais da sua própria instituição. Mesmo os que simularam processos que não eram específicos de sua instituição, teceram comentários na direção de que, caso fossem adaptados as suas realidades, os benefícios seriam os mesmos. Aspectos pontuais comentados pelos avaliadores envolviam a possibilidade de acompanhar o processo mesmo após ele estar concluso em relação à participação do coordenador, a diminuição de tempo que pode ocorrer em um cenário real após o *treinamento* com o simulador e a possibilidade de conhecer e perceber as ações dos demais setores envolvidos no processo.

Conhecer sua própria instituição é parte crucial da *Aprendizagem Organizacional*, que deve prover um processo contínuo de aprendizagem através de, entre outros, incentivo e oferta de atividades de auto-desenvolvimento (Eboli, 2004). Desta forma, o simulador pode enquadrar-se nesta perspectiva, como uma ferramenta para auxiliar no cumprimento das metas globais da instituição.

A décima questão perguntava se o avaliador acreditava que seu *conhecimento* havia se intensificado após utilizar o simulador. Havia cinco opções disponíveis (a – pioraram significativamente; b – pioraram razoavelmente; c- permanecem os mesmo; d – melhoraram razoavelmente; e – melhoraram significativamente). As respostas variaram entre as letras *c* (1 avaliador), *d* (quatro avaliações) e *e* (onze avaliações).

Há duas formas de analisar esta questão: a) o *conhecimento* é a base pela qual os avaliadores (coordenadores de curso de graduação e, em primeira instância, professores de nível superior) realizam seu trabalho, principalmente acadêmico e científico. Para professores que *estão* atuando como gestores, a importância do conhecimento faz parte da sua bagagem cultural no meio onde atuam. Desta forma, a compreensão do que é aprendizagem é diferente dos demais usuários de Jogos de Empresa em geral; b) em relação ao seu trabalho específico como gestor e, considerando que muitos indicavam como necessidade o aumento da sua eficiência em relação ao tempo disponível e, ainda, afirmavam desconhecer o processo após sua participação direta, é possível considerar que o acréscimo de conhecimento vislumbrado pelos avaliadores está centrado na sua percepção mais acurada das atividades que desenvolveram no SPOIE.

Além disso, como os processos foram definidos utilizando como base uma das universidades pesquisadas, para os demais professores, a utilização do simulador levou-os a *conhecer* com profundidade a forma de agir de outras instituições, conhecimento este que, provavelmente, não fazia parte de sua bagagem cultural (é importante notar que *todos* os coordenadores relataram conhecer os processos – questão três).

Considerando que a grande maioria dos avaliadores assinalou que seus conhecimentos acerca dos processos organizacionais melhoraram razoavelmente ou significativamente após a utilização do SPOIE, a decisão unânime dos mesmos em relação à recomendação do simulador como instrumento auxiliar para o treinamento de outros coordenadores não constitui surpresa. Das três alternativas (não recomendava, recomendava parcialmente e recomendava) da questão onze, que propunha esta análise, todos registraram sua recomendação.

A última questão apresentava como pergunta se o SPOIE pode auxiliar na análise dos processos organizacionais visando à otimização e melhoria dos mesmos. Apesar de todos concordarem que o simulador poderia ser utilizado para o propósito apresentado na questão, a maioria dos comentários não traçou evidências sobre o assunto, concentrando-se mais na aquisição do conhecimento acerca dos processos do que na possibilidade de análise dos mesmos após o treinamento. Três avaliadores sugeriram que, após a utilização do simulador, reuniões poderiam ser realizadas para discutir, em grupo, os processos como um todo, sugerindo e analisando medidas para a sua melhoria e otimização. Esta análise em grupo é um dos estágios da aprendizagem vivencial, discutida no capítulo 3, onde as conclusões podem ser generalizadas para o âmbito da organização, deduzindo novas ações. Ainda, um avaliador sugeriu que o simulador fosse utilizado, também, para além da esfera das coordenações, de forma que os gestores hierarquicamente superiores (responsáveis pela criação da maioria dos trâmites processuais) pudessem realizar sua própria análise sobre o trabalho desempenhado na organização.

Além das doze questões apresentadas anteriormente, foi estabelecido um espaço para comentários gerais dos avaliadores. Em relação aos aspectos técnicos do simulador, foram sugeridas a possibilidade de utilização do *mouse* como mecanismo de interação, a ampliação do tempo de exibição dos *Diálogos Simulados* e a criação de um *log* de caminhamentos.

Nove dos dezesseis avaliadores comentaram que a utilização do simulador de forma individual representava um ganho em relação às palestras e reuniões de capacitação, pois, assim, eles estavam agindo mais espontaneamente. A palavra-chave que apareceu nestes comentários envolvia a situação de *errar* livremente, sem o constrangimento da exposição em público. É possível inferir que o treinamento individualizado permite uma maior utilização do jogo, sem constrangimento, de caminhos alternativos, possivelmente errados. Considerando que os coordenadores não são, na maioria, gestores por formação, alguns podem ficar constrangidos ou tímidos em falar em público ou até mesmo realizar perguntas em um grande grupo. Ao jogar e errar sozinho, em sua sala, talvez a timidez já não seja tão sentida, pois ninguém vê seus erros. Em relação à timidez em grandes grupos, Schutz (1989) afirma que novas situações trazem como consequência o medo de errar, o medo de arriscar e o medo de não agradar. Isso também pode ser comprovado pelas técnicas de dinâmica de grupo normalmente utilizadas em curso de capacitação (Cerqueira, 1997, Santos, 2005). Neste sentido, animadores são necessários para que os jogos de empresa cooperativos funcionem a contento. Para este jogo, no entanto, isso não seria necessário em decorrência do processo ocorrer de forma individual. Por outro lado, o isolamento pode ser prejudicial e este é um

problema que foi detectado nos comentários, que sugeriam a possibilidade de ter alguém os auxiliando neste processo, principalmente dialogando com os usuários durante a simulação. Uma possibilidade de minimizar o isolamento é a ampliação dos agentes, inserindo um agente pedagógico que acompanhe o coordenador durante a simulação. Este agente pode atuar em termos de motivação e ajuda técnica. Ainda, o mesmo pode auxiliar no esclarecimento das regras iniciais e de utilização do simulador, informações estas que foram explicadas pessoalmente pelo aplicador neste trabalho. Trabalhos efetuados nesta área incluem Bercht (2001); Kampf *et al.* (2005); Reategui e Moraes (2006); e Boff *et al.* (2007).

É importante considerar que a possibilidade de errar em um ambiente simulado ou não é uma característica essencial para a aprendizagem. Terra *apud* Caldas *et al.* (2006) considera como uma das características básicas que tornam a empresa mais voltada para a Aprendizagem Organizacional o estímulo à experimentação e aprendizado através de *erros*. Já Leite *et al.* (2006) afirmam que a aprendizagem da função gerencial ocorre muito pela experiência no desenvolvimento das ações cotidianas, sendo que estas englobam atividades como rotação de cargo, observação, treinamento, aprendizagem por erros e aprendizagem por novos desafios no trabalho. Este sentimento é compartilhado pelos coordenadores que trabalharam com o SPOIE, pois os mesmos indicaram importante a possibilidade de testar o ambiente e aprender através de erros, ou seja, muito mais do que ler sobre um determinado fluxo, experimentar o processo para descobrir, na “prática”, como era o fluxo de atividades, contribuía para a aprendizagem.

O SPOIE permitia a visualização, tanto dinâmica quanto estática, dos documentos gerados em cada etapa de um processo. No entanto, na realização das tarefas cotidianas de um gestor acadêmico, usualmente, o mesmo toma como referência documentos normativos e técnicos institucionais e da atual legislação. Este fato foi lembrado em alguns comentários, onde os avaliadores sugeriram a indicação de quais destes documentos poderiam ser utilizados na realização de cada atividade.

Por fim, cerca de metade dos entrevistados propôs a ampliação da utilização do SPOIE para a capacitação dos demais órgãos institucionais que participam dos processos, de forma a obter melhores resultados quando da realização destes em um cenário real.

8 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Os docentes de Instituições de Educação Superior que assumem o cargo de coordenadores de seus respectivos curso de graduação se vêem frente a uma miríade de experiências novas e desafiadoras, onde se destacam os processos administrativos, os quais usualmente não fazem parte de sua bagagem cultural anterior. Sob suas responsabilidades ainda pesam a qualidade de ensino dos docentes que atuam no curso, a pesquisa e a extensão desenvolvidas.

No entanto, estes profissionais raramente passam por qualquer tipo de treinamento específico ao assumirem sua função. O conhecimento necessário para que suas atividades sejam executadas de forma correta é, normalmente, adquirido quando da realização das mesmas, através de tentativas frustradas e, não raro, de perda substancial de tempo. Reuniões informativas, palestras teóricas e diálogos com outros coordenadores mais experientes são apontadas como técnicas mais comuns para a explanação dos processos decisórios dentro de uma universidade. Esta realidade apresenta problemas mais profundos nas universidades de caráter privado, diante do aumento da competitividade e de alunos cada vez mais exigentes com a qualidade, tanto do ensino, quanto dos aspectos administrativos. Estes problemas têm levado as instituições a reverem seus procedimentos, adotando alterações constantes de modo a se adaptar a esta nova realidade. Esta alteração pode ser vista como um ponto positivo, na medida em que novas melhorias podem ser inseridas no âmbito da instituição. Por outro lado, estas mesmas mudanças acarretam em sobrecarga aos coordenadores que, por precisar se adaptar rapidamente a elas, podem acabar diluindo o impacto positivo das mesmas, no momento em que não conseguem aplicar de forma eficiente as normativas da instituição.

Ainda, os procedimentos burocráticos, quando realizados sem a noção necessária de como suas atividades devem ser conduzidas, se traduzem em uma perda de tempo que acaba prejudicando os coordenadores em relação aos outros aspectos de sua função. Sobrecarregados com a carga administrativa, os coordenadores podem acabar relegando tarefas tais como acompanhamento dos alunos, promoção de atividades de pesquisa e extensão e quaisquer outras oportunidades que, para serem implementadas, necessitam dedicação e tempo para sua execução.

A Aprendizagem Organizacional pode ser vista como uma prática que transforma a experiência em conhecimento, através do teste contínuo desta experiência, podendo manter ou melhorar o desempenho da instituição. Para Abreu *et al.* (2003), o desenvolvimento

organizacional requer novas técnicas e posturas inovadoras, que busquem o desenvolvimento do conhecimento, de novas habilidades e atitudes para todos que participam do processo de negócio. Ainda, mais especificamente, ela pode ser vista como o processo através do qual se desenvolve o conhecimento sobre os inter-relacionamentos das atividades da organização e seus ambiente, assim como as ações que são tomadas com base neste conhecimento (Daft e Weick *apud* Henrique e Barbosa, 2005).

A Aprendizagem Organizacional é voltada para o desenvolvimento de competências gerenciais, sendo que a competência, neste modelo, envolve três elementos: a) conhecimento, onde os conceitos e técnicas são compreendidos; b) habilidade, que representa a aptidão e a capacidade de realizar, associados à experiência; e c) atitude, que refere-se ao modo de agir no ambiente de trabalho.

Este estudo buscou na Aprendizagem Organizacional uma forma de prover treinamento aos coordenadores de cursos de graduação, principalmente no que concerne ao *conhecimento* dos processos administrativos que estão sob sua responsabilidade, permitindo que trabalhassem a *habilidade* de realizá-los para que a sua *atitude* e postura na instituição pudessem se modificar a partir deste treinamento.

Buscando apoio nos Jogos de Empresa como forma de promoção deste treinamento, o objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um simulador que pudesse ser aplicado aos coordenadores de curso com intuito de treiná-los em seus processos administrativos. A escolha desta metodologia deveu-se ao seu caráter inovador, dinâmico, interativo e lúdico, além de ter como característica central de sua utilização o desenvolvimento pessoal dentro de um contexto empresarial.

Para promover as *interações* necessárias ao Jogo de Empresa, foi realizado um estudo sobre agentes de *software* e sua utilização em Instituições Eletrônicas, uma abordagem que permite a implementação de *organizações de agentes* que interagem para atingir um objetivo global através de regras normativas bem definidas. A utilização de uma abordagem orientada a agentes de *software*, modelando todos os envolvidos e as interações entre eles através da abordagem de Instituições Eletrônicas possibilita uma maior flexibilidade no que se refere ao mapeamento do comportamento associado a cada agente, podendo realizar modificações nas interações trocadas, criando novas possibilidades ao coordenador. A importância das Instituições Eletrônicas para este trabalho se deve a analogia com as organizações humanas, característica que está no cerne do seu desenvolvimento.

Os estudos realizados anteriormente formaram a base para a implementação do jogo SPOIE – Simulador de Processos Organizacionais baseado em Instituições Eletrônicas. Este

simulador permite que os coordenadores possam interagir com um ambiente organizacional virtual, perfazendo os mesmos passos dos processos administrativos que ocorrem no seu dia-a-dia. Através de uma interface lúdica, o coordenador pode mover seu *avatar* pelo ambiente e interagir com os diversos *atores*, que representam os setores reais da organização. Cada setor foi modelado como um agente de *software* da Instituição Eletrônica e os atores foram implementados como personagens do jogo. É importante salientar que o modelo da Instituição Eletrônica é independente do modelo dos Atores do Jogo, ou seja, o modelo especificado na IE pode ser integrado a qualquer ambiente de execução.

O SPOIE pode ser considerado um Jogo de Empresa, pois atende as quatro grandes características definidas por Gramigna(1993):

- *possibilidade de modelar a realidade da empresa*: através da especificação da Instituição Eletrônica, foram desenvolvidos os setores que atuam diretamente nos processos modelados para o jogo;
- *papéis claros*: tanto na Instituição na Eletrônica quanto na implementação da interface, os papéis de cada agente e/ou ator foram modelados independentemente, de forma a obter agentes autônomos, que possuem características e um comportamento a ser adotado;
- *regras claras*: a estrutura performativa desenvolvida na instituição permite que os agentes saibam exatamente quando e como podem realizar suas ações;
- *condições para ser um jogo atrativo e envolvente*: através do desenvolvimento da interface lúdica, buscou-se atrair os coordenadores para a realidade simulada.

Considerando as asserções acima, é possível perceber que a utilização do paradigma das Instituições Eletrônicas pôde ser utilizado para a implementação do jogo proposto, pois permitiu a integração de uma organização multiagente e, principalmente, suas regras de negócio, com uma interface lúdica, monitorando as ações de seus participantes.

Após a implementação do SPOIE foi realizada uma experiência de utilização do mesmo com coordenadores de graduação de três instituições. As principais observações realizadas são descritas a seguir:

- o *treinamento dos processos* é considerado um dos benefícios mais citados pelos utilizadores, o que pode inferir que o jogo atingiu seus objetivos;

- o simulador, de forma geral, foi considerado como a forma de treinamento mais indicada para a aprendizagem dos processos em relação a explanação estática dos mesmos;
- o SPOIE desafiava os seus participantes, atraindo os mesmos para a realização de todas as etapas.

Desta forma, e considerando a análise do capítulo 7, percebe-se que é possível treinar coordenadores de cursos de graduação em seus processos administrativos através da simulação dos mesmos, operacionalizada pelo SPOIE.

As principais contribuições deste trabalho são:

- estudo das Instituições Eletrônicas como um novo paradigma para a implementação da *organização* em Sistemas Multiagentes;
- analisar, modelar e implementar o simulador SPOIE, dentro da perspectiva de Jogos de Empresa e Instituições Eletrônicas, mantendo a interdependência entre o modelo de agentes e sua representação na interface. Através da simulação dos processos implementados no jogo, o coordenador pode conhecer melhor o fluxo de tramitação dos mesmos, os participantes envolvidos em cada processo, bem como as interações que devem ocorrer durante sua realização;
- analisar a utilização do SPOIE dentro do contexto de sua aplicação frente à coordenadores de cursos de graduação. Através desta análise, é possível verificar onde e como o simulador pode ser utilizado, bem como apontar as necessidades de melhorias, situação comum a todo *software*.

Como trabalhos futuros, pretende-se:

- estender o modelo, inserindo novos processos aos já especificados;
- analisar a possibilidade de inserir outros agentes humanos, além do coordenador, ao jogo, permitindo uma aprendizagem cooperativa por parte da organização;
- utilizar-se dos preceitos da computação afetiva para modelar e implementar um agente pedagógico animado que acompanhe os participantes no decorrer da simulação;
- estender o modelo a outros setores organizacionais, tais como diretores de área, pró-reitores e chefes de departamento;

- inserir a possibilidade de simulação da construção dos documentos necessários a cada processo;
- atualizar a interface para um modo tridimensional com o intuito de melhorar a sensação de imersão do coordenador em seu mundo virtual. Alguns trabalhos de integração de Instituições Eletrônicas e ambientes tridimensionais têm sido publicados (Seidel e Berger, 2007) (Smith e Maher, 2007) (Berger *et al*, 2007).

9 Referências Bibliográficas

- ABMES. **Associação Brasileira de Mantenedoras do Ensino Superior – ABMES**. Disponível em: <http://www.abmes.org.br>. Acesso em ago. 2007.
- ABRAMI, G.; BARRETEAU, O.; CERNESSON, F. **An Agent-Group-Role based modelling framework for participative water management support**. In: IEMSS 2002 – Integrated Assessment and Decision Support. Lugano, Suíça: 2002.
- ABREU, A. F., GONÇALVES, C. M., PAGNOZZI, L. **Tecnologia da Informação e Educação Corporativa: contribuições e desafios da modalidade de ensino-aprendizagem à distância no desenvolvimento de pessoas**. Revista PEC, Curitiba, v.3, n.1, p.47-58, jul. 2002-jul. 2003.
- ABRUC. **Associação Brasileira das Universidades Comunitárias**. Disponível em: <http://www.abruc.org.br>. Acesso em mai 2007.
- ALDEWERELD, H. **Autonomy vs. Conformity: an institutional perspective on norms and protocols**. PhD Thesis, Universiteit Utrecht, 2007.
- ANTONELLO, C. S. **A Metamorfose da Aprendizagem Organizacional: uma revisão crítica**. In: RUAS, R. et al. (Org.) Os novos horizontes da gestão: aprendizagem organizacional e competências. Porto Alegre: Bookman, 2005. cap. 1, p. 12-33.
- ARAUJO, R. M. **Ampliando a Cultura de Processos de Software: Um enfoque baseado em Groupware e Workflow**. Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Computação — COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2000.
- ARCOS, J. L.; ESTEVA, M.; NORIEGA, P.; RODRÍGUES-AGUILAR, J. A.; SIEERA, C. **An Integrated Development Environment for Electronic Institutions**. In: Software Agent-Based Applications, Platforms and Development Kits. p.121-142. jan. 2006.
- ARGENTE, E.; PALANCA, J.; ARANDA, G.; JULIAN, V.; Botti, V.; GARCIA-FORNES, A.; ESPINOSA, A. **Supporting Agent Organizations**. In: Proc. 5th International Central and Eastern European Conference on Multiagent Systems, CEEMAS07, Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer, 2007.
- AUSTIN, J. L. **How to Do Thing with Words**. London. Oxford University Press, 1962.
- AUML. **Agent Unified Modeling Language**. 2004. Disponível em: <http://auml.org>. Acesso em ago. 2006.

- BARNA, P., FRASINCAR, F., HOUBEN, G. **A Workflow-driven design of web information systems.** In: In *Proceedings of the 6th International Conference on Web Engineering ICWE '06*, p. 321-328, ACM Press, New York, 2006.
- BATISTA, Igor V.C.; CORNACHIONE JÚNIOR, Edgard B. **Learning Styles Influences on Satisfaction and Perceived Learning:** analysis of an online business game. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, Volume 32, 2005.
- BAUER, B. **UML Class diagrams revisited in the context of agent-based systems.** In: M. Wooldridge, G. Weiss, et al (Ed.). *Agent-Oriented Software Engineering*. Berlin: Springer-Verlag, v.2222, p.101-118. (LNCS), 2001.
- BAUER, B., MULLER, J.; ODELL, J. **Agent UML: A formalism for specifying multiagent interaction.** In: M. Wooldridge, G. Weiss, et al (Ed.). *Agent-oriented Software Engineering*. Berlin: Springer-Verlag, v.2222, p.91-103. (LNCS), 2002.
- BERCHT, Magda. **Em direção a Agentes Pedagógicos com dimensões afetivas.** Tese de Doutorado, Program de Pós-Graduação em Computação, UFRGS, 2001.
- BERGAMANI, Cecília W. **Motivação nas Organizações.** São Paulo: Atlas, 1997.
- BERGER, H.; DITTENBACH, M.; MERKL, D.; BOGDANOVYCH, A.; SIMOFF, S.; SIERRA, C. **Opening new Dimensions for e-Tourism** *Virtual Reality*, v.11, n.2, 2007.
- BERNARD. **Bernard – simulação gerencial.** Disponível em: <http://www.bernard.com.br/simulacao>. Acesso em ago. 2008.
- BERTO, A. R. **Jogos de Empresas: avaliação da cognição em relação ao processo de tomada de decisão e formação de estratégia.** Congresso Virtual Brasileiro de Administração – Convibra, 2004.
- BOFF, Elisa, RIBEIRO, João Pedro Accorsi; REATEGUI, Eliseo Berni. **Integrando um Agente Pedagógico para Recomendação de Tutores a um Sistema de Gerência de Cursos.** *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 5, n. 2, 2007.
- BRANDÃO, A. A. F. **Um método para estruturação e análise de modelos de sistemas multiagentes baseado em ontologias.** Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática – PUCRIO, Rio de Janeiro, 2005.
- CALDAS, Marco Aurélio; Vilas Boas, Ana Alice. **Aprendizagem Organizacional e as Transformações Constantes:** Considerações Teóricas. *Revista Eletrônica do Mestrado de Administração da UNIMEP*, v. 4, n.1, 2006.

- CASAGRANDE, M. D. H. **Jogo de Empresa na Prática de Ensino de Contabilidade Tributária**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2006.
- CASILLO, B.H.; SANT'ANNA, N. **Criação de Agentes para Apoio a Ambientes de Engenharia de Software**. São José dos Campos, São Paulo. 20 e 21 de outubro de 2004. In: IV Workshop dos Cursos de Computação Aplicada do INPE. Disponível em: http://www.lac.inpe.br/_cap/eventos/worcaps/2004/worcap2004.html. Acesso em: set. 2006.
- CERNUZZI, L.; ZAMBONELLI, F. **Dealing with Adaptive Multi-Agent Organizations in the Gaia Methodology**. In Proceedings of the 6th Workshop: Agent-Oriented Software Engineering – AOSE 2005, Fourth International Joint Conference Autonomous Agents & Multi8 Agent Systems – AAMAS 05, Utrecht – Netherlands, July 25 and 26, 2005.
- CERQUEIRA, Ricardo Ramos de. **Técnicas de Dinâmica de Grupo para uma Capacitação Ativa**. PNUD - Cadernos Metodológicos n. 3, 1997.
- CIDRAL, A. **Metodologia de Aprendizagem Vivencial para o Desenvolvimento de Competências para o Gerenciamento de Projetos de Implementação de Sistemas de Informação**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2003.
- COLLIER, R.W. **Agent Factory: A Framework for the Engineering of Agent-Oriented Applications**. Tese (Doutorado) – Departamento de Ciência da Computação, Universidade Nacional da Irlanda, 2002.
- CORNÉLIO FILHO, P. **O Modelo de Simulação do GPCP-1: Jogo do Planejamento e Controle da Produção**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 1998.
- CORREIA, K. S. A.; ALMEIDA, D. A. **Aplicação da Técnica de Mapeamento de Fluxo de Processo no Diagnóstico do Fluxo de Informações da Cadeia Cliente-Fornecedor**. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 2002. Curitiba, Paraná.
- COUTINHO, L. R.; SICHMAN, J. S.; BOISSIER, O. **Modeling Organization in MAS: A Comparison of Models**. In: First Workshop on Software Engineering for Agent-oriented Systems (SEAS). Uberlândia, Minas Gerais, 2005.
- CRUZ, T. **Workflow: a tecnologia que vai revolucionar processos**. São Paulo, Ed. Atlas, 2000.
- DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. São Paulo: Campus, 1998.

- DEMAZEAU, Y. **From interactions to collective behaviour agent-based system.** In: European Conference on Cognitive Science, 1., St. Malo. França, 1995.
- DINIZ, A. G.; SANTOS, F. C.; COSTA, R. M. E. M. **Um ambiente Virtual para a Simulação de Processos de Negócios.** In: IX Taller Internacional de Software Educativo - TISE 2004, Santiago, Chile, 2004.
- EBOLI, Marisa. **Educação Corporativa no Brasil. Mitos e Verdades.** São Paulo: Editora Gente, 2004.
- EIDE. **Electronic Institutions Development Environment.** Disponível em: <http://e-institutor.iiia.csic.es/islander/pub/>. Acesso em: mar. 2007.
- ESTEVA, M. **Electronic Institutions: from specification to development.** Tese (Doutorado) - Artificial Intelligence Research Institute, IIIA, Espanha, 2003.
- ESTEVA, M.; RODRIGUEZ-AGUILAR, J. A.; ROSELL, B.; ARCOS, J. L. **Ameli: An agent-based middleware for electronic institutions.** In: Third International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems (AAMAS 2004), New York, USA, July 19-23, 2004.
- ESTEVA, M.; RODRIGUEZ-AGUILAR, J. A.; ROSELL, B.; ARCOS, J. L. **On the Formal Specification of Electronic Institutions.** Lecture Notes in Computer Science (LNCS). Book Agent Mediated Electronic Commerce: The European AgentLink Perspective, pp. 126-147, 2001.
- ESTEVA, M.; LA CRUZ, D.; ROSSEL, B.; ARCOS, J. L.; RODRIGUEZ-AGUILAR, J. A.; CUNÍ, G. **Engineering Open Multi-agent Systems as Electronic Institutions.** In: Proceedings of the Nineteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-04), p. 1010-1011, San Jose, California, Jul, 2004.
- ESTEVA, M.; DE LA CRUZ, D.; SIERRA, C. **Islander: an electronic institutions editor.** In: Proceedings of the First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems (AAMAS 2002), pages 1045–1052, Bologna, Italy, July 15-19, 2002.
- FERBER, J.; GASSER, L. **Intelligence artificielle distribuée.** In: International Workshop on Expert Systems & their Applications, 10., 1991, Avignon. Cours n. 9. France: [s.n], 1991.
- FERREIRA, J. A. **Jogos de Empresa: modelo para aplicação prática no ensino de custos e administração do capital de giro em pequenas e médias empresas industriais.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2000.

- FIPA. **Foundation for Intelligent Physical Agents**. Disponível em: <www.fipa.org>. Acesso em set. 2006.
- FIPA. Foundation for Intelligent Physical Agents. **FIPA ACL Message Structure Specification**. 2000. Disponível em: <http://www.fipa.org/specs/fipa00061/index.html>. Acesso em out. 2006.
- FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias Empresariais e Formação de Competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira**. São Paulo: Atlas, 2004.
- FOX, M.S., GRUNINGER, M. **Enterprise Modeling**. AI Magazine, AAAI Press, Fall, pp. 109-121, 1998.
- FOX, M.S.; BARBUCEANU, M.; GRUNINGER, M.; LIN, J. **An Organization Ontology for Enterprise Modeling**. In: Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups, M. Prietula, K. Carley & L. Gasser (Eds), Menlo Park CA: AAAI/MIT Press, pp. 131-152, 1997.
- FOX, M. S.; CHIONGLO, J.F.; FADEL, F.G. **A Common Sense Model of the Enterprise**. Proceedings of the 2nd Industrial Engineering Research Conference , pp. 425-429, Norcross GA: Institute for Industrial Engineers, 1993.
- FRANCO, E. **Funções do Coordenador de Curso: como “construir” o coordenador ideal**. Cadernos da Associação Brasileira de Mantenedoras do Ensino Superior – ABMES - Cadernos 08. Disponível em: http://www.abmes.org.br/Seminarios/071100_Avaliacao. Acesso em jun. 2007.
- FRANTZ, W. **Universidade Comunitária: uma iniciativa pública não-estatal em construção**. In: Documentos sobre Reforma da Educação Superior, 2004. Disponível em: <http://www.educacao.gov.br/reforma>. Acesso em: jun. 2007.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 17 ed., 1987.
- FREITAS, C. C. G. **Aprendizagem Experiencial e Jogos de Empresas no Estudo do Mercado de Capitais: uma aplicação**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração - Mestrado, Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina, PPA UEM/UEL, 2007.
- FREITAS, S. C. **Adaptação de um Jogo de Empresas para o Ensino de Análise de Investimentos**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2002.
- GARCIA, A. C. B.; SICHMAN, J. S. **Agentes e Sistemas Multiagentes**. In: Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações. Barueri, São Paulo: Manole, 2003. p. 269-306.

- GARCIA-CAMINO, A.; NORIEGA, P.; RODRIGUEZ-AGUILAR, J. A. **Implementing Norms in Electronic Institutions**. In: International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems (AAMAS 2005), Utrecht, Netherlands, July 25-29, 2005.
- GIRARDI, R. **Engenharia de Software Baseada em Agentes**. In: IV Congresso Brasileiro de Ciência da Computação – CBCOMP. Itajaí, SC. ed. 39, 2004.
- GRAMINA, M.R.M. **Jogos de Empresas**. São Paulo: Makron Books, 1993.
- GRAESSER, A.; FRANKLIN, S. **Is it an Agent, or Just a Program?: a taxonomy for autonomous agents**. In: Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages. Springer-Verlag, 2006.
- HAENDCHEN FILHO, A. A. **Middleware Framework for Multi-agent Systems in the Internet**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Informática. Pontifícia Católica do Rio de Janeiro, 2006.
- HANNOUN, M.; BOISSIER, O.; SICHTMAN, J.S. ; SAYETTAT, C. **MOISE : An Organizational Model for Multi-agent Systems**. In: Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial (SBIA), Atibaia, São Paulo. P.152-161, 2000.
- HEERDT, A. P. S. **Competências Essenciais dos Coordenadores de Curso em uma Instituição de Ensino Superior**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2002.
- HENRIQUE, Luiz Cláudio Junqueira; BARBOSA, Ricardo Rodrigues. **Gestão da Informação e do Conhecimento Organizacionais: em busca de uma heurística adaptada à cultura brasileira**. In: Perspectivas da Ciência da Informação, v. 10, n. 1, p.4-17, 2005.
- HÜBNER, J.F. **Um Modelo de Reorganização de Sistemas Multiagentes**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. São Paulo. 2003.
- HÜBNER, J. F.; SICHTMAN, J. S. **Organização em Sistemas Multiagentes**. In: WESAAC 2007, Workshop-Escola de Sistemas de Agentes para Ambientes Colaborativos, Pelotas, RS. 2007.
- IGLESIAS, C.A.; GARIJO, M. **The Agent Oriented Methodology MASCommonKADS**. In: Agent-Oriented Methodologies, IDEA Group Publishing, p. 46-78, 2005.
- IGLESIAS, C. A.; GARIJO, M.; GONZALEZ, J. C.; VELASCO, J. R. **Analysis and design of multiagent systems using MAS-CommonKADS**. Lecture Notes in Computer Science, v.1365, 1998.

- JENNINGS, N. R. **On Agent-Based Software Engineering**. In: Artificial Intelligence, v. 117, pp277-296, 2000.
- GIRARDI, R. **Engenharia de Software Baseada em Agentes**. In: IV Congresso Brasileiro de Ciência da Computação – CBCOMP. Itajaí, SC, ed. 39, 2004.
- JADE. **Java Agent Development Framework**. Disponível em: <http://jade.cselt.it>. Acesso em abr de 2007.
- JENNINGS, N. R. **On Agent-Based Software Engineering**. In: Artificial Intelligence, v. 117, p. 277-296, 2000.
- JENNINGS, N.R. **Commitment and Conventions: the foundations of coordination in multi-agent systems**. The Knowledge Engineering Review, v. 8. n. 3. p. 223-250, 1993.
- JENNINGS, N. R.; FARATIN, P.; JOHNSON, M. J.; O'BRIEN, P.; WIEGAND, M. E. **Using Intelligent Agents to Manage Business Processes**. In: Proceedings of the International Conference on Practical Applications of Intelligent Agents and Multiagent Technology (PAAM-96), London, UK, p.345–360, 1996.
- JOHNSSON, M. E. **Jogos de Empresa: modelo para identificação e análise de percepções da prática de habilidades gerenciais**. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2006.
- JUCHEM, M.; BASTOS, M.R. **Projetando Sistemas Multiagentes em Organizações Empresariais**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software. Gramado, out. 2002.
- JUCHEM, M.; BASTOS, M.R. **Engenharia de Sistemas Multiagentes: uma investigação sobre o estado da arte**. Faculdade de Informática, Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS. Relatório Técnico 014/2001. N. 14, Abr, 2001.
- KAMPFF, A. J. C.; LIRA, A. F.; GOMES, F. J. L.; FONSECA, L. C. C.; MACHADO, N. C. F.; BERCHT, M. **Relação entre o Perfil do Usuário e a Escolha do Perfil do Tutor**. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 3, n. 1, 2005.
- KAPPEL, G. **An Introduction to Web Engineering**. In: Web Engineering: The Discipline of Systematic Development of Web Applications. John Wiley & Sons Ltd, cap.1. p.1-17, 2006.
- KOLB, D. A. **A Gestão e o Processo de Aprendizagem**. In: STARKEY, K. Como as organizações aprendem: relatos do sucesso das grandes empresas. São Paulo: Futura, p.321, 1997.

- KOLP, M.; GIORGINI, P.; MYLOPOULOS, J. **Multi-agent Architectures as Organizational Structures**. In: XIII Autonomous Agent Multi-agent Systems, p. 13-25, Springer, 2006.
- KONZEN, A. A. **Especificação de Requisitos de Agentes de Usuário em Z**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Informática – PUC/RS, Porto Alegre, 2002.
- KOPITTKE, B.H. **Jogos de Empresa: novos desenvolvimentos**. Universidade de Santa Catarina – documento interno, Florianópolis, EPS-UFSC, p.1-16, 1992.
- KREMER, R.; FLORES, R. **Flexible Conversations Using Social Commitments and a Performatives Hierarchy**. Proceedings of the Agent Communications Workshop, AAMAS'2005 (International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems), Utrecht, The Netherlands, August 2005. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, LNAI 3859, pp. 93-108, 2006.
- KREMER, R., FLORES, R, LAFOURNIE, C. **A Performative Type Hierarchy and Other Interesting Considerations in the Design of the CASA Agent Architecture**. Advances in Agent Communication. F. Dignum (ed.), Springer Verlag, LNAI series, 2003.
- KREMER, R.; FLORES, R.; NORRIE, D. H. **An Architecture for Modeling Internet-based Collaborative Agent Systems**. Proceedings of the Autonomous Agents 2000 Workshop on Infrastructure for Scalable Multi-agent Systems, Fourth International Conference on Autonomous Agents (Agents 2000), Barcelona, Catalonia, Spain, Jun. p. 3-7, 2000.
- LABROU, Y.; FININ, T.. **A Proposal for a new KQML Specification**. TR CS-97-03, 1997. Computer Science and Electrical Engineering Department, University of Maryland Baltimore County, Baltimore, MD 21250. Disponível em: <http://www.cs.umbc.edu/~jklabrou/publications/tr9703.ps>. Acesso em out. 2006.
- LA CRUZ, Adonai José; VILLELA, Lamounier Erthal. **Percepção dos participantes de jogos de empresas quanto às condições facilitadoras para o aprendizado em programas de simulação empresarial: um estudo exploratório**. In: IX Seminários em Administração FEA – USP, 2006.
- LDB. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Presidência da República, Subchefia para assuntos jurídicos, 1996. Disponível em: <http://mec.gov.br>. Acesso em abr. 2007.
- LEI, C., BIN, L. **A Workflow Model Supporting Dynamic BPR**. In: Sixth International Conference on Grid and Cooperative Computing, p. 721-724, 2007.

- LEITE, Isabel Cristina Badanais Vieira; GODOY, Arilda Schmidt; ANTONELLO, Claudia Simone. **O aprendizado da função gerencial: os gerentes como atores e autores do seu processo de desenvolvimento.** *Aletheia*, n. 23, p.27-41, jun. 2006.
- LESSER, V.; HORLING, B.; et al. The TÆMS whitepaper. Disponível por em: <http://mas.cs.umass.edu/research/taems/>. Acesso em jun. 2007.
- LUCKESI, C. C; BARRETO, E; COSMA, J; BAPTISTA, N. **Universidade, Criação e Produção de Conhecimento.** In: Fazer Universidade: uma proposta metodológica, 2001. São Paulo: Ed. Cortez.
- MACHADO, Alander Ornellas; CAMPOS, Renato de; AZEREDO, Sérgio Medeiros; FERREIRA, Ailton da Silva Ferreira; WILSON, Rodrigo Erthal. Simulando Operações Logísticas Através de um Jogo de Empresas: concepção, desenvolvimento e uso. In: XXIX Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, Brasília, 2005.
- MADKIT. **A Multi-Agent Development Kit**, Laboratoire d 'Informatique, Robotique et Micro-Electronique de Montpellier (LIRMM), France, 2000. Disponível por www em: <<http://www.madkit.org/>>. Acesso em jan. 2008.
- MAGALHAES, A.; CAPPELLI, C.; BAIÃO, F.; SANTORO, F.M.; IENDRIKE, H. S.; ARAUJO, R. M.; NUNES, V.T. **Uma Estratégia para Gestão Integrada de Processos e Tecnologia da Informação através da Modelagem de Processos de Negócio em Organizações.** Revista Científico – Faculdade Ruy Barbosa – 2007 – ISSN: 1677-1591. 45-53 pp.
- MARIN, A. J. **Educação continuada.** Campinas, S. Paulo: Papyrus, 2000.
- MARTINELLI, D. P. **A Utilização de Jogos de Empresa no Ensino de Administração.** Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, USP, 1987.
- MAYR, H. **Web Project Management.** In: Web Engineering: The Discipline of Systematic Development of Web Applications. John Wiley & Sons Ltd, cap.9. p.171-194, 2006.
- MECHELN, P. J. V. **SAP1-GI – Sistema de Apoio ao Planejamento no Processo de Tomada de Decisão do Jogo de Empresas GI-EPS.** Florianópolis. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 1997.
- MINTZBERG, H.; QUINN, J. B. **O processo de estratégia.** Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MURUGESAN, S. **Web Application Development: Challenges and the Role of Web Engineering.** In: Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications. Stanford Linear Accelerator Center (SLAC), Stanford, California, cap.2. p.7-32, 2007.

- NORIEGA, P. **Agent-Mediated Auctions: The Fishmarket Metaphor**. Tese (doutorado) - Artificial Intelligence Research Institute, IIIA, Espanha, 1997.
- NORTH, D. C. **Institutions**. *Journal of Economic Perspectives*. v.5, n.1, p. 97-112, 1991.
- NORTH, D. C. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**, Cambridge University Press 1990.
- ODELL, J.; PARUNAK, H. V. D.; BAUER, B. **Extending UML for Agents**. In: Proceedings of the Agent-Oriented Information Systems Workshop at the 17th National Conference on Artificial Intelligence - AAAI 2000. Austin - Texas, 2000. 3-17 p. Disponível em: <http://www.jamesodell.com/publications.html>. Acesso em out. 2006.
- ODELL, J. **Objects and agents - how do they differ? (draft 2.2)**. Set, 1999. Disponível em: <http://www.jamesodell.com>. Acesso em jan. 2007.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Administração de Processos – Conceitos, Metodologia, Práticas**. São Paulo: Atlas, 2006.
- OMG AGENT WORKING GROUP. **Agent Technology**. Green paper produced by the OMG Agent Working Group, 2000.
- OPENCYBELE. **OpenCybele Agent Infrastructure**. Users Guide. Distributed Intelligent Systems - Intelligent Automation Inc. v. 1.2, 2002. Disponível em: <http://www.opencybele.org/>. Acesso em jan. 2008.
- PACHECO, Olga; CARMO, José. **A Role Based Model for the Normative Specification of Organized Collective Agency and Agents Interaction**. *Journal Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*. Publisher Springer Netherlands. v.6, n.2, mar., 2003.
- PADUA, S. I. D.; SILVA, A. R. Y.; PORTO, A. J. V. **O Potencial das Redes de Petri em Modelagem e Análise de Processos de Negócio**. *Gest. Prod.*, jan./apr, v.11, n.1, p.109-119, 2004.
- PERIOTTO, A. J.; MESSINETTI, C. M. F.; SILVA, F. M. **A Abordagem Vivencial e Cooperativa dos Jogos de Empresa**. In: Congresso Internacional de Administração – Gestão Estratégica na Era do Conhecimento, Publicado na Revista ADMpg Gestão Estratégica. Ponta Grossa, Paraná, 2008.
- PESSEMIER, N.; SEINTURIER, L.; COUPAYE, T.; DUCHIEN, L. **A Model for Developing Component-Based and Aspect-Oriented Systems**. Springer-Verlag. *Lectures Notes in Computer Science*, v.4089, p.259-274, 2006.
- POUR, Gilda. **Agent-Oriented Software Engineering (AOSE): its emergence as a cornerstone of enterprise software engineering education**. In: *World Transactions on Engineering and Technology Education*. v.2, n.2, 2003.

- PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. 6.ed. Rio de Janeiro: McGraw Hill. 2006.
- PRETTO, Fernando; FILARDI, Fernando. **Jogos de empresas: Uma estratégia de motivação no processo de ensino e aprendizagem dos cursos de Administração. Working Paper 13**, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, 2008. Disponível em http://www.globadvantage.ipleiria.pt/wp-content/uploads/2008/04/working_paper-13_globadvantage.pdf. Acesso em out. 2008
- REATEGUI, Eliseo Berni; MORAES, Márcia Cristina. **Agentes Pedagógicos Animados**. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 4, n. 2, dez., 2006.
- REDDY, Y.R.; GHOSH, S.; FRANCE, R.B.; STRAW, G.; BIEMAN, J.M.; McEACHEN, N.; SONG, E.; GEORG, G. **Directives for Composing Aspect-Oriented Design Class Models**. Springer-Verlag. Lecture Notes in Computer Science, v. 3880, p.75-105, 2006.
- REIS, F. **O Coordenador e a Gestão de Cursos de Graduação**. São Paulo: Centro Universitário Salesiano de São Paulo, s. d. 27 p. Disponível em: <http://www.lo.unisal.br/nova/publicacoes/fabio.doc>. Acesso em set. 2008.
- RIBEIRO, M. B.; ESCOBAR, M. S. **Agentes e Ambientes de Programação WEB: uma visão da área**. In: Workshop-Escola de Sistemas de Agentes para Ambientes Colaborativos. Universidade Católica de Pelotas, 16 a 18/abr., 2007.
- RODRIGUES, L. C.; RISCAROLLI, V. **O Valor Pedagógico dos Jogos de Empresa**. In: Encontro Nacional dos Cursos de Graduação em Administração, XII, São Paulo, 2001. Disponível em: http://www.angrad.org.br/cientifica/artigos/artigos_enangrad/enangrad_12.asp. Acesso em jun. 2008.
- RODRIGUEZ-AGUILAR, J. A. **On the Design and Construction of Agent-mediated Electronic Institutions**. Tese (Doutorado) - Universidade Autônoma de Barcelona, 2001.
- RODRIGUEZ-AGUILAR, J. A.; SIERRA, C. **Enabling Open Agent Institutions**. In: K. Dautenhahn, A. Bond, L. Canamero, and B. Edmonds, editors, *Socially Intelligent Agents: Creating relationships with computers and robots*, Kluwer Academic Publishers, p. 259–266, 2002.
- RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: a modern approach**. Nova Jersey: Prentice-Hall, 1995.
- SABATER-MIR, J.; PINYOL, I.; VILLATORO, D.; CUNI, G.; SIERRA C.; RODRIGUEZ, J. A.; ARCOS, J. L. **e-Institutions oriented to the use of Reputation**. Sixth Framework Programme Priority 7. Citizens and Governance in the Knowledge Based Society. Work Package 2.1 Deliverable. IIIA - Artificial Intelligence Research Institute, CSIC - Spanish Scientific Research Council, Bellaterra, Catalonia, Spain. Mai. 2007.

- SABADIA, J. A. B. **O Papel da Coordenação de Curso: a experiência no ensino de graduação em geologia na Universidade Federal do Ceará.** Educação em Debate. 21(39):58-62. 1998.
- SACCHIS, F.G.; BERNARDI, G. **O Ensino de Empreendedorismo Através de Jogos de Empresa e Agentes de Software.** In: IX Congresso Iberoamericano de Informática Educativa. Caracas, Venezuela, 2008.
- SANTOS, G. K. Mapeamento de processos e aprendizagem organizacional. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos em Fundações de Apoio) – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2008.
- SANTOS, João Alberto dos. **Estudo sobre a Questão da Mudança e da Resistência à Mudança nas Organizações.** Revista de Ciências Gerenciais, v. 9, n. 11, 2005.
- SANTOS, L. **Avaliar Competências: uma tarefa impossível?** Educação e Matemática, 74, 16-21, Lisboa – Portugal, 2003.
- SANTOS, M. R. G. F.; LOVATO, S. **Os Jogos de Empresas como Recurso Didático na Formação de Administradores.** In: RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação. Cinted - UFRGS, v.5 n.2, Dezembro, 2007.
- SAUAIA, A. C. A. **Conhecimento Versus Desempenho das Organizações: um estudo empírico com jogos de empresas.** REAd – Revista Eletrônica de Administração, UFRGS, Porto Alegre, ed. 49, v. 12, n.1, jan-fev, 2006.
- SAUAIA, Antonio Carlos Aidar. **Satisfação e Aprendizagem em Jogos de Empresa: contribuições para a educação gerencial.** Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 1995.
- SIERRA, C.; RODRÍGUEZ-AGUILAR, J. A.; NORIEGA, P.; ARCOS J. L. **Engineering Multi-agent Systems as Electronic Institutions.** In: *Upgrade*, 5:33–38, 2004.
- SCOTT, W.R. **Institutional Theory: contributing to a theoretical research program.** In: Smith, K.G., Hitt, M.A. (eds.). *Great Minds in Management.* Oxford, University Press, 2005.
- SCHUTZ, Will. **Profunda simplicidade - uma nova consciência do eu interior.** São Paulo: Editora Ágora, 1989.
- SEARLE, J. R. **Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language.** Cambridge, University Press. Cambridge, 1969.
- SEIDEL, Ingo; BERGER, Helmut. **Integrating Electronic Institutions with 3D Virtual Worlds.** In: IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology, 2007.

- SHWAMBACH, M. M. **OplA: Uma Metodologia para o Desenvolvimento de Sistemas Baseados em Agentes e Objetos**. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Informática, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2004.
- SHWAMBACH, M. M.; PEZZIN, J.; FALBO, R. A. **OplA: Uma Metodologia para o Desenvolvimento de Sistemas Baseados em Agentes e Objetos**. In: IV Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del *Software* e Ingeniería del Conocimiento, JIISIC'2004, 2004, Madrid. Actas de las IV Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del *Software* e Ingeniería del Conocimiento, JIISIC'2004, v. 2. p. 585-600, 2004.
- SILVA, M. G. R. **Coach e Papéis Gerenciais** In: RUAS, R. *et al.* (Org.) Os novos horizontes da gestão: aprendizagem organizacional e competências. Porto Alegre: Bookman, cap. 2, p. 116-131, 2005.
- SILVA, D. R. **Educação Corporativa**. In: Revista Estudante On-Line. Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado, Bahia, 2002.
- SILVA, I. A.; SILVA, M. C. A. **e-Learning Corporativo: modalidade multimétodo de avaliação de cursos de capacitação a distância**. Produto & Produção, vol. 9, n. 2, p. 21-32, jun. 2008.
- SILVA FILHO, J. H. A. **Ontocade: um Ambiente Case Baseado em Ontologias para Análise e Projeto na Engenharia de Domínio Multiagente**. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade da Universidade Federal do Maranhão – UFM, São Luís, 2005.
- SMITH, Greg; MAHER, Mary Lou. **Designing Virtual Worlds for 3D Electronic Institutions**. In: CAAD Futures, Springer, p. 387-400, 2007.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. São Paulo, SP: Addison Wesley, 2007.
- TANABE, M. **Jogos de Empresas**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Administração, FEA-USP, São Paulo, 1977.
- TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. J. M.; KONRATH, M. L. P. **Jogos Educacionais**. RENOTE - Revista de Novas Tecnologias na Educação, PGIE, UFRGS, Porto Alegre. v. 2, n.1, março, 2004.
- TVEIT, A. **A survey of Agent-Oriented Software Engineering**. In: First NTNU Computer Science Graduate Student Conference, Norwegian University of Science and Technology. mai, 2001. Disponível em: <http://amundtveit.info/publications/2001/>. Acesso em out. 2006.
- VALENTE, C.; MATTAR, J. **Second Life e Web 2.0 na Educação: o potencial revolucionário das novas tecnologias**. São Paulo, Novatec, 2007.

- VALENTIM, M. L. P.; CARVALHO, E. L.; WOIDA, L. M.; CASSIANO, E. L. **Gestão da informação utilizando o método infomapping**. Perspectivas em Ciência da Informação, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, 2008.
- VANSCONCELOS, I. F. G.; MASCARENHAS, A. O. **Organizações em aprendizagem**. São Paulo: Thomson Learning, 2007 (Coleção Debates em Administração).
- VIANA, S. M. N. **Perfil e Ações Gerenciais dos (as) Dirigentes dos Cursos de Enfermagem dos Centros Universitários e Universidades do Estado de Minas Gerais**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem, 2006.
- VOESE, S. B. **Controle da Eficiência dos Processos da Gestão Acadêmica em Instituições de educação Superior Privadas**. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2006.
- WAGNER, T.; GURALNIK, V.; PHELPS, J. **TÆMS agents: enabling dynamic distributed supply chain management**. In: Electronic Commerce Research and Applications 2, p. 114–132, 2003.
- WERNECK, V.M. B ; PEREIRA, L. F.; SILVA, T. S.; ALMENTERO, E. K.; CYSNEIROS, L. M. **Uma Avaliação da Metodologia MAS-CommonKADS**. Second Workshop on Software Engineering for Agent-oriented Systems - SEAS 2006 In: XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software – SBES 2006.
- WFMC - WORKFLOW MANAGEMENT COALITION. **The Workflow Reference Model**. 1996.
- WOHED, P.; VAN DER AALST, W. M. P.; DUMAS, M.; TER HOFSTEDE, A. H. M.; RUSSEL, N. **On the Suitability of BPMN for Business Process Modelling**. Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin/Heidelberg, Vol. 4102/2006, October 06, 2006.
- WOOLDRIDGE, M. **Agent-Based Software Engineering**. In: Proceedings IEE *Software Engineering*, 144, 1. p. 26-37, fev. 1997.
- WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R.; KINNY, D. **The Gaia Methodology for Agent-Oriented Analysis and Design**. In: Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, v.3, n.2000, 2000.
- ZAFIRIAN, P. **Objetivo Competência: por uma nova lógica**. São Paulo: Atlas, 2001.
- ZAMBONELLI, F.; JENNINGS, N.R.; WOOLDRIDGE, M. **Developing Multiagent Systems: The Gaia Methodology**. In: ACM Transactions on *Software Engineering and Methodology*, vol. 12, No. 3, pp. 317-370. jul. 2003.

Apêndice A – Modelagem Conceitual de Agentes e Infra-estruturas de Desenvolvimento

Este anexo tem como objetivo descrever as principais linguagens e metodologias existentes para modelagem conceitual de agentes no contexto de Engenharia de *Software* Orientada a Agentes. Algumas das metodologias descritas tomam como referência metodologias de modelagem orientada a objetos, inclusive utilizando a linguagem UML (Linguagem de Modelagem Unificada, do inglês *Unified Modeling Language*) para descrição de modelos. Outras utilizam conceitos de modelagem da Engenharia do Conhecimento.

Também serão descritos alguns ambientes e *frameworks* desenvolvidos com o intuito de promover o desenvolvimento de sistemas orientados a agentes, buscando a modelagem dos mesmos, através da criação de agentes, bem como da estrutura organizacional em que os mesmos estarão inseridos.

Agent UML - AUML

A UML surgiu com o intuito de padronizar os conceitos relacionados à modelagem e especificação de sistemas orientados a objetos. Através da UML é possível modelar um sistema, desde um alto nível de abstração até um alto nível de detalhamento, passando da fase de análise para a fase de projeto e, até mesmo, representando visões mais específicas de implementação e implantação.

Para Odell *et al.* (2000), um agente é uma extensão do conceito de objeto, o que permite que sejam exploradas formas de adaptar e estender os conceitos e linguagens de modelagem de objetos para modelagem das características inerentes do paradigma orientado a agentes. Tanto a FIPA, quanto o OMG (*Object Management Group* - Grupo de Gerenciamento de Objetos, que possui um grupo de trabalho com agentes, denominado *Agent Working Group*) exploram e recomendam extensões da UML para modelar sistemas vistos como agentes (OMG Agent Working Group, 2000; Bauer, 2001).

Desta forma, os autores propuseram extensões e adaptações para os diagramas da UML, através da criação da linguagem AUML – *Agent UML*, apresentando novas formas de utilização destes diagramas e, assim, representar os principais requisitos na modelagem de

agentes. A AUML, assim como a UML, não pretende ser uma metodologia¹, e sim uma linguagem para modelagem e especificação de diferentes aspectos de um sistema.

A linguagem AUML apresenta diagramas e notações para modelagem de sistemas multiagentes. Alguns destes diagramas, como o diagrama de classes e os de interações (seqüência e colaboração), são extensões e adaptações de diagramas da UML (AUML, 2004). O critério utilizado para a extensão dos diagramas da UML foi a utilização de estereótipos, abordagem prevista pela linguagem (Brandão, 2005).

Inicialmente, apenas os aspectos dinâmicos foram estendidos para representar os protocolos de interação entre os agentes, utilizando os diagramas dinâmicos da UML. Posteriormente, os aspectos estáticos também foram estendidos com a utilização do diagrama de classes (Bauer, 2001; Bauer, *et al.*, 2002), sendo que foram introduzidos os conceitos de agentes, papéis, grupos, organizações e representações para ambiente.

O primeiro diagrama a ser utilizado na tentativa de adaptação da UML para agentes foi o Diagrama de Seqüência, buscando descrever os protocolos de interação entre agentes. A UML possui o conceito de pacotes (*packages*), sendo que os mesmos foram utilizados para identificar um protocolo, que é tratado na AUML como uma entidade. Assim, protocolos são representados por pacotes, contendo uma seqüência de interações (Odell *et al.*, 2000; Brandão, 2005), sendo que cada protocolo possui um *template*, especificando como devem ser preenchidas as seqüências de interações definidas no pacote. A figura 55 apresenta um protocolo representado graficamente através de um diagrama de seqüência, embutido em um pacote e com um *template* de definição. O protocolo expressa uma negociação entre dois agentes, que inicia com uma mensagem² sendo enviada por um agente (solicitante do processo) a outro agente, solicitando ao mesmo que ofereça uma proposta. O agente participante, dentro de um prazo estabelecido (*deadline*), pode retornar três tipos de respostas (através de mensagens) ao objeto agente que solicitou a proposta: recusar-se a oferecer uma proposta, submeter uma proposta ou indicar que não entendeu a solicitação. Esta tomada de decisão é representada no diagrama através do losango ligando as três possíveis mensagens de retorno, sendo que o símbolo 'X' embutido no losango indica que apenas uma das decisões deve ser tomada (*"ou exclusivo"*). Caso uma proposta tenha sido oferecida, o agente

¹ Metodologias consistem, em princípio, de uma linguagem de modelagem e um procedimento de uso desta modelagem – a UML não fornece procedimentos para sua utilização (Furlan, 1998), (UML, 2006)

² Mensagens, na UML, são representas por setas sólidas sendo enviadas de um objeto para outro objeto receptor, que fica responsável pela execução da solicitação feita.

solicitante pode aceitar ou recusar a proposta. Em caso de aceitação, o agente participante da negociação deve informar ao solicitante sobre a execução da proposta. Ainda, o solicitante ao receber informações sobre a execução da proposta, pode cancelar a mesma.

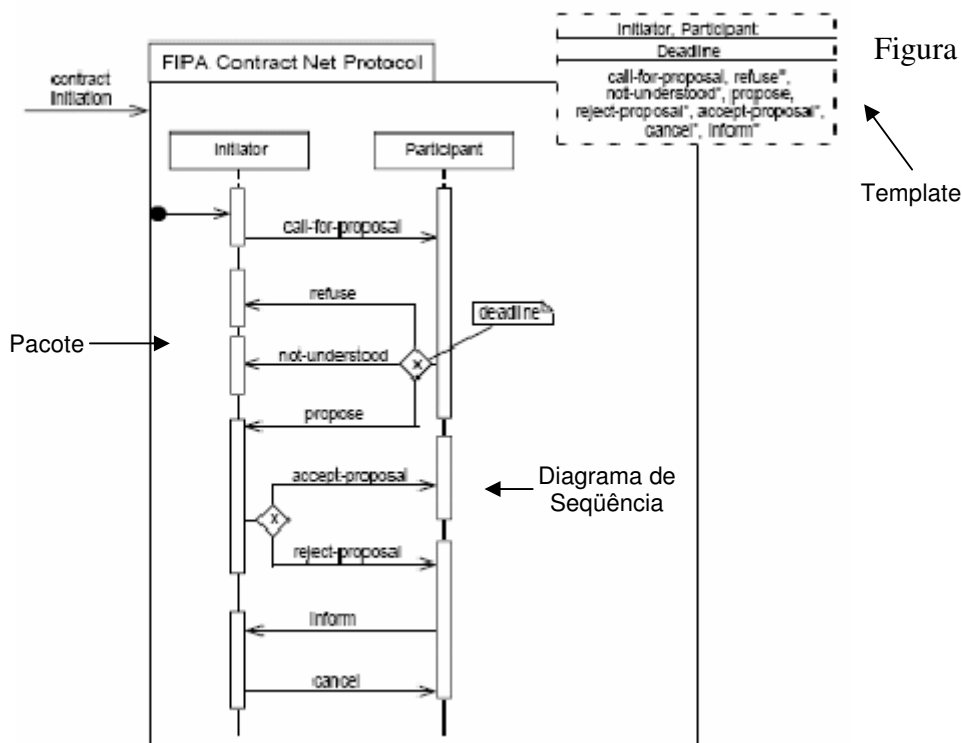


Figura 55 – Representação de um Protocolo de Interação (Fonte: Odell et al., 2000)

Na UML, utiliza-se o diagrama de classes para agrupar e representar objetos com características, ou seja, atributos, operações e relacionamentos, semelhantes. O diagrama de classes, na AUML, apresenta classes do tipo agente, onde as mesmas podem ser expressas como papéis dos agentes ou uma classificação dos agentes (Bauer, 2001). Na figura 56 tem-se a representação gráfica utilizada para descrever uma classe do tipo agente.

Na UML, papel (*role*) é um termo utilizado para instâncias (objetos). Em um digrama de classes de agentes, entende-se por um *papel-agente* um conjunto de agentes de uma classe, que possui determinadas características e comportamento semelhantes. Na representação da AUML, é feita uma distinção entre agentes que atuam dentro de uma classificação múltipla e uma classificação dinâmica. Em uma classificação múltipla, um agente pode desempenhar dois papéis ao mesmo tempo, ou seja, em uma mesma tarefa (por exemplo, atuar como vendedor e comprador ao mesmo tempo). Atuando em uma classificação dinâmica, um agente pode mudar de classificação ao longo de sua existência, ou seja, pode desempenhar um

determinado papel em um momento e um papel diferente em outro momento (por exemplo, atuar como vendedor em um momento e como comprador em outro).

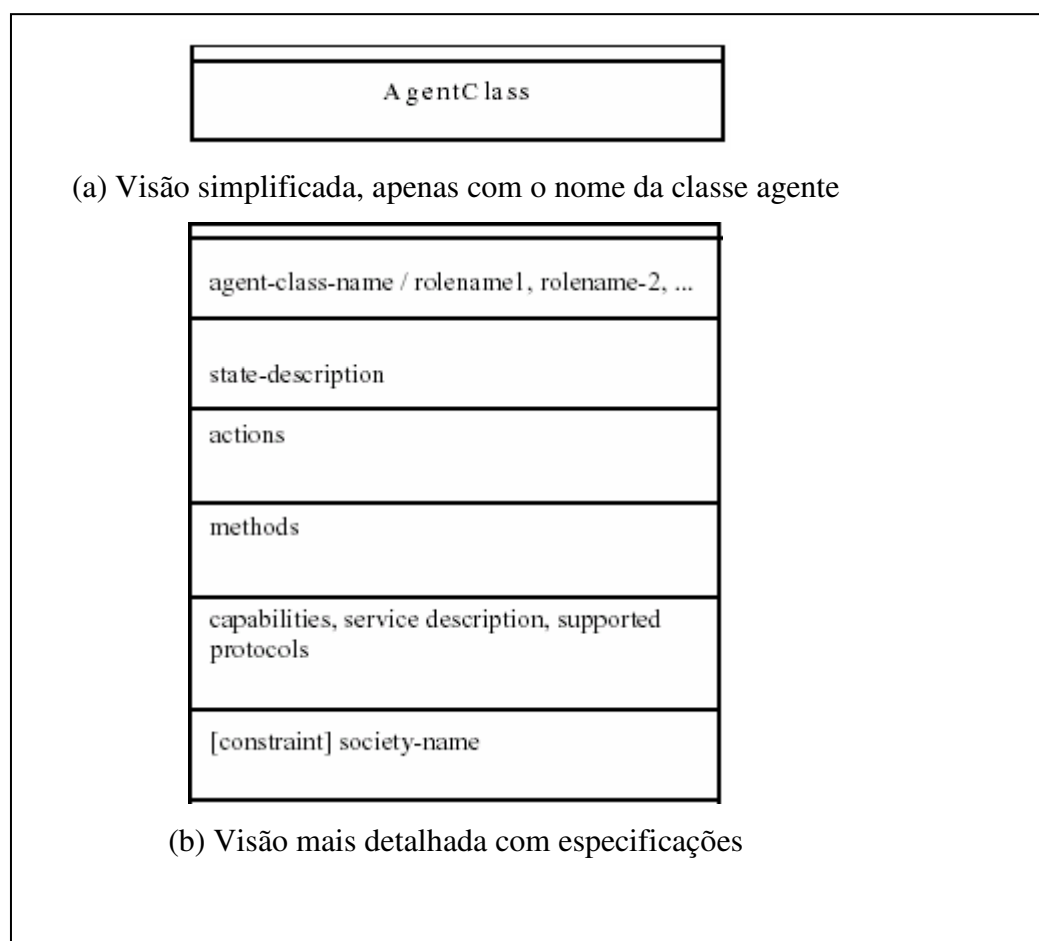


Figura 56 - Representação de uma classe segundo a AUML (Fonte: Bauer, 2001)

A descrição do estado é similar ao conceito de atributo em um diagrama de classes tradicional da UML, com o acréscimo de uma classe denominada *wff* – *well formed formula*, para representar todos os tipos de descrição lógica do estado de um agente.

A descrição das ações de um agente é composta por uma assinatura da ação, contendo o tipo de visibilidade do atributo, o nome da ação e uma lista de parâmetros com seus tipos associados. A semântica de uma ação é definida por pré-condições, pós-condições, efeitos e invariantes, assim como ocorre na UML. Finalmente, os métodos são definidos como na UML, com pré-condições, pós-condições, efeitos e invariantes.

Outros dois diagramas representados na AUML são o diagrama de atividades e o diagrama de estados, que dão ênfase ao fluxo de processamento. O diagrama de atividades representa as operações e os eventos que ativam estas, tornando possível visualizar processos de forma simples, podendo representar processamento concorrente e assíncrono (Odell *et al.*,

2000). O diagrama de estados pode ser utilizado para representar o processamento interno de um agente. Segundo Juchem e Bastos (2001), diagramas de estado não são normalmente utilizados para expressar protocolos de interação, pois têm uma visão centrada nos estados ao invés de uma visão centrada no agente ou no processo. Os autores consideram que este tipo de diagrama é melhor aplicável como um mecanismo de restrições para o protocolo, sendo incorporado aos agentes para que as restrições sejam conhecidas.

Gaia

Gaia é uma metodologia voltada para análise e projeto de sistemas baseados em agentes, trabalhando desde um nível macro (sociedade) até um nível mais detalhado (estrutura do agente), na tentativa de modelar a estrutura organizacional e as regras organizacionais que comandam o comportamento global dos agentes dentro de uma organização (Cernuzzi e Zambonelli, 2005).

Busca-se, com a adoção desta metodologia, um projeto suficientemente detalhado para que possa ser implementado sem dificuldade (Wooldridge *et al.*, 2000), salientando que a etapa de levantamento de requisitos independe da metodologia utilizada. Os principais conceitos da metodologia Gaia podem ser expressos em duas categorias: conceitos abstratos (papéis, permissões, responsabilidades, protocolos, atividades, propriedades vivas (*liveness*) e propriedades de segurança (*safety*)) e conceitos concretos (tipos de agentes, serviços e ligações (*acquaintance*)). Aspectos abstratos são utilizados na fase de análise para contextualizar o sistema, ao passo que conceitos concretos são utilizados na fase projeto para detalhar aspectos internos sistema.

O modelo de análise e projeto proposto pela metodologia Gaia pode ser visualizado na figura 57.

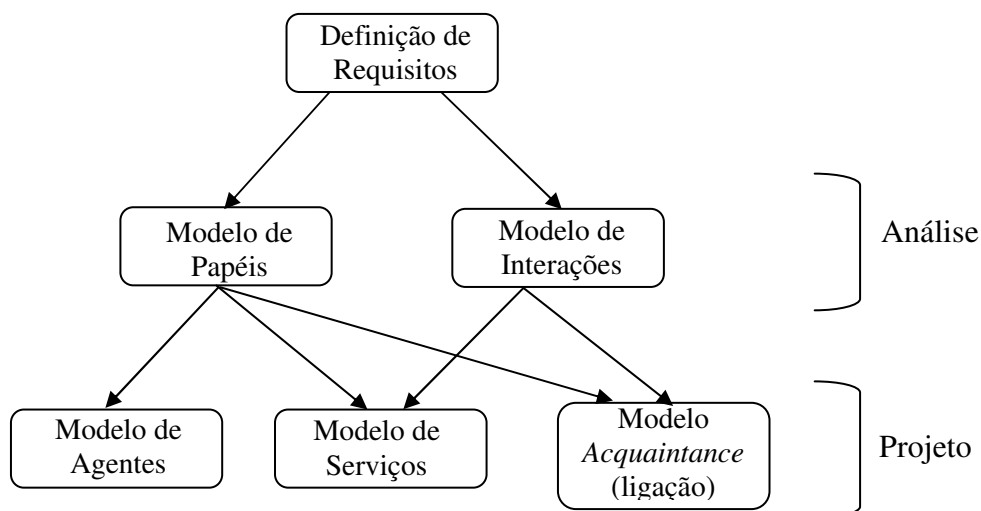


Figura 57 - Modelo de análise e projeto da metodologia Gaia (Fonte: Wooldridge *et al.*, 2000)

Zambonelli *et al.* (2003) apresentam uma versão estendida da metodologia Gaia que explora abstrações organizacionais e estende o número de situações às quais Gaia pode ser aplicada. Na utilização da Gaia, alguns modelos são desenvolvidos dentro das fases de análise de requisitos, projeto arquitetural e projeto detalhado. A figura 58 apresenta estes modelos, bem como a relação entre os mesmos nas fases mencionadas.

O processo Gaia inicia na fase análise de requisitos, onde os requisitos elicitados na fase de levantamento são analisados e uma especificação de requisitos é gerada para utilização na etapa de projeto da organização computacional. Esta fase inclui as seguintes atividades:

- decomposição da organização global do sistema em sub-organizações, que é realizada através da definição dos objetivos das organizações que compõem o sistema como um todo e do comportamento global esperado;
- desenvolvimento do *Modelo do Ambiente*, visto como uma representação computacional abstrata do ambiente em que o SMA estará inserido;
- desenvolvimento do *Modelo de Papel Preliminar*, que tem como objetivo identificar as habilidades básicas requeridas pela organização para alcançar seus objetivos. O modelo preliminar contém apenas os papéis preliminares, não definidos completamente;
- desenvolvimento do *Modelo de Interação Preliminar*, que identifica as interações básicas requeridas entre os papéis preliminares e pode ser detalhado posteriormente;

- definição das *Regras Organizacionais*, sendo que estas podem ser vistas como regras que a organização deve respeitar e aplicar em seu comportamento global. Tais regras expressam restrições sobre a execução de atividades no que se refere a papéis e protocolos.

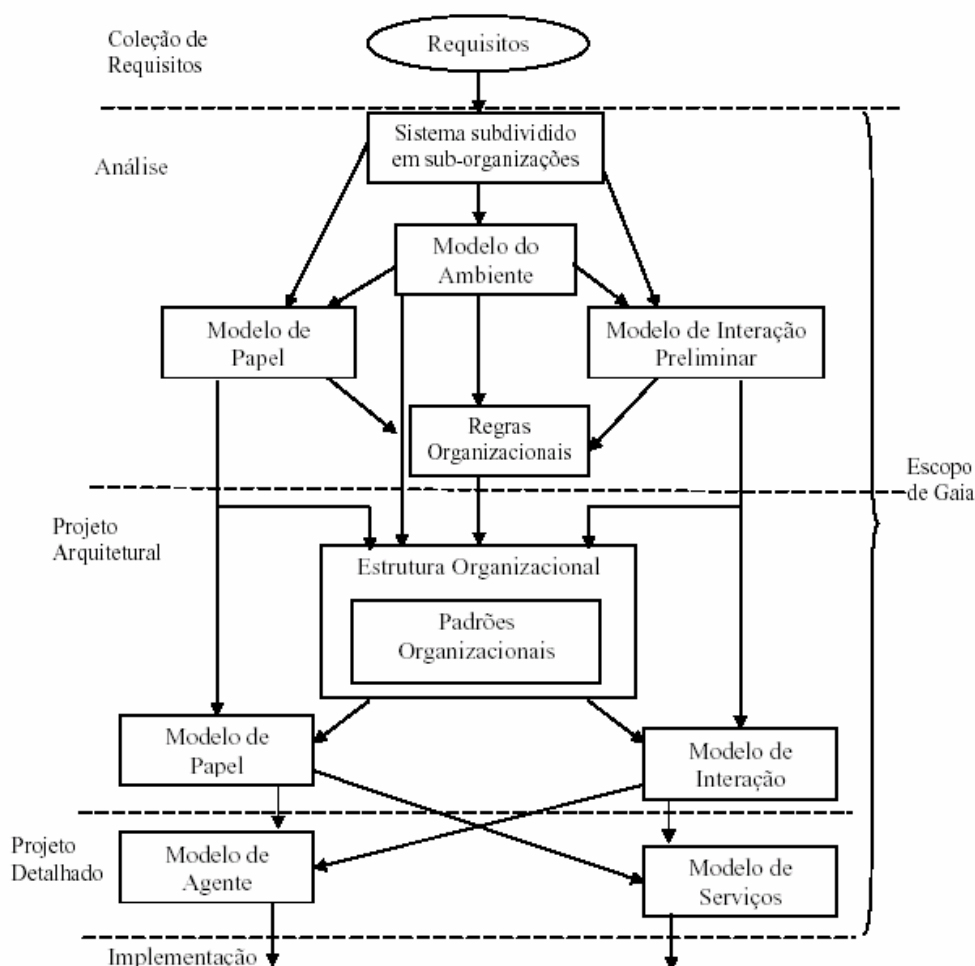


Figura 58 - Modelos da metodologia Gaia (Fonte: Schwambach, 2004)

Os artefatos resultantes da fase de análise são explorados na fase de projeto, onde os mesmos são logicamente decompostos nas fases de projeto arquitetural e projeto detalhado. A fase de projeto arquitetural compreende a definição da estrutura organizacional do sistema em termos de sua topologia e regime de controle, bem como o detalhamento dos modelos de papel e de interação preliminares.

Após o desenvolvimento do projeto arquitetural, é possível realizar o projeto detalhado que inclui a definição do *Modelo de Definição de Agentes*, onde são identificadas as classes de agentes que irão compor o sistema, bem como as instâncias que serão geradas a partir

destas classes; e a definição do *Modelo de Serviços*, que identifica os principais serviços que são requeridos para realizar os papéis dos agentes, bem como suas propriedades.

Algumas considerações sobre o escopo e limitações da metodologia Gaia são descritas em Zambonelli *et al.* (2003), no que se refere ao tratamento com técnicas de modelagem em particular, a aspectos de implementação e aspectos relacionados ao levantamento e engenharia de requisitos.

Por fim, Cernuzzi e Zambonelli (2005) salientam que a aplicação da metodologia Gaia facilita mudanças adaptativas no sistema, por manter as fases de análise e projeto claramente separadas, com fraco acoplamento entre os modelos construídos.

MAS-CommonKADS

A metodologia MAS-CommonKADS (Iglesias *et.al.* (1998), Iglesias & Garijo (2005)) é uma extensão da metodologia CommonKADS, principal metodologia estruturada de suporte à Engenharia do Conhecimento. Nesta metodologia, foram também incorporadas técnicas oriundas da orientação a objetos, da abordagem estruturada (Diagrama de Fluxo de Dados) e técnicas de colaboração como os cartões de Classes-Responsabilidade-Colaboração (CRC) (Werneck *et.al.*, 2006).

Esta metodologia define os seguintes modelos:

- *Modelo de Agentes*: especifica as características de cada agente, incluindo capacidade de argumentação e raciocínio, habilidades, serviços, grupos e hierarquia na organização. Um agente pode ser representado por um humano, um *software*, ou qualquer entidade capaz de empregar uma linguagem de comunicação de agentes (Werneck *et.al.*, 2006);
- *Modelo de Tarefas (atividades)*: descreve as tarefas que o agente pode realizar, definindo algumas características, tais como objetivos, decomposição, métodos de resolução de problemas, entre outras;
- *Modelo de Habilidades (especialidades)*: descreve o conhecimento que os agentes necessitam para atingir seus objetivos;
- *Modelo de Organização*: descreve a organização na qual o SMA será inserido e a organização social dos agentes;
- *Modelo de Coordenação*: descreve as conversações entre agentes, tais como interações protocolos e capacidades requeridas;

- *Modelo de Comunicação*: descreve detalhes das interações entre humanos e agentes de *software* e fatores humanos a serem considerados no desenvolvimento das interfaces dos usuários;
- *Modelo de Projeto*: utiliza os modelos anteriores e consiste de três submodelos: (a) *Projeto de Rede*, para projetar os aspectos relevantes da infra-estrutura da rede de agentes; (b) *Projeto do Agente*, para dividir ou compor os agentes de análise de acordo com critérios pragmáticos e selecionar a arquitetura mais adequada para cada agente; e (c) *Projeto da Plataforma*, responsável pela escolha da plataforma de desenvolvimento de agentes para cada arquitetura.

Em Werneck *et al.* (2006), é apresentada uma análise detalhada sobre a metodologia MAS-CommonKADS. Uma síntese do que está descrito neste trabalho afirma que a metodologia tem como pontos fortes a identificação dos agentes, de seus requisitos funcionais através da descrição do comportamento desses diferentes agentes. Um problema apresentado é o uso excessivo de modelos e diagramas de análise e o fato de não descrever explicitamente a relação entre os diferentes artefatos. Outro aspecto a ser melhorado se refere ao tratamento dos requisitos não funcionais do sistema.

OpenCybele

OpenCybele (OpenCybele, 2002) é uma plataforma que permite o desenvolvimento de SMAs baseados em uma modelagem fortemente acoplada ao desenvolvimento de *software*. A arquitetura é desenvolvida sob os conceitos da orientação à objetos e é possível construir agentes persistentes que contêm, como características básicas, o encapsulamento dos dados, uma independência de execução e a exibição de comportamento baseado e dependente do envio e recebimento de mensagens.

A plataforma, desenvolvida em Java 2.0 e distribuída como *opensource* no endereço <http://www.opencybele.org>, disponibiliza um *framework* para o desenvolvimento de novos agentes através de uma coletânea de classes e pacotes, bem como um ambiente de execução para viabilizar o funcionamento dos agentes desenvolvidos. Existe um *kernel* central que executa as tarefas designadas pelos agentes e um conjunto de serviços, que podem ser especializados de acordo com as necessidades. Estes serviços são acessados por meio de interfaces, definidas na plataforma como AOPIs (*Activity Oriented Programming Interfaces*).

Os principais serviços disponíveis pelo *OpenCybele* são (Ribeiro e Escobar, 2007): controle de erros; gerência de concorrência; controle de eventos; gerência de *threads*; geração de eventos internos; comunicação; e gerência de eventos de tempo.

MadKit - Multi-Agent Development Kit

O *MADKit - Multi-Agent Development Kit* (Madkit, 2000) é uma plataforma desenvolvida em Java para o desenvolvimento de sistemas multiagentes de forma escalável e modular. O modelo de desenvolvimento é baseado na estrutura AGR (*agent/group/role*) (Abrami *et al.*, 2002), que define *agentes*, distribuídos em *grupos*, atuando em determinados *papéis*. Desta forma, os agentes no *MADKit* possuem uma ou mais funções bem definidas, de acordo com o seu papel. Como características principais do ambiente, pode-se citar:

- Desenvolvimento dos agentes baseado em Java ou através de *scripts*. Atualmente, são suportadas as linguagens *Scheme*, *Jess* e *BeanShell*;
- Comunicação entre os agentes através de uma rede *peer-to-peer*;
- O ambiente multiagente é dividido em um *microkernel* e uma série de *agentes de serviço*, ou seja, os serviços de comunicação, coordenação, monitoração e observação são realizados através de agentes. Desta forma, somente os serviços necessários são executados; e
- Possibilidade de agentes escritos em linguagens diferentes interagir entre si.

O *MADKit* é um *software* livre distribuído pelas licenças GPL/LGPL através do endereço <http://www.madkit.org>.

CASA - Collaborative Agent System Architecture

CASA (Kremer e Flores, 2006; Kremer *et al.*, 2000) é um *framework* para o desenvolvimento de SMAs com ênfase na coordenação de serviços, principalmente baseados em redes de computadores. *CASA* é um sistema multiagente que combina a micro visão de agentes BDI (*Beliefs, Desire, Intention*) com a macro visão da FIPA ACL para especificação, prototipação e validação do comportamento do agente (Flake, 2001). A infra-estrutura do *framework CASA* é dividida em (Kremer *et al.*, 2003):

- *Area*: local, usualmente um servidor, onde os agentes realmente executam. A área pode ser considerada o *kernel* do sistema;

- *Yellow Pages*: permite o cadastramento e manutenção de listas de recursos e outros agentes disponíveis no sistema;
- *Local Area Coordinator*: coordena as execuções dos agentes de uma área, incluindo a manutenção das *Yellow Pages* e a ativação ou desativação de um determinado agente;
- *Cooperation Domain*: serve para a comunicação dos agentes na forma de uma sala de reuniões, mantendo também os dados pertinentes as ações cooperativas entre os agentes;
- *Other Agents*: agentes do usuário, registrados através do *LAC*, podem participar de tarefas cooperativas, requisitar e/ou oferecer serviços.

A principal característica do *framework CASA* é a sua ênfase na cooperação entre agentes. O subsistema *Cooperation Domain* oferece um *lugar virtual* onde as interações entre os agentes ocorrem, através de canais de comunicação. Cada agente pode direcionar uma mensagem a um agente específico ou para todos os agentes (*white board*). No entanto, todas as mensagens passam pelo *CD* antes de chegar a seus destinos. Desta forma, é possível definir *papéis* para grupos de agentes e serviços relacionados aos mesmos, não necessitando que um determinado agente conheça a identidade de outro agente que fornece o serviço requisitado.

O *framework CASA* foi implementado em Java, fornecendo um código mínimo, conhecido como *minimal agent*, que provê uma estrutura básica para a implementação de agentes para o ambiente. Ele está disponível em <http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~kremer/CASA/> como *software* livre.

Jade

Jade (Java Agent Development Framework) é um *framework* desenvolvido em Java como um *middleware* para o desenvolvimento de aplicações baseadas em SMAs modelados pelas especificações da FIPA (Jade, 2007). A arquitetura do *JADE* segue o modelo de referência FIPA, definindo que somente o comportamento externo dos agentes deve ser implementado, deixando os detalhes da implementação e arquitetura interna dos agentes para o ambiente. A plataforma *JADE* possui três módulos básicos, definidos por agentes (Haendchen Filho, 2006):

- Sistema de Transporte de Mensagens – também chamado de ACC (*Agent Communication Channel*): fornece a ligação entre agentes dentro ou fora de uma plataforma. Comunicações externas entre os agentes devem utilizar o FIPA ACL;
- Facilitador - DF (*Directory Facilitator*): define as páginas amarelas (oferta de serviços especializados) dos serviços disponíveis, distribuindo as informações para agentes e desenvolvedores;
- Sistema Gerenciador de Agentes - AMS (*Agent Management System*): exerce a supervisão e controle sobre o acesso e uso de uma determinada plataforma. O agente autentica e registra os agentes residentes. A plataforma JADE provê alguns assistentes baseados em interfaces gráficas para monitoramento do gerenciamento.

O agente genérico do ambiente JADE é uma arquitetura reativa. A figura 59 apresenta esta arquitetura, indicando que o modelo computacional do agente JADE é multitarefa, onde tarefas são executadas concorrentemente e a definição da ordem de execução das tarefas é feita pelo Gerenciador de Tarefas (Girardi, 2004; Silva Filho, 2005).

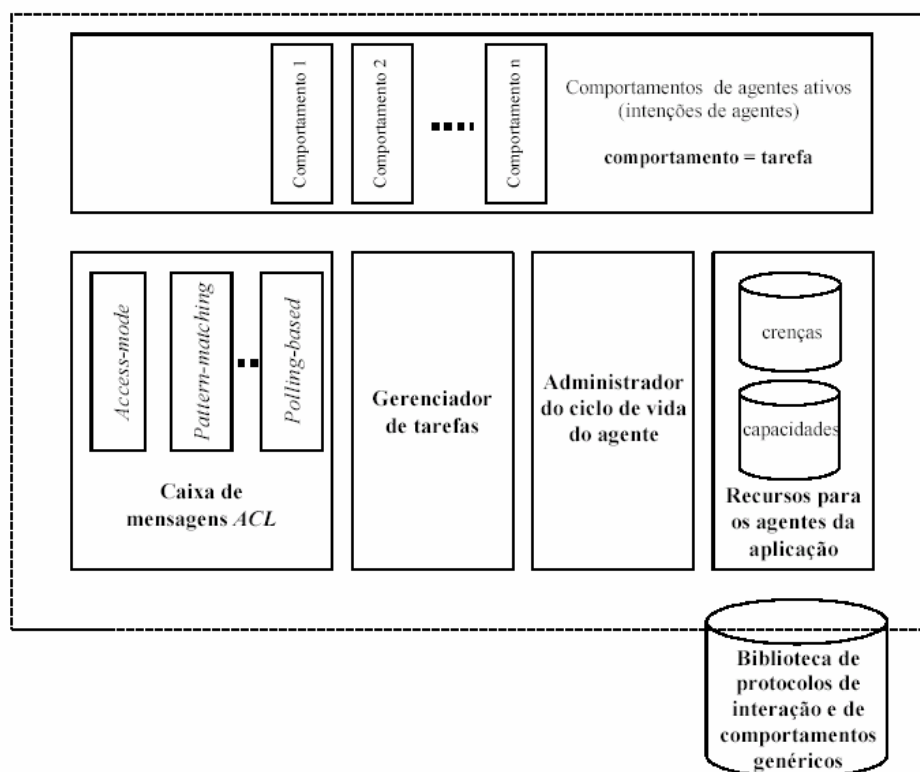


Figura 59 - Arquitetura do Agente Genérico de JADE (Fonte: Silva Filho, 2005)

Não há restrição em relação à tecnologia para a implementação dos agentes, desde que os mesmos estejam de acordo com as especificações FIPA. O desenvolvedor pode estender a

classe *Agent*, definida em Java, implementando as tarefas de comportamento específico do agente através de uma ou mais classes de comportamento. O *JADE* é *opensource* e pode ser obtido em <http://jade.tilab.com>.

Apêndice B – Questionário de Avaliação do Jogo de Empresa SPOIE



Questionário de Avaliação do Jogo de Empresa **SPOIE** - Simulador de
Processos Organizacionais baseado em Instituições Eletrônicas

Instituição:

Data:

-
1. Há quantos anos você atua como coordenador de um curso de graduação?
 2. O jogo SPOIE desafiou algumas de suas habilidades como coordenador de um curso de graduação.

Indique alguns de seus pontos fortes como gestor de um curso de graduação:

Indique alguns de seus pontos fracos como gestor de um curso de graduação:

3. Quais são seus conhecimentos sobre os processos administrativos nos quais você participa?
4. Quais são seus conhecimentos sobre os processos administrativos simulados no SPOIE?
5. Você já participou de algum jogo de empresa antes do SPOIE? Como foi a experiência?

6. Qual a importância de cada item para o seu desempenho na simulação:

	Pouco			Muito		
Interesse pelo assunto	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Compressão do processo	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Conhecimento tecnológico	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Interface do simulador	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

7. Classifique a intensidade dos benefícios que você imagina ter alcançado ao utilizar o simulador SPOIE:

	Baixa			Alta		
Aquisição de novos conhecimentos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Atualização de conhecimentos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Treinamento do fluxo de atividades	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Conhecimento do fluxo de documentos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

8. O SPOIE disponibiliza a visualização gráfica estática bem como a visualização dinâmica (simulação) dos processos organizacionais. Qual mecanismo você julga mais adequado para o treinamento de processos? Por quê?

9. Você acha que os processos simulados no SPOIE auxiliam no entendimento da realidade da sua organização? Por quê?

10. Você acha que os seus conhecimentos sobre os processos organizacionais após a utilização do SPOIE:

- Pioraram significativamente
- Pioraram razoavelmente
- Permanecem os mesmos
- Melhoraram razoavelmente
- Melhoraram significativamente

11. Você recomendaria o SPOIE como um instrumento auxiliar para o treinamento de outros coordenadores no que se refere aos fluxos de processos organizacionais?

- a) Não
- b) Parcialmente
- c) Sim

12. Você acredita que a simulação de processos no SPOIE pode auxiliar na análise dos processos organizacionais, visando a otimização e melhoria dos mesmos?

13. Comentários gerais:

Apêndice C – Artigos Publicados

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. **Aprendizagem Organizacional através de Simulação baseada em Instituições Eletrônicas e Agentes de Software.** V Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, SBSI, Brasília, Distrito Federal, 2009.

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. **Promovendo a Aprendizagem Organizacional em Instituições de Educação Superior através de Jogos de Empresa baseados em Agentes de Software.** XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE, Fortaleza, Ceará, 2008.

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. **Perspectivas do Uso de Agentes e Instituições Eletrônicas no Desenvolvimento de Jogos de Empresa.** XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE, Fortaleza, Ceará, 2008.

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. **Capacitação de Gestores de Universidades através da Utilização de Jogos de Empresas baseados em Instituições Eletrônicas.** Revista do CCEI, v. 12, n. 21, Bagé, 2008.

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. **Jogo de Empresa baseado em Agentes de Software e Instituições Eletrônicas para Aprendizagem Organizacional de Gestores de Instituições de Educação Superior.** Jornadas Chilenas de Computación, Punta Arenas, Chile, 2008.

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. **Jogos de Empresa e Aprendizagem Organizacional: um Estudo de Caso de Simulação de Processos Organizacionais de uma Instituição de Educação Superior.** V Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende - SEGeT, Rio de Janeiro, 2008.

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. **Capacitação de Coordenadores de Cursos de Instituições de Educação Superior através de Jogos de Empresa: o treinamento do fluxo de processos administrativos.** II Fórum Gaúcho de Coordenadores de Cursos de Informática do RS - FGCoordI, Porto Alegre, 2008.

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. **Capacitação de Gestores de Instituições de Ensino Superior através da Simulação de Processos Administrativos utilizando a Abordagem de Instituições Eletrônicas.** II Workshop-Escola de Sistemas de Agentes para Ambientes Colaborativos, Santa Cruz do Sul - WESAAC, 2008.

BERNARDI, G.; COSTA, A. C. R. Aprendizagem Organizacional através de Simulação baseada em Instituições Eletrônicas e Agentes de Software. V Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Brasília, 2009.