

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

ELISA BOFF

**Colaboração em Ambientes
Inteligentes de Aprendizagem mediada
por um Agente Social Probabilístico**

Tese apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Doutor em
Ciência da Computação

Prof.^a. Dr.^a. Rosa Maria Vicari
Orientadora

Porto Alegre, setembro de 2008.

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Boff, Elisa

Colaboração em Ambientes Inteligentes de Aprendizagem mediada por um Agente Social Probabilístico / Elisa Boff – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2008.

163 f.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR – RS, 2008. Orientadora: Rosa Maria Vicari.

1. Redes Bayesianas. 2. Redes Probabilísticas. 3. Colaboração. 4. Formação de Grupos. 5. Ambientes Inteligentes de Aprendizagem. 6. Sistemas Multiagente. 7. Agente Social. I. Vicari, Rosa Maria. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Aldo Bolten Lucion

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Flávio Rech Wagner

Coordenadora do PPGC: Profa. Luciana Porcher Nedel

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

*Aos queridos Eduardo e Frederico,
com todo o meu amor...*

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A minha querida orientadora, Rosa, motivadora, conselheira, amiga e brilhante mentora.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio constante e motivação, em especial a:

Meus pais, meus irmãos, Ana Letícia e Guilherme, Alexandre e a minha família Henrich.

Aos colegas de pesquisa, pela troca de experiências, enriquecimento deste trabalho e apoio nos experimentos, em especial a:

Cecília Dias Flores, Eliseo Reategui, Louise Seixas e Carine Webber.

Aos meus colegas do Instituto de Informática, pela parceria e troca de idéias no desenvolvimento deste trabalho, em especial a:

Michele Silva, Élder Rizzon Santos, Moser Fagundes, Patrícia Jaques, Edilson Pontarolo e Evandro Manara.

Aos professores do PPGC, pela contribuição na minha formação.

Aos funcionários do PPGC, pela atenção e disposição constantes.

Aos Bolsistas do Instituto de Informática, pelo auxílio técnico, em especial a:

Sommer, Pietro e Tomás.

À Banca examinadora, pelo tempo dedicado.

Às instituições financiadoras, CAPES, CNPq, FAPERGS, pelo apoio em diferentes instâncias do projeto.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Motivação	14
1.2 Questão de Pesquisa	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Geral	17
1.3.2 Específicos	17
1.4 Metodologia	18
1.5 Contribuições científicas do trabalho	20
1.6 Organização	24
2 O USO DE AGENTES PARA COLABORAÇÃO EM AMBIENTES DE APRENDIZAGEM.....	25
2.1 Os Sistemas Multiagente.....	25
2.2 O uso de Agentes em Ambientes de Aprendizagem.....	28
2.3 Raciocínio Probabilístico	33
2.3.1 Redes Probabilísticas.....	34
2.3.2 Teoria da utilidade	36
2.3.3 Exemplo de Representação do Raciocínio Probabilístico	39
2.4 Ontologias para Comunicação de Agentes Probabilísticos	40
2.5 Interação Social e Cognição	42
2.5.1 Estilos de Aprendizagem.....	44
2.6 Colaboração e Formação de Grupos	47
2.6.1 Sociometria.....	50
2.7 Personalidade	52
2.8 Emoções	56
2.9 Conclusões sobre as técnicas.....	58
3 AGENTE SOCIAL	59
3.1 Modelagem do Agente Social.....	64
3.1.1 Desempenho do aluno	69

3.1.2 Perfil Social	69
3.1.3 Aceitação	69
3.1.4 Estado Afetivo	70
3.1.5 Traços de Personalidade.....	71
3.1.6 Objetivos.....	72
3.1.7 Estilo de Aprendizagem.....	73
3.1.8 Credibilidade	73
3.1.9 Padrões de Interação.....	74
3.1.10 Objetivos Satisfeitos	75
3.1.11 Utilidade.....	75
3.2 Estratégias para formação dos grupos	77
3.3 Interoperabilidade do Agente Social	82
3.4 Editor colaborativo do AMPLIA.....	85
4 METODOLOGIA DE PESQUISA PARA OS EXPERIMENTOS.....	93
4.1 Experimento 1	94
4.2 Experimento 2	96
4.3 Experimento 3	98
4.4 Experimento 4	99
4.5 Conclusão sobre os experimentos	107
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS	112
REFERÊNCIAS	119
ANEXO A INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 1 (MODELO DO ALUNO).....	129
ANEXO B VERSÃO PRELIMINAR DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 2 (TRAÇOS DE PERSONALIDADE DOMINANTES)	133
ANEXO C VERSÃO DEFINITIVA DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 2 (TRAÇOS DE PERSONALIDADE DOMINANTES)	135
ANEXO D INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 3 (AVALIAÇÃO DOS GRUPOS FORMADOS PELO AGENTE SOCIAL DO AMPLIA).....	138
ANEXO E INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 4 (AVALIAÇÃO DO AMPLIA).....	141
ANEXO F TERMO DE ACORDO DO ENTREVISTADO	143
ANEXO G QUESTIONÁRIO PARA INFERÊNCIA DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM.....	144
ANEXO H MODELO DO ALUNO	149
ANEXO I PRODUÇÃO CIENTÍFICA	153
ANEXO J DIAGRAMA DE CLASSES DO EDITOR COLABORATIVO	156
ÍNDICE REMISSIVO.....	163

LISTA DE ABREVIATURAS

AIA	Ambientes Inteligentes de Aprendizagem
AMPLIA	Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem
API	<i>Application Programming Interface</i>
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BDI	<i>Believe, Desire and Intentions</i>
CPT	<i>Conditional Probability Table</i> (Tabela de Probabilidade Condicional)
CSCW	<i>Computer Supported Cooperative Work</i>
DAG	<i>Direct Acyclic Graph</i>
DDN	<i>Dynamic Decision Networks</i>
DI	Diagrama de Influência
EAD	Educação a Distância
FFFCMPA	Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre
GNU	<i>General Public License</i>
IA	Inteligência Artificial
MN	<i>Markov Networks</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
RB	Rede Bayesiana
STI	Sistemas Tutores Inteligentes
UFCSPA	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Arquitetura Genérica de Agente Social	32
Figura 2.2: DDN de tomada de decisão do agente pedagógico	35
Figura 2.3: Dois instantes de tempo da DDN da afetividade do aluno	36
Figura 2.4: Exemplo de Rede Bayesiana com suas CPTs	39
Figura 2.5: Três cenários de execução de RB	39
Figura 2.6: Exemplo de DI com sua CPT	40
Figura 2.7: Resultados do Estilo de Aprendizagem para o Aluno1	47
Figura 2.8: Sociograma	51
Figura 3.1: Integração entre PortEdu e AMPLIA	59
Figura 3.2: Arquitetura do ambiente AMPLIA	61
Figura 3.3: Visão parcial da rede de ICC	61
Figura 3.4: Troca de mensagem entre Agente Aprendiz e Agente ComSERVER	62
Figura 3.5: A rede de ICC modelada pelo aluno, a partir de um caso clínico	63
Figura 3.6: Exemplos de log de alunos no AMPLIA	64
Figura 3.7: Rede probabilística de inferência de emoções	66
Figura 3.8: Rede probabilística de raciocínio do Agente Social	67
Figura 3.9: Detalhe do nodo <i>EstadoAfetivo</i>	68
Figura 3.10: Probabilidades a priori da rede probabilística do Agente Social	68
Figura 3.11: CPT do nodo Desempenho do Aluno	69
Figura 3.12: Exemplos de emoções baseados na teoria OCC	71
Figura 3.13: CPT do nodo Estado Afetivo	71
Figura 3.14: Detalhe da rede para inferência dos Objetivos	72
Figura 3.15: CPT do nodo Objetivos	72
Figura 3.16: CPT do nodo Credibilidade	74
Figura 3.17: Detalhe da rede para inferência dos Padrões de Interação	74
Figura 3.18: CPT do nodo Padrão Interação	75
Figura 3.19: CPT do nodo Objetivos Satisfeitos	75
Figura 3.20: CPT do nodo Utilidade	76
Figura 3.21: Rede para composição de grupos	79
Figura 3.22: CPTs dos nodos da rede para composição de grupos	79
Figura 3.23: Cenários de composição de grupos	80
Figura 3.24: Arquitetura interoperável do Agente Social	83
Figura 3.25: Mensagem FIPA-ACL entre Agente Social e Agente Aprendiz	85
Figura 3.26: Diagrama de Classes do Editor Colaborativo	86
Figura 3.27: Tela de configuração de conexão aos servidores	87
Figura 3.28: Tela de escolha de opção de caso de rede bayesiana	88
Figura 3.29: Tela inicial do editor	88

Figura 4.1: Preferência quanto à forma de trabalho	101
Figura 4.2: Rendimento dos grupos	102
Figura 4.3: Preferência em relação à dinâmica de aprendizagem.....	103
Figura 4.4: Favorecimento da aprendizagem em grupos	103
Figura 4.5: Dinâmica de grupo.....	104
Figura 4.6: Qualidade das recomendações do Agente Social	104
Figura 4.7: Avaliação dos recursos do AMPLIA	105
Figura 4.8: Possibilidade de discussão entre comunidades	105
Figura 4.9: Recurso adicional para a educação médica	106
Figura 4.10: Favorecimento do estudo autônomo do aluno.....	106
Figura 4.11: Padrões de Interação apresentado pelos alunos	107
Figura 4.12: Sociograma da turma do Experimento 4.....	109
Figura 5.1: Proposta preliminar da rede bayesiana para avaliação do modelo do grupo.....	117
Figura J.1: Diagrama de Classes da API de Execução das Redes Bayesianas (sem os métodos).....	156
Figura J.2: Diagrama de Classes da API de Execução das Redes Bayesianas (Parte I).....	158
Figura J.3: Diagrama de Classes da API de Execução das Redes Bayesianas (Parte II).....	159
Figura J.4: Diagrama com as classes principais do editor, servidores do sistema (sem os métodos)	160
Figura J.6: Diagrama de Classes dos Servidores de <i>Chat</i> e Editor	161
Figura J.7: Diagrama de Classes da Tabela de Probabilidade Condicional do Nodo (Variável)	162

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Classificação da rede	67
Tabela 3.2: Formato Geral das Mensagens	89
Tabela 3.3: Formato das Mensagens do <i>Chat</i>	89
Tabela 3.4: Formato das Mensagens do Editor	90
Tabela 4.1: Cenário 1	97
Tabela 4.2: Cenário 2	97
Tabela 4.3: Composição dos grupos do Experimento 3	99
Tabela 4.4: Composição dos grupos do Experimento 4	100
Tabela 4.5: Comparação entre modelos	111
Tabela C.1: Relação dos adjetivos com cada um dos Cinco Grande Fatores ("Big-Five")	137
Tabela H.1: Evidências sobre os Estilos de Aprendizagem	149
Tabela H.2: Evidências sobre os Traços de Personalidade	150
Tabela H.3: Evidências sobre os Objetivos	151

RESUMO

Este trabalho propõe um modelo probabilístico de conhecimento e raciocínio para um agente, denominado Agente Social, cujo principal objetivo é analisar o perfil dos alunos, usuários de um Sistema Tutor Inteligente chamado AMPLIA, e compor grupos de trabalho. Para formar estes grupos, o Agente Social considera aspectos individuais do aluno e estratégias de formação de grupos.

A aprendizagem colaborativa envolve relações sociais cujos processos são complexos e apresentam dificuldade para sua modelagem computacional. A fim de representar alguns elementos deste processo e de seus participantes, devem ser considerados aspectos individuais, tais como estado afetivo, questões psicológicas e cognição. Também devem ser considerados aspectos sociais, tais como a habilidade social, a aceitação e a forma em que as pessoas se relacionam e compõem seus grupos de trabalho ou estudo. Sistemas Tutores Inteligentes, Sistemas Multiagente e Computação Afetiva são áreas de pesquisa que vem sendo investigadas de forma a oferecer alternativas para representar e tratar computacionalmente alguns destes aspectos multidisciplinares que acompanham a aprendizagem individual e colaborativa.

O Agente Social está inserido na sociedade de agentes do portal PortEdu que, por sua vez, fornece serviços ao ambiente de aprendizagem AMPLIA. O PortEdu é um portal que provê serviços para os ambientes educacionais integrados a ele. Este portal foi modelado em uma abordagem multiagente e cada serviço oferecido é implementado por um agente específico. Os ambientes educacionais que utilizam os serviços do portal também são sociedades de agentes e, em geral, Sistemas Tutores Inteligentes.

O ambiente AMPLIA (Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem) foi projetado para suportar o treinamento do raciocínio diagnóstico e modelagem de domínios de conhecimento incerto e complexo, como a área médica. Este ambiente usa a abordagem de Redes Bayesianas onde os alunos constroem suas próprias redes para um problema apresentado pelo sistema através de um editor gráfico de Redes Bayesianas. Neste trabalho, o editor do AMPLIA foi adaptado para uma versão colaborativa, que permite a construção das redes por vários alunos remotos conectados ao sistema. É através deste editor que o Agente Social observa e interage com os alunos sugerindo a composição dos grupos.

Foram realizados experimentos práticos acompanhados por instrumentos de avaliação, com o objetivo de analisar a composição de grupos sugerida pelo Agente Social e relacioná-la com os grupos formados espontaneamente pelos alunos no ambiente de sala de aula. O resultado do trabalho individual e dos grupos também foi analisado e discutido nesta pesquisa.

Palavras-Chave: Redes Bayesianas, Redes Probabilísticas, Colaboração, Formação de Grupos, Ambientes Inteligentes de Aprendizagem, Sistemas Multiagente, Agente Social.

Collaboration in Intelligent Learning Environments supported by a Probabilistic Social Agent

ABSTRACT

This research proposes a probabilistic knowledge and reasoning model for an agent, named Social Agent, whose main goal is to analyze students' profiles and to organize them in workgroups. These students are users of an Intelligent Tutoring System named AMPLIA. In order to suggest those groups, the Social Agent considers individual aspects of the students and also strategies for group formation.

Collaborative learning involves social relationships with complex processes which are difficult to model computationally. In order to represent these relationships, we should consider several aspects of the student, such as affective state, psychological issues, and cognition. We should also consider social aspects such as social ability, social acceptance and how people relate to each other, and how they compose their workgroups. Intelligent Tutoring Systems, Multiagent Systems and Affective Computing are research areas which our research group have been investigating, in order to represent and to deal computationally with multidisciplinary issues involving individual and collaborative learning.

The Social Agent is part of an agent society of the PortEdu Portal, which provides services to AMPLIA. PortEdu is an educational portal which provides facilities to educational environments integrated to it. This portal has been modeled using a multiagent approach and each of its services is represented by a specific agent. The educational environments that make use of the portal's services are also agent societies and, in general, Intelligent Tutoring Systems.

AMPLIA (Probabilistic Multiagent Learning Environment) has been designed in order to support diagnostic reasoning and the modeling of diagnostic hypotheses in domains with complex and uncertain knowledge, such as the medical domain. This environment uses a Bayesian Networks approach in which students build their own networks for a clinical case through a Bayesian Network graphical editor. Here, the AMPLIA editor has been adapted and extended to a collaborative version, which enables the network construction for remote students connected to the system. Through this editor, the Social Agent observes and interacts with students, suggesting the composition of workgroups.

Practical experiments using assessment tools have been carried out, in order to analyze the workgroups suggested by the Social Agent and to compare them with groups naturally composed by students in the classroom. The results of the work done by individual students and by workgroups were also analyzed and discussed in this research.

Keywords: Bayesian Networks, Probabilistic Networks, Collaboration, Workgroups, Intelligent Learning Environments, Multiagent Systems, Social Agent.

1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho possui características interdisciplinares, visto que se situa na interface das Ciências Exatas, Ciências Sociais e Ciências da Saúde, especificamente Computação, Educação, Psicologia Social e Medicina. Da área de Computação, são utilizadas técnicas de Inteligência Artificial (IA) a fim de modelar conhecimento em agentes inteligentes. A aplicação do trabalho é voltada originalmente para a aprendizagem na área médica. Atualmente, a aplicação também está sendo utilizada na área de Odontologia. O foco é a modelagem de características do aluno, inserido em um ambiente social, de forma a suportar e motivar a colaboração em um Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem (Flores, 2005).

Este capítulo apresenta uma visão geral da tese, apresentando a motivação, a questão de pesquisa e as hipóteses relacionadas a ela. É apresentada também a metodologia adotada para o desenvolvimento da tese, os principais objetivos do trabalho e as contribuições científicas.

1.1 Motivação

Ao longo dos anos, vários pesquisadores que atuam ou aplicam sua pesquisa para a cognição, tanto da Ciência da Computação, quanto da Psicologia e Educação, têm levantado evidências acerca da importância da socialização na construção do conhecimento.

Segundo Lévy (1998), é através das nossas interações com as coisas que desenvolvemos competências, é por meio da relação com a informação que adquirimos conhecimento. No relacionamento com os outros, mediante iniciação e transmissão, que fazemos viver o saber. Competência, conhecimento e saber são três modos complementares do processo cognitivo, e se transformam constantemente uns nos outros. Toda atividade, todo ato de comunicação, toda relação humana implica num aprendizado. Pelas competências e conhecimentos que envolvem, um percurso da vida pode alimentar um circuito de troca, alimentar uma sociabilidade do saber.

Piaget também não desconheceu a importância das trocas sociais para o desenvolvimento cognitivo, apesar de tê-la abstraído na grande maioria dos seus estudos (Piaget, 1973). Esse autor aponta o conhecimento humano como sendo essencialmente coletivo e diz que a vida social constitui um dos fatores essenciais da formação e do crescimento dos conhecimentos pré-científicos e científicos (Piaget, 1973).

Tendo por base este referencial, acredita-se que a socialização é importante no contexto da aprendizagem, também o é em ambientes informatizados que visem à facilitação deste processo, tais como os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e os Ambientes Inteligentes de Aprendizagem (AIA).

Avanços no campo dos STI e AIA estão associados à utilização de Sistemas Multiagente (SMA). Segundo Oliveira (1996), os princípios dos SMA mostram-se bastante adequados ao desenvolvimento de ambientes computacionais de ensino, tendo em vista que o problema de ensino/aprendizagem é de natureza social e cooperativa.

Baseado nos conceitos já apresentados e ressaltando a idéia de que a interação social é fator importante para o desenvolvimento do conhecimento, surgiu o projeto para desenvolvimento de um agente, que pode ser integrado a sistemas multiagente para educação, que motive e facilite usuários de ambientes de aprendizagem a trabalhar em grupo. O trabalho colaborativo objetiva amenizar as dificuldades pedagógicas que possam acontecer com algum estudante no decorrer de uma sessão de ensino.

Os ambientes de aprendizagem, como forma de atividade de apoio ao ensino tradicional, exercem um papel de extrema importância no processo de formação do aluno, possibilitando-o praticar os ensinamentos teóricos vistos em sala de aula. O projeto de um ambiente de aprendizagem deve incluir características e ferramentas que possibilitem ao aluno a experimentação da prática das suas atividades.

Desta forma, surge a necessidade de se construir ambientes de aprendizagem mais interativos e dotados de recursos que possibilitem ao aluno um aprendizado mais dinâmico. A abordagem multiagente, neste contexto, mostra-se como uma boa alternativa a fim de dar flexibilidade e dinamicidade a estes ambientes.

As tecnologias advindas da área de Inteligência Artificial, quando utilizadas em aplicações educacionais, visam proporcionar um estudo individualizado e adaptável ao aluno. Segundo Pereira (1997), os sistemas multiagente contribuem para isto, pois procuram fazer com que cada um de seus componentes seja dotado de capacidades como adaptação, colaboração, autonomia, comunicação, flexibilidade e iniciativa.

Quando esta abordagem é aplicada no contexto de ambientes educacionais, os agentes exercem a função de auxiliar o professor, seja fornecendo informações do histórico do aluno, ou possibilitando o contato entre professores e alunos, ou ainda entre os próprios alunos. Além disso, a sociedade de agentes pode modelar as características de determinado aluno, inferir sobre este modelo e buscar alguma abordagem pedagógica que se adapte ao aprendiz. Desta maneira, a aprendizagem pode ser alcançada de uma forma mais completa. Muitos pesquisadores vêm usando a abordagem de agentes em suas pesquisas e utilizando esta tecnologia como alternativa no desenvolvimento de ambientes onde o foco é a aprendizagem, como se observa nas pesquisas de (Soller, 2001), (Vassileva, 2001), (Sabater, 2002), (Fasli, 2003) e (Nakanishi, 2003).

Para ampliar as possibilidades pedagógicas dos ambientes de aprendizagem, muitas pesquisas enfocam o trabalho em grupo. A formação de grupos em ambientes de aprendizagem colaborativa é um assunto abordado por Lima (2003). Os indivíduos que constituem um grupo possuem características diferentes, como interesses, aspectos psicológicos, habilidade de socialização, objetivos, interações afetivas, papéis, conhecimento da área de domínio e a aceitação do indivíduo com quem se relacionam,

como apontado por Maturana (1995). As diferenças dos indivíduos enriquecem as relações sociais num grupo, visto que quanto maior a heterogeneidade de um grupo maior a possibilidade de surgir controvérsias, conflitos e reflexões sob diferentes pontos de vista.

Estes aspectos devem ser levados em consideração em ambientes de aprendizagem projetados para suportar o trabalho em grupo. É uma tarefa complexa e abrangente, mas que pode servir como eficaz alternativa de aprendizagem.

1.2 Questão de Pesquisa

Após a identificação da grande área (sistemas multiagente que suportam o trabalho colaborativo para construção do conhecimento) e da problemática envolvendo a modelagem de aspectos sociais e afetivos durante a interação social dos alunos, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa:

“Quais características podem ser identificadas como relevantes, dentro do contexto no qual o Agente Social está inserido, para a modelagem do conhecimento e do raciocínio de um sistema computacional cuja função é atuar como mediador na formação de grupos de alunos que realizam atividades colaborativas em ambientes de ensino-aprendizagem?”

Assim, esta pesquisa desenvolveu-se em direção a busca de características relevantes para a formação de grupos em ambientes de aprendizagem. Não faz parte da pesquisa a identificação de todas as características relacionadas às relações sociais no processo de aprendizagem.

Com vistas à definição de tais características, o trabalho se embasou nas teorias pedagógicas de Piaget (1976) (1983), Vygotsky (1984) e Maturana (1995), tratadas no Capítulo 2; nas estratégias de formação de grupo apresentadas por Zimmerman (1997), Peterson (1997) e Lima (2003), tratadas no Capítulo 2 e seção 3.2; em aspectos de aprendizagem colaborativa, interação social e cognição, mais precisamente colaboração (Dillenbourg, 1995), estilos de aprendizagem (Felder, 2008), traços de personalidade (Goldberg, 1992) (Hutz, 1998), emoções (Ortony, 1998) (Conati, 2002) (Zhou, 2003). Como base para o modelo computacional, foram utilizados os conceitos de agentes e Redes Bayesianas, tratados nas seções 2.1 a 2.4.

Relacionadas a esta questão, consideramos as seguintes hipóteses:

Hipótese 1 (H_1): É relevante considerar aspectos das relações sociais, como traços de personalidade, estados afetivos e aceitação social, aspectos relacionados ao comportamento do aprendiz, como estilos de aprendizagem e aspectos relacionados ao conteúdo trabalhado, como desempenho ou competência do aluno a fim de compor grupos com participantes que possam contornar seus conflitos.

Hipótese nula (H_0): Não é relevante considerar aspectos das relações sociais, como traços de personalidade, estados afetivos e aceitação social, aspectos relacionados ao comportamento do aprendiz, como estilos de aprendizagem e aspectos relacionados ao conteúdo trabalhado, como desempenho do aluno a fim de suportar a aprendizagem colaborativa em grupos.

A H_1 está embasada nas teorias de Piaget (1976) (1983), Vygotsky (1984), Maturana (1995), Dillenbourg (1995), Felder (2008), Goldberg (1992), Ortony (1998) e pesquisas de Conati (2002).

Hipótese 2 (H_2): Os aspectos individuais dos alunos considerados pelo Agente Social **são suficientes** para que este selecione e aplique estratégias de grupos no contexto da aprendizagem colaborativa.

Hipótese nula (H_0): Os aspectos individuais dos alunos considerados pelo Agente Social **não são suficientes** para que este selecione e aplique estratégias de grupos no contexto da aprendizagem colaborativa.

A H_3 está embasada nas teorias de Piaget (1976) (1983), Vygotsky (1984), Maturana (1995), Zimmerman (1997) e pesquisas de Peterson (1997) e Lima (2003).

Outros trabalhos, não utilizados diretamente no modelo proposto neste trabalho, consideram características sócio-afetivas em agentes (Castelfranchi, 1997) (Cañamero, 2003) (Castelfranchi, 2000) (Castelfranchi, 2001) (Cheng, 2005) (Sichman, 1998), reforçando a idéia de que a formação de um grupo não deve observar apenas os aspectos cognitivos dos seus membros.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Definir um modelo de conhecimento e raciocínio para um agente computacional que suporta a formação de grupos em um ambiente inteligente de aprendizagem, projetado com uma arquitetura multiagente.

1.3.2 Específicos

- Identificar aspectos sociais e afetivos importantes para estabelecimento e manutenção de interação entre indivíduos dentre os mais utilizados na literatura da área de IA e significativos para a formação de grupos de aprendizagem, com base no modelo construtivista. Entre os pesquisadores que enfocaram estudos em *aspectos sociais* estão: (Cheng e Vassileva, 2005) com sua abordagem de recompensas como estratégia de motivação à colaboração baseada em teorias da Psicologia Social; (Castelfranchi, 1997) e (Castelfranchi, 1998) que usa aspectos sociais, como confiança, e aspectos individuais, como personalidade, na coordenação de agentes artificiais; (Prendinger, 2002) que modela em seus assistentes virtuais características de familiaridade a fim de avaliar atitudes de atração e aversão; (Isbister, 2001) que incorpora nos agentes sugestões verbais e não-verbais consistentes e um comportamento social apropriado, respeitando os hábitos dos usuários, ou ainda (Prada, 2005) que usa teorias de dinâmica de grupo para formar grupos credíveis. Já os *aspectos afetivos* são abordados em trabalhos como Jaques (2005) na modelagem de agentes pedagógicos inseridos em ambientes de aprendizagem, de Conati (2002) em jogos educativos, de Cheng (2005) para motivação da colaboração em comunidades virtuais de aprendizagem, assim como o de Prendinger (2002). Este objetivo é tratado com maior relevância nas seções 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8.

- Utilizar técnicas da IA para modelagem de aspectos sócio-afetivos em agentes. Algumas técnicas utilizadas na área são: modelo BDI¹ (Jaques, 2005), Redes Probabilísticas (Conati, 2002) (Flores, 2005), Redes Bayesianas (Flores, 2005) (Wang e Vassileva, 2003) e modelo OCC (Ortony, 1998) (Paiva, 2005) (Jaques, 2005) e (Conati, 2002). Em relação a este objetivo, é apresentado um estudo detalhado sobre a técnica utilizada na seção 2.3 *Raciocínio Probabilístico*.
- Integrar os resultados dos estudos realizados em um agente inteligente, conforme apresentado na seção 3.1 *Modelagem do Agente Social*.
- Desenvolver uma aplicação (editor colaborativo de Redes Bayesianas) para mediar a aprendizagem colaborativa e onde o agente inteligente irá atuar. Este objetivo é tratado em detalhes na seção 3.4 *Editor colaborativo do AMPLIA*.
- Compartilhar com a comunidade científica os resultados oriundos deste trabalho, conforme relação das publicações apresentadas no ANEXO I PRODUÇÃO CIENTÍFICA.

1.4 Metodologia

Não há consenso na literatura de agentes e psicologia social sobre quais são os elementos que realmente devem ser inseridos num agente para que este possa promover o trabalho em grupo em ambientes de aprendizagem.

A metodologia utilizada nesta pesquisa se caracteriza como qualitativa e quantitativa, visto que apresenta elementos de ambas (Moraes, 1988). Para a pesquisa qualitativa, foram utilizados instrumentos abertos de pesquisa, como questionários aplicados aos alunos de medicina (apresentados nos Anexos I, II e III deste volume) que levaram a uma análise do conteúdo devido a sua natureza aberta (questões subjetivas). Já para a pesquisa quantitativa foram utilizados instrumentos de pesquisa como questionários com questões objetivas, que é um instrumento fechado e permite a quantificação dos dados (ANEXO D INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 3 (AVALIAÇÃO DOS GRUPOS FORMADOS PELO AGENTE SOCIAL DO AMPLIA)). A pesquisa quantitativa segue um paradigma positivista, ou funcionalismo, que segue um determinismo comportamental, que descreve, explica e prevê informações sobre os dados coletados. Neste paradigma encontram-se instrumentos como as pesquisas de opinião, que coletam dados objetivos, não possibilitando flexibilidade na análise dos dados (pesquisa direcionada).

Esta tese de doutorado situa-se no paradigma do pensamento complexo, pós-estruturalista, que une metodologias de pesquisa qualitativa e quantitativa (Morin, 1986). Busca-se uma reflexão sobre a razão (positivismo) e emoção (humanismo) onde o pensamento divergente nos permite analisar as situações onde o problema está situado. Através de dados quantitativos busca-se uma explicação qualitativa para o problema. Não se deseja generalizar ou apresentar conclusões fechadas e sim levantar indicadores para conceber a solução.

A forma de definição das características incorporadas nos modelos segue

¹ BDI – *Believe, Desire and Intentions*

métodos empíricos baseados na observação de situações do cotidiano. Para subsidiar a pesquisa e a busca destas características, foi desenvolvido um protótipo, apresentado em Boff (2005) e testado em um ambiente para aprendizagem de Algoritmos com os alunos da Universidade de Caxias do Sul. Neste ambiente foi inserido um assistente virtual com características sócio-afetivas para interagir com os usuários a fim de motivar a formação de grupos entre os alunos e promover a aprendizagem colaborativa. O assistente pessoal é um agente de interface que foi estendido para incorporar raciocínio através de características sociais e afetivas do aluno. Foram usados algoritmos de mineração de dados a fim de identificar os estudantes apropriados para desempenharem o papel de um tutor, e recomendá-los a outros estudantes que necessitam auxílio. O mecanismo de recomendação de tutor explora a dimensão sócio-afetiva, com a análise dos estados afetivos e comportamento social dos usuários. O objetivo principal do sistema de aprendizagem de Algoritmos foi:

- Tornar os cursos mais dinâmicos,
- Verificar se o estado afetivo do aluno influencia na sua habilidade de interação com os colegas;
- Verificar se as habilidades sociais do aluno como aceitação e perfil social influenciam na forma de interação com os colegas;
- Aumentar o interesse e participação dos alunos e
- Fornecer um ambiente onde os alunos pudessem interagir a fim melhorar seu conhecimento.

Foram desenvolvidas versões diferentes do sistema, uma delas sem nenhum assistente virtual e outra mediada por um assistente que levava em consideração características dos alunos, a saber, Perfil Social, Aceitação, Humor, Desempenho e Grau de Tutoria. As características usadas foram baseadas na pesquisa publicada em (Boff, 2004). Nesta primeira experiência, as informações sobre o estado afetivo e social dos alunos foram inseridas manualmente, a fim de retornar o aluno recomendado para atuar como tutor, ou seja, auxiliar um colega com dificuldades.

O assistente virtual também possuía como interface a imagem de um professor conhecido dos alunos, o que levou a considerar, também, a importância da utilização de aspectos afetivos e sociais em ambientes de aprendizagem. Foram coletadas imagens do professor com diferentes expressões, como feliz, em dúvida, pensativo e aborrecido.

O uso de protótipos para testar idéias preliminares vem da metodologia de avaliação de sistemas educativos proposta por Dillenbourg (1995). Mas, segundo esta metodologia, a única medida de eficiência da abordagem cognitiva utilizada é a verificação de que o aluno se tornou melhor na realização de tarefas. Desta forma, o protótipo descrito em (Boff, 2005) teve o intuito de comprovar algumas idéias e utilizá-las no modelo final do Agente Social.

A elaboração do modelo proposto neste trabalho foi baseada em leituras das áreas envolvidas (Inteligência Artificial, Psicologia Social e Educação) e no acompanhamento do trabalho científico desenvolvido pela comunidade de IA através da participação em eventos.

O processo de modelagem do Agente Social passou pelas seguintes etapas:

- Identificação das áreas relacionadas a fim de estruturar uma equipe interdisciplinar para apoiar o desenvolvimento do protótipo. A equipe teve um papel fundamental de suporte durante o desenvolvimento da tese de doutorado;
- Projeto e implementação do mecanismo de raciocínio do Agente Social (foco deste trabalho de pesquisa);
- Validação do mecanismo de raciocínio do Agente Social;
- Implementação do editor colaborativo de Redes Bayesianas, incluindo recursos que possibilitem a aprendizagem colaborativa (ferramenta de bate-papo e edição gráfica sincronizada);
- Validação das estratégias de formação de grupo com os usuários (alunos do curso de Medicina e médicos-residentes) do ambiente AMPLIA.

É muito importante que se entenda a área de aplicação para qual se pretende desenvolver um sistema educacional. Assim, pode-se dimensionar de maneira adequada o trabalho a ser realizado, especialmente quando se trata de uma pesquisa qualitativa experimental (Cervo, 1983), onde foram desenvolvidos estudos parciais para obtenção de indicadores e requisitos para compor o agente. A área de aplicação deste trabalho situa-se na Educação Médica. O método científico adotado neste trabalho (pesquisa qualitativa experimental), caracteriza-se pelo estudo das variáveis relacionadas ao Agente Social. Este tipo de pesquisa proporciona o estudo da relação entre causa e efeito do agente proposto.

Este trabalho adotou uma metodologia de pesquisa caracterizada como qualitativa e quantitativa, visto que deve apresentar elementos de ambas (Moraes, 1988). Para a pesquisa qualitativa, foram utilizados instrumentos abertos de pesquisa, como entrevistas com especialistas que levam a uma análise do conteúdo devido a sua natureza aberta (questões subjetivas). Já para a pesquisa quantitativa foram utilizados instrumentos de pesquisa como questionários com questões objetivas, que é um instrumento fechado e permite a quantificação dos dados. A pesquisa quantitativa segue um paradigma positivista, ou funcionalismo, que segue um determinismo comportamental, que descreve, explica e prevê informações sobre os dados coletados. Neste paradigma encontram-se instrumentos como as pesquisas de opinião, que coletam dados objetivos, não possibilitando flexibilidade na análise dos dados (pesquisa direcionada). Através de dados quantitativos buscar-se-á uma explicação qualitativa para o problema. Não se deseja generalizar ou apresentar conclusões fechadas e sim levantar indicadores para conceber a solução.

1.5 Contribuições científicas do trabalho

Esta pesquisa teve o intuito de contribuir no desenvolvimento de agentes dotados de características sócio-afetivas estendendo modelos consolidados, como o de Contai (2002), a fim de integrá-los em ambientes de aprendizagem baseados em arquitetura multiagente que suportam o trabalho colaborativo.

Os trabalhos já realizados na área de agentes para promover e suportar a colaboração em ambientes de aprendizagem inteligentes são dotados de características sociais ou afetivas. Os aspectos sociais são enfocados em trabalhos que tratam mais especificamente da coordenação entre os agentes artificiais de uma sociedade multiagente, como os trabalhos de (Castelfranchi, 1997) (Castelfranchi, 1998) (Castelfranchi, 2001) (Prada, 2005). Já as características afetivas dos usuários são abordadas em trabalhos como (Jaques, 2005) em ambientes de aprendizagem e de (Conati, 2002) em jogos educativos. Aspectos sociais, baseados na Psicologia Social são abordados por Cheng (2005) para motivação da colaboração em comunidades virtuais de aprendizagem. Neste trabalho optou-se pela modelagem do agente através de Redes Bayesianas, em função do domínio abordado e do contexto no qual está inserido (mais detalhes na seção 3.1 *Modelagem do Agente Social*). Em função disso, o modelo de Jaques (2005) e Cheng (2005) não foram utilizados diretamente, apesar de terem sido fonte de inspiração e pesquisa. Jaques (2005) desenvolveu um modelo de inferência das emoções fundamentada na teoria cognitiva das emoções, modelo OCC (Ortony, 1998), usando uma abordagem BDI para implementar o modelo afetivo do usuário e o diagnóstico afetivo. Os estados afetivos dos alunos são utilizados por um agente pedagógico animado que possui o objetivo de fornecer suporte emocional ao aluno, através de táticas afetivas de encorajamento e motivação. Já Cheng (2005) usa teorias da Psicologia Social, tais como teoria da reciprocidade e teoria da consistência, a fim de regular a quantidade de contribuições dos usuários de um sistema *peer-to-peer* e incentivar usuários a fazer contribuições de qualidade. O mecanismo foi aplicado e avaliado em estudantes de graduação de uma comunidade *online* para compartilhar de recursos web relacionados a seus cursos. Do trabalho de Jaques (2005) veio a idéia do uso do modelo OCC para inferência de emoções e do trabalho de Cheng (2005) veio a questão de que os alunos só se comprometem com o trabalho, quando assumem publicamente uma responsabilidade. Em função disso, na modelagem do novo editor de Redes Bayesianas do AMPLIA, foi utilizada a estratégia de definir sempre um aluno com papel de líder para o grupo, de forma que este se comprometa com o rendimento do grupo (mais detalhes na seção 3.4 *Editor colaborativo do AMPLIA*).

Neste trabalho, não foi previsto o desenvolvimento de um modelo de inferência de estados afetivos dos alunos, mas estender modelos já comprovados, como o de Conati (2002) a fim de atender o contexto do ambiente AMPLIA.

A modelagem de um agente que mescla características sociais e afetivas buscou a motivação e suporte ao trabalho colaborativo entre usuários de um ambiente de aprendizagem (AMPLIA) de forma que os próprios alunos assumam o papel de tutores dos colegas, auxiliando na construção do conhecimento coletivo.

Dentro desse contexto, as contribuições deste trabalho são apresentadas abaixo e organizadas em função das hipóteses levantadas na seção 1.2 *Questão de Pesquisa*.

Contribuições relacionadas à hipótese 1 (H_1):

- O modelo de representação do conhecimento utilizado neste trabalho desenvolvido através do uso de Redes Bayesianas (seção 3.1 *Modelagem do Agente Social*). Em trabalhos relacionados, encontramos outros mecanismos de IA como abordagem BDI (Jaques, 2005) e Algoritmos Genéticos (Silveira, 2005) para a representação do conhecimento. A utilização de RB mostrou-se adequada para o contexto dinâmico das relações sociais. No

modelo proposto, o Agente Social utiliza estratégias para formação de grupos e aspectos individuais do aluno. Com base nestas informações, o Agente Social pode sugerir um aluno para mais de um grupo, com maior ou menor probabilidade deste aluno se adequar ao perfil do grupo. Assim, o Agente Social apresenta, para cada aluno que decide trabalhar em grupo, uma lista de colegas (que estão *online* no sistema naquele momento) com quem pode trabalhar, em ordem de preferência. A maior preferência é a maior probabilidade inferida pelo modelo de que o aluno seja adequado ao grupo.

- O grupo de pesquisa vem, ao longo dos anos, trabalhando com a idéia de que agentes artificiais fortemente baseados em conhecimento e com características antropomórficas são mais adequados para modelar aplicações educacionais (Viccari, 2007). Na modelagem do Agente Social seguimos esta linha, e adicionalmente, considerando aspectos sociais e afetivos a fim de melhorar a dinâmica de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). Encontra-se na literatura estes aspectos modelados em agentes artificiais, mas com abordagens diversas, como em agentes de interfaces (Conati, 2002) (Paiva, 2005) (Reategui, 2008) ou para resolver a coordenação de agentes (Castelfranchi, 1997) (Castelfranchi, 1998). Detalhes sobre a utilização de aspectos sociais e afetivos para ampliar as possibilidades de AVAs podem ser obtidos nas seções 2.5 *Interação Social e Cognição*, 2.7 *Personalidade*, 2.8 *Emoções* e 3.1 *Modelagem do Agente Social*.
- Adaptação de modelos existentes para inferência de estados afetivos (Conati, 2002) (Zhou, 2003) a fim de adequá-los ao modelo do agente sócio-afetivo. Neste trabalho, novas variáveis foram consideradas para que o agente pudesse selecionar os alunos para os grupos, são elas: *estilo de aprendizagem, desempenho do aluno, credibilidade da rede desenvolvida pelo aluno, aceitação social e perfil social*. A inserção de novos nodos a uma RB consolidada altera algumas relações causais entre os nodos (influência de um sobre outro), acarretando uma complexidade neste processo no que diz respeito à definição das probabilidades *a priori* e condicionais da rede. Em função disso, as probabilidades definidas no modelo tiveram de ser novamente analisadas (conforme Experimento 1 apresentado no Capítulo 4). Porém, estas adaptações foram necessárias, visto que a aplicação proposta considera aspectos das relações sociais em grupos de trabalho. A adaptação de um sistema baseado em RB é mais complexa que a alteração de sistemas baseados em Regras de Produção, por exemplo. Apesar de os Sistemas de Produção apresentarem vantagens como (i) regras de fácil compreensão, (ii) facilmente derivar inferências e explicações, (iii) simples manutenção (devido à modularidade) e (iv) mais eficientes que os sistemas de programação em lógica, embora menos expressivos; estes sistemas não são robustos no tratamento de incerteza (domínio no qual estamos trabalhando), o conhecimento complexo requer muitas regras, criando problemas para utilização e manutenção do sistema e são sistemas que não aprendem. Assim, conforme Conati (2002), as Redes Bayesianas provaram ser uma ferramenta poderosa para modelar emoções, e, adicionalmente, para modelar aspectos das relações sociais. Esta técnica permite representar explicitamente as dependências probabilísticas entre as causas, os efeitos e os estados

emocionais, o que possibilita determinar as emoções e comportamento social do aluno com mais exatidão nas situações que o usuário experimenta uma grande variedade das emoções. Detalhes sobre a adaptação do modelo de Conati (2002) neste trabalho podem ser conferidos na seção e *3.1 Modelagem do Agente Social*.

- Resultados dos testes para verificação das variáveis utilizadas na representação do modelo bayesiano do Agente Social e teste das probabilidades *a priori* conferidas as novas variáveis utilizadas no modelo (*desempenho do aluno, perfil social, aceitação social e estilo de aprendizagem*). Esta contribuição pode ser vista no Capítulo 4 (Experimento 1) e no Capítulo 3 (seção *3.1 Modelagem do Agente Social*).

Contribuições relacionadas à hipótese 2 (H_2):

- Estudo da adequação das Redes Bayesianas como ferramenta para seleção dos alunos mais adequados para trabalho em grupo. Como citado na primeira contribuição apresentada nesta seção, as Redes Bayesianas se apresentaram como uma alternativa de qualidade para modelar o processo de trabalho em grupos colaborativos. Pela característica principal desta técnica, a representação de incertezas, o Agente Social tem a possibilidade de sugerir e decidir entre várias composições de grupo (com maior ou menor probabilidade de afinidade). Por exemplo, o Agente Social seleciona a estratégia 1 para formação de um grupo, sugere a lista de colegas que se enquadram neste perfil e o grupo é formado. Ao longo do tempo, outros alunos poderiam participar deste grupo, porém o mesmo já está formado. Assim, o Agente Social opta por indicar este aluno a um outro grupo, porém com uma probabilidade menor deste aluno se enquadrar no perfil do grupo. Esta é uma vantagem significativa da abordagem probabilística em relação a outras da área de IA (como Algoritmos Genéticos, citado acima), pois confere ao agente a autonomia de tomar decisões e a flexibilidade na composição de grupos. Esta flexibilidade de sugerir um aluno para vários grupos, não foi contemplada na pesquisa de Silveira (2005) com Algoritmos Genéticos. Como na prática são os alunos quem aceitam o convite para participar de um grupo, eles vão democraticamente compondo seus grupos. A função do Agente Social é auxiliar na sugestão de alunos que possuem perfis mais adequados para que um grupo possa ser coeso e com menor possibilidade de conflitos. O estudo deixado como contribuição pode ser consultado nas seções *2.3 Raciocínio Probabilístico* e *3.1 Modelagem do Agente Social*.
- Definição de estratégias de formação de grupo a fim de serem utilizadas na atuação do Agente Social de forma selecionar participantes com perfis que possam solucionar seus conflitos. Este trabalho propõe um conjunto de estratégias baseadas nas referências de Zimmerman (1997) para tratar a formação de grupos de trabalho (não aplicado diretamente à educação); Lima (2003) para tratar a formação de grupos heterogêneos em ambientes de Educação a Distância e de Peterson (1997) para tratar a aprendizagem baseada em problemas na educação médica. Com base nestes estudos, foram elaboradas estratégias específicas para o contexto de atuação do Agente Social e que não estavam contempladas nas bibliografias consultadas, tais

como, agrupamento de alunos em função do perfil social, afetivo e de sua competência (desempenho) e definição de papéis compartilhados de líder do grupo. Esta contribuição é apresentada em detalhes na seção 3.2 *Estratégias para formação dos grupos*.

Contribuições relacionadas às hipóteses 1 (H_1) e 2 (H_2) conjuntamente:

- O modelo computacional do Agente Social, que considera aspectos individuais como personalidade, estilo de aprendizagem e ainda estratégias de grupos, desenvolvido através de Redes Bayesianas (seção 3.1 *Modelagem do Agente Social*).
- Desenvolvimento de um editor colaborativo de Redes Bayesianas para o ambiente AMPLIA a fim de abrigar as funcionalidades do Agente Social. O sistema AMPLIA foi concebido para atender situações de trabalho colaborativo, mas originalmente o editor de Redes Bayesianas do AMPLIA não havia sido projetado para atender a esta demanda. Desta forma, procuramos encontrar uma aplicação (*shell*) que possibilitasse a construção colaborativa de redes probabilísticas, mas, até o momento, não existe ferramenta no mercado que possibilite esta facilidade. Existem várias ferramentas para elaboração gráfica de Redes Probabilísticas². As mais utilizadas pelos desenvolvedores da área são Netica³, Hugin⁴ e UnBBayes⁵, que apresentam uma diversidade de recursos, mas são para uso individual. Por isso, partimos para o desenvolvimento de um editor de RB modelado para as necessidades do trabalho colaborativo (com espaço de construção da rede compartilhado, em momentos síncronos, com possibilidade de interação via *chat* e com possibilidade de visualizar os alunos/usuários que se encontram *online* no momento). Esta contribuição, que veio de uma necessidade particular dos usuários do sistema AMPLIA, se mostrou inédita em termos das ferramentas existentes no mercado (acima citadas). Esta contribuição é detalhada na seção 3.4 *Editor colaborativo do AMPLIA*.

1.6 Organização

Este volume está organizado da seguinte forma: o segundo Capítulo apresenta o referencial teórico que embasa o trabalho, tanto da área da Computação como da área de aplicação (o uso de agentes para colaboração em ambientes de aprendizagem); o terceiro Capítulo detalha a arquitetura do Agente Social; o quarto Capítulo apresenta os experimentos conduzidos para modelagem e validação do agente proposto neste trabalho; o quinto Capítulo apresenta as considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros. Por fim, no sexto Capítulo são elencadas as referências utilizadas para redação deste volume. Os anexos apresentam os questionários utilizados nos experimentos, a produção científica alcançada ao longo do desenvolvimento deste trabalho (artigos publicados e submetidos) e os diagramas de classes desenvolvidos no projeto do sistema.

² <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Bayes/bnsoft.html> e

http://directory.google.com/Top/Computers/Artificial_Intelligence/Belief_Networks/Software/

³ <http://www.norsys.com/netica.html>

⁴ <http://www.hugin.com/>

⁵ <http://unbbayes.sourceforge.net/>

2 O USO DE AGENTES PARA COLABORAÇÃO EM AMBIENTES DE APRENDIZAGEM

Este capítulo reúne o referencial teórico das áreas de Ciência da Computação, área principal, e Educação (Cognição), que norteia a área de aplicação.

As seções 2.1 a 2.4 apresentam técnicas da Ciência da Computação utilizadas para embasar este trabalho. Estão entre elas a *abordagem multiagente* (forma de implementação computacional), as *redes probabilísticas* (para modelagem do conhecimento e raciocínio do agente), o uso de *agentes em ambientes de aprendizagem* (para mediar o processo cognitivo dos alunos) e as *ontologias* (para interoperabilidade entre os agentes da sociedade multiagente). Da seção 2.5 a 2.8 são apresentadas noções de interação social, formação de grupos, personalidade e emoções, com o objetivo de relacioná-las ao contexto da aprendizagem colaborativa. A modelagem do Agente Social reúne os aspectos abordados neste capítulo, como traços de personalidade, estilo de aprendizagem, estado afetivo e perfil social, com a finalidade de promover a aprendizagem através da interação social.

2.1 Os Sistemas Multiagente

A Inteligência Artificial e suas subáreas já foram motivo de esforços de pesquisadores na elaboração de uma nova classificação para a IAD (Inteligência Artificial Distribuída). Os Sistemas Multiagente, área específica da IAD, vem sendo, desde os anos 80, aplicada a sistemas complexos em diferentes contextos. Dentro desta área específica, a pesquisa em Simulação Social ou Simulação de Sistemas Sociais surgiu na metade dos anos 90 e vem crescendo significativamente. Pela atenção que este assunto vem merecendo, apareceu como uma classe nesta nova classificação sugerida por Marietto (2002).

Na concepção de Wooldridge (2002) um agente é uma entidade com capacidade de resolução de problemas encapsulada e possui as seguintes propriedades:

- Reatividade: capacidade de manter a interação com o ambiente, como, por exemplo, observar e realizar ações no mundo;
- Pró-atividade: capacidade de tomar iniciativa, caracterizando um comportamento orientado a objetivos;
- Habilidade social: ser capaz de realizar ações sociais como comunicação e cooperação, para completarem a resolução de seus problemas, seja ele o

auxílio de outros agentes (humanos ou computacionais) ou a decisão de interações apropriadas;

- Autonomia: possibilidade de operar sem a intervenção direta de outros (possivelmente humanos) agentes e controlar totalmente suas ações e estado interno.

Neste trabalho é proposto um agente que será inserido em uma sociedade multiagente, cuja aplicação é na área de Educação Médica, e que em seu modelo foi levado em consideração as propriedades citadas acima para garantir sua caracterização como agente.

Na literatura pode-se encontrar um conjunto maior de características desejáveis a um agente, a saber: Mobilidade, Comunicação, Conhecimento interno, Conhecimento externo, Objetivos e planos, Criatividade, Personalidade, Continuidade Temporal, Benevolência, Motivação, Aprendizagem, Cooperação e Veracidade.

Uma das características fundamentais de um agente é sua habilidade social. Esta característica, supondo um agente participante de um SMA, supõe a habilidade de um agente de se comunicar com outros da mesma sociedade. Este é o ponto de vista dos objetivos individuais dos agentes. Sob o ponto de vista da aplicação, seu contexto e comportamento, alguns agentes podem apresentar a capacidade de promover a interação entre os usuários do sistema. Estes agentes podem ser considerados agentes sociais. Os tipos de interação que os agentes realizam, quando inseridos em um SMA, são, segundo Jennings (1997), *cooperação* (trabalho conjunto em direção a um objetivo comum), *coordenação* (problema de organização que resolve atividade de forma que interações prejudiciais são evitadas ou são exploradas interações benéficas) e *negociação* (chegada de um acordo que é aceitável a todas as partes envolvidas). Nos SMA cada agente tem capacidade ou informação incompleta para resolver um problema e, assim, possui um ponto de vista limitado. Não existe um controle global no sistema, os dados estão descentralizados e a computação é assíncrona. Para Wooldridge (2002) esta distribuição apresenta vantagens como:

1. Melhorar a adaptabilidade, a confiabilidade e a autonomia do sistema;
2. Reduzir os custos de desenvolvimento e manutenção;
3. Aumentar a eficiência e a velocidade;
4. Permitir a integração de sistemas inteligentes existentes, aumentando a capacidade de processamento;
5. Permitir a integração de computadores nas redes de atividades humanas.

Como o ambiente AMPLIA (Flores, 2005) e o portal educacional (Nakayama, 2005) no qual o AMPLIA está integrado foram desenvolvidos como uma sociedade multiagente, as vantagens supracitadas podem ser verificadas na prática, para integração do Agente Social proposto no Capítulo 3. A integração deste novo agente, o social, aumenta as funcionalidades do ambiente AMPLIA, sem que o projeto inicial do ambiente tenha de ser alterado. O Agente Social troca mensagens, no padrão FIPA-OS, em uso no ambiente, com os agentes *Mediador* e *Aprendiz*, conforme Figura 3.2 detalhada no próximo Capítulo.

Os agentes do AMPLIA comunicam-se através da plataforma FIPA-OS na linguagem de comunicação de agentes ACL (*Agent Communication Language*), disponibilizada pela FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agents*) e baseada na teoria dos Atos de Fala⁶ (FIPA, 2005). FIPA supõe a existência de um sistema de gerência de agentes, não como parte da linguagem, e abstrai os detalhes de baixo nível da comunicação. Os atos *inform*, *request*, *query-if* and *query-ref* são usados pelo protocolo de comunicação da FIPA (*FIPA's Request and Query Interaction Protocols*). Todas as interações do sistema AMPLIA são modeladas através de atos de comunicação FIPA-ACL. Assim solicitações e consultas são mapeadas em atos *request*, *query-if* e *query-refs* e envio de informações são modelados como atos do tipo *inform*, *inform-if* e *inform-ref*.

Os agentes, assim como os seres humanos, necessitam de comprometimento (objetivo ou intenção compartilhada por muitos agentes e impossível de alcançar independentemente). Este comprometimento pode ser de nível interno, quando se refere a um agente individual, e de nível social, quando ocorre em um grupo ou um time, ou seja, o comprometimento de um agente com outro.

Em um SMA os agentes são construídos com seus objetivos e suas capacidades (como, por exemplo, interagir e cooperar) e, a partir daí, são colocados em uma sociedade para juntos resolverem um problema. O comportamento de cada sistema emerge do trabalho conjunto desta sociedade. Assim, a área de pesquisa em sistemas multiagente pode ser definida como o estudo de sociedades de agentes autônomos artificiais.

Os agentes podem ser classificados basicamente como reativos e cognitivos. Os *agentes reativos* são baseados no modelo de organização biológica e não possuem representação do ambiente. Já os *agentes cognitivos* ou intencionais são dotados de estados mentais que refletem sua tomada de decisão. Alguns dos estados mentais são baseados no modelo de crenças, desejos e intenções e se constituem nos SMA como arquitetura BDI (Móra, 1998) (Bratman, 1988). Outros pesquisadores, como (Sloman, 2000), apresentam outras descrições dos estados mentais, uma vez que não há uma homogeneidade terminológica na definição e escolha destes estados. Dentre estes estados, pode-se definir: crença, desejo, intenção, consciência, aprendizagem, emoção, personalidade e entendimento. Os agentes cognitivos são baseados em modelos organizacionais humanos ou modelos de organização social (Coelho, 1995).

Os agentes cognitivos do ambiente AMPLIA incorporam táticas de ensino representadas em SLP⁷ (*Semantic Language with Probabilities*) e identificadas pelo parâmetro TT . Da mesma forma, os identificadores de soluções do aluno S , em um instante do tempo t , quando é importante aplicar as táticas de ensino, então será indicada por TT_t .

O conhecimento lógico dos agentes do AMPLIA são representadas por quatro proposições lógicas: $StudyCase(CoS,L)$, $Sol(CoS,L,S_t)$, $Class(CoS,L,S,C)$ e $TTactic(CoS,L,TT_{t+1})$. A proposição $StudyCase(CoS,L)$ denota a informação sobre um

⁶ A teoria dos atos de fala teve seu início com os trabalhos do filósofo inglês John Langshaw Austin (1911-1960) e foi retomada pelo filósofo John Roger Searle, professor de filosofia da Universidade de Berkeley, Califórnia.

⁷ A SLP é uma extensão da SL (*Semantic Logic*) que é uma lógica modal usada como base pelo padrão de comunicação dos agentes FIPA.

dado caso de estudo compartilhado pelos agentes e o aluno L . Ele afirma que CoS é o caso de estudo apresentado ao aluno L que deverá resolvê-lo. A proposição $Sol(CoS, L, S_t)$ representa a crença do aluno L_t , em um instante de tempo t , que existe um modelo de Rede Bayesiana S_t que resolve o problema CoS . Esta proposição é a forma básica onde o aluno pode informar ao sistema sobre as soluções que ele define para um caso de estudo. A classificação e análise da solução do aluno pelo sistema é expressa pela proposição lógica $Class(CoS, L, S, C)$ que reflete a principal classificação (C) do modelo da Rede Bayesiana S . A necessidade de informação para tratar conflitos encontrados em uma dada solução apresentada por um aluno é expressa através de $TTactic(CoS, L, TT_{t+1})$, que afirma que novas táticas de ensino, expressas por TT_{t+1} , devem ser aplicadas para ajudar o aluno a resolver o problema CoS no próximo ciclo de negociação pedagógica no tempo $t+1$.

Dentro da área de aplicação de ambientes inteligentes de aprendizagem, podem-se encontrar outras definições de agentes, que em geral são híbridos, ou seja, possuem características de agentes reativos e cognitivos. Entre eles podemos citar os *Agentes Sociais*, que são baseados em organizações sociais humanas, que possuem conhecimento (expectativa e reações) de outros agentes, os *Agentes Emocionais*, que são capazes de expressar emoções, os *Agentes Pedagógicos*, que, em geral, dão suporte a aprendizagem humana, podendo trazer vários benefícios, como por exemplo, incentivar a colaboração entre os alunos ou criar estratégias de intervenção e motivação para a realização das tarefas e, também, os *Agentes Tutores*, que representam o componente pedagógico e seu uso no contexto de “tutoria” ou de ensino (Morin, 1997). Na sua atuação, os agentes tutores devem ser capazes de variar seus estímulos, apresentar um tópico de múltiplas maneiras e variar as explanações apresentadas.

Com base nas definições apresentadas nesta seção, o Agente Social apresentado no Capítulo 3 pode ser considerado como um agente cognitivo social.

2.2 O uso de Agentes em Ambientes de Aprendizagem

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) são projetados para viabilizar o processo de construção do conhecimento. Diferentemente do software convencional, que busca facilitar a realização de tarefas pelo usuário, os ambientes para aprendizagem incorporam a complexidade de flexibilizar diferentes formas do usuário (aluno) fazer relações, apreender e praticar conteúdos, colaborar. Estes ambientes são utilizados por alunos de perfis cognitivos diversos.

Os agentes desenvolvidos para ambientes com estas características possuem funcionalidades que vão além da ajuda para realizar algumas tarefas, como mostrar como se utilizam as ferramentas. Eles devem facilitar o *processo* de aprendizagem e não a *tarefa* em si (Sklar, 2003). Por exemplo, um agente de interface quando utilizado em um software sem propósito educativo geralmente auxilia o usuário na navegação do ambiente. Já os agentes pedagógicos são integrados em ambientes de aprendizagem para guiarem o aluno pelo domínio do problema.

Sklar (2006) apresenta três tipos principais de agentes utilizados em ambientes de aprendizagem. O primeiro deles são os *agentes pedagógicos*, que podem ser considerados assistentes personalizados que interagem diretamente com o aprendiz e o guia através do domínio. Estes agentes consultam o modelo do aluno a fim de entender

o perfil do mesmo. Conhecendo o aluno, o agente é capaz de fornecer retorno de acordo com a zona de desenvolvimento proximal (Vygotsky, 1984). O segundo tipo de agente são os *peer learning agents* que interagem com os alunos como se fosse seu parceiro no processo de aprendizagem. Segundo Sklar (2006), este tipo de agente é menos intrusivo que os agentes pedagógicos. Enquanto os *pedagógicos* atuam mais como tutores, os *peer learning* atuam como parceiros. O terceiro tipo são os agentes de demonstração que incorporam uma área do conhecimento, como os simuladores interativos baseados em agentes e robôs educacionais (como o LEGO *Mindstorms Robotics Invention Kit*⁸). Dentro desta classificação de Sklar (2006) o Agente Social pode ser visto como um agente que interage diretamente com os alunos, como os *peer learning agents*.

Os agentes de interface visam melhorar o processo de interação entre homem e máquina. A sua representação gráfica costuma ser chamada de *personagem virtual* ou *assistente virtual*, que atuam como assistentes auxiliando o usuário na realização de tarefas em um determinado sistema (Reategui, 2008).

Os personagens virtuais podem ser classificados segundo suas aplicações, a saber (Pandzic, 2001):

- **Entretenimento:** são usados quando o foco do ambiente é a diversão. Geralmente são usadas figuras caricatas de pessoas conhecidas ou outras criaturas divertidas.
- **Comunicação Pessoal:** convites, mensagens, piadas, pedidos, ou qualquer outro tipo de comunicação pessoal pode ser feita através de personagens virtuais.
- **Auxílio de Navegação:** é usado para dar boas vindas ao usuário, apresentar uma empresa ou orientar o visitante em relação aos *links* do *website*.
- **Broadcasting:** são usados para, através de apresentadores virtuais, transmitirem notícias de acordo com o perfil de usuário.
- **Comércio:** interagem com os futuros clientes explicando fatos sobre um determinado produto e facilitando a venda e transação por sistemas de *e-commerce*.
- **Educação:** são usados pra representar a figura de professores ou instrutores, cumprindo o papel de agentes pedagógicos que fornecem suporte para um ambiente educativo e de ensino à distância.

Um agente de interface é chamado de pedagógico quando atua num sistema aplicado à educação. Ele tem como função principal fazer a comunicação com o aluno, dando suporte às tarefas de aprendizagem e alternativamente guiando-o nos ambientes. Através deste processo de comunicação e de monitoramento das ações do usuário, o agente é capaz de capturar informações e manter um modelo de aluno.

O uso de agentes pedagógicos tem se mostrado bastante eficaz nos processos de aprendizagem (Pandzic, 1999). Porém, para que os sistemas para aprendizagem alcancem o máximo de usabilidade, Sklar (2006) sugere que os três principais tipos de agentes sejam combinados (Pedagógicos, *Peer Learning* e Demonstração).

Exemplos clássicos de agentes pedagógicos são Cosmo (Lester, 1997) e Adele (Shaw, 1999). Cosmo é um agente voltado para área da informática, mais especificamente para área de redes no roteamento de pacotes no domínio da Internet.

⁸ <http://www.legomindstorms.com>

Em tempo real, ele procura demonstrar e aconselhar a melhor forma de enviar pacotes para um determinado destino. Adele, por sua vez, é um agente com características humanas projetado para trabalhar com os estudantes na área da medicina. Suas funções são auxiliar na resolução de problemas e disponibilizar material para estudo. Além disso, Adele é capaz de destacar assuntos importantes, monitorar o aluno e realizar testes de avaliação com o objetivo de verificar o grau de compreensão do aluno sobre o assunto que está sendo estudado.

Pesquisadores têm investigado o impacto destes agentes em ambientes de aprendizagem interativo. André (1999), por exemplo, demonstraram que estudantes podem considerar o assunto em estudo significativamente menos difícil e a apresentação mais lúdica na presença de um agente pedagógico. Neste mesmo experimento a maior parte dos estudantes afirmou que o agente os auxiliou a prestar atenção a informações relevantes. Já Craig (2002) mostraram efeitos distintos no aprendizado de alunos submetidos a interações com agentes estáticos e animados.

Aspectos sociais e afetivos também são fundamentais nas experiências de aprendizagem dos estudantes em ambientes computacionais interativos. Elliot (1999) investigou a importância da dimensão afetiva em personagens virtuais, desenvolvendo estudos sobre agentes pedagógicos que são sensíveis aos estados emocionais dos estudantes e são capazes de utilizar aspectos afetivos na resolução de problemas. De Angeli (2001) também apresentaram argumentos que dão suporte à utilização de agentes de interface, enfatizando que, através da introdução de estímulos sociais, os agentes de interface podem melhorar a comunicação entre o usuário e o computador.

A denominação “Agentes Sociais” ou “Agentes Sociais Inteligentes” (*Socially Intelligent Agents* ou *Social Agent Systems*) já vem sendo usada pela área de IA e de tecnologias aplicadas a Educação. Em várias conferências, esta denominação aparece entre os tópicos de interesse.

A idéia de agentes sociais pode ser amplamente aplicada em ambientes de aprendizagem. Como estes ambientes utilizam frequentemente interações entre os alunos como estratégia pedagógica, esta prática deve ter atenção de forma que realmente proporcione a aprendizagem. Tanto na interação direta do usuário com o sistema, como na interação entre usuários, um agente social pode atuar percebendo as ações do usuário de forma a modelar seu comportamento individual, bem como do mesmo inserido em um grupo.

Os atuais ambientes de aprendizagem desenvolvidos apresentam espaços para a interação. Ela pode ser realizada através da resolução cooperativa de problemas, discussões sobre tópicos de interesse ou realização de tarefas sob orientação/condução do próprio ambiente. No livro “A Inteligência Coletiva”, Pierre Lévy aponta para um novo caminho, para uma sociedade que cultive os laços sociais e potencialize as qualidades humanas. Argumenta que o processo de surgimento do gênero humano não está acabado e, pela primeira vez na história, podemos decidir que rumo tomar: “(...) *ao contrário do que ocorreu no momento do nascimento de nossa espécie, ou por ocasião da primeira grande mutação antropológica (...), temos agora a possibilidade de pensar coletivamente essa aventura e influenciá-la*” (Lévy, 1998).

Apresenta então, o surgimento de um novo espaço antropológico, o da inteligência e saber coletivos, onde seja instituída a socialização geral da educação, da

formação e da produção de qualidades humanas; o aprofundamento da democracia e a verdadeira valorização das qualidades e subjetividades humanas, como os laços sociais e o conhecimento. Mostra que podemos e devemos desviar em proveito do saber as técnicas existentes. Superando a sociedade do espetáculo, é possível utilizar a informática e as técnicas de comunicação com base digital para “*promover a construção de coletivos inteligentes, nos quais as potencialidades sociais e cognitivas de cada um poderão desenvolver-se e ampliar-se de maneira recíproca*” (Lévy, 1998).

Um requisito é identificado como fundamental na estrutura de um agente social, a capacidade de interagir com outros agentes. Esta característica aparece como a propriedade de *habilidade social* de um agente, citada por Wooldridge (2002). Rodrigues (2003) entende que a capacidade de interação social é a capacidade de raciocinar sobre as interações e as expectativas de interações futuras, de forma que este raciocínio influencie o comportamento e o processo de decisão do agente.

Para Conte (2001) um sistema social deve ter uma visão autônoma do agente que voluntariamente constrói seu destino. Ao mesmo tempo, uma teoria de sistemas sociais como sistemas de ação não são simplesmente como sistemas construídos de ações individuais. Os sistemas sociais devem ser responsáveis pela regulação e restrição dos agentes.

Guye-Vuillèrme (2000) considera quatro conceitos sociológicos para criação de agentes sociais autônomos para comportarem-se como “humanos virtuais”. Estes conceitos são baseados no modelo “*homo sociologicus*”. Ele difere da abordagem Bayesiana no fato da decisão ser considerada “certa” (determinística) de acordo com a aceitação social e não é resultado de qualquer tipo de “cálculo de utilidade”. Os quatro conceitos apresentados são:

- **Normas:** Normas sociais são padrões de comportamento que guiam as ações que devem ou não ser tomadas em uma dada situação. Normas sociais podem ser traduzidas em regras. Esta característica faz com que os clássicos sistemas de regras de produção sejam bastante úteis no desenvolvimento de agentes sociais.
- **Valores:** É um sistema moral pessoal. Alguns valores são universais, mas outros são específicos de um indivíduo social.
- **Visão do Mundo:** Identificar a visão de mundo de um grupo e como esta foi criada e mantida, é uma importante tarefa da microsociologia, pois ajuda a entender as ações dos indivíduos. Tipificação e classificação das entidades de um mundo são importantes mecanismos cognitivos do comportamento social.
- **Papel:** É um conjunto de padrões de comportamento coerente, mas também inclui elementos da visão de mundo, normas e valores, fazendo que os papéis se tornem um conceito central nesta abordagem. Um papel é ligado a variáveis como idade, status profissional, etc. Um indivíduo pode assumir vários papéis e usá-los sucessivamente. Por exemplo, uma mulher pode atuar como executiva, como mãe ou como consumidora de cosméticos.

Os agentes sociais, neste projeto, são compostos de um conjunto de papéis e sua “liberdade”, definida como um comportamento imprevisível, deve emergir das contradições entre estes papéis.

Em Wainer (2001) é apresentada uma arquitetura de agente baseada na teoria social. Esta arquitetura é apresentada na Figura 2.1. Esta teoria afirma que em um encontro, do tipo *brainstorming*, todos os participantes devem falar a mesma quantidade

de tempo para caracterizá-lo como um “bom encontro”. Em um encontro mediado por áudio-teleconferência, um agente pode coletar informações de quanto cada participante interagiu na discussão. Este agente interpreta pausas de menos de 30 segundos como um “discurso” e pausas de mais de 30 segundos como “silêncio”.

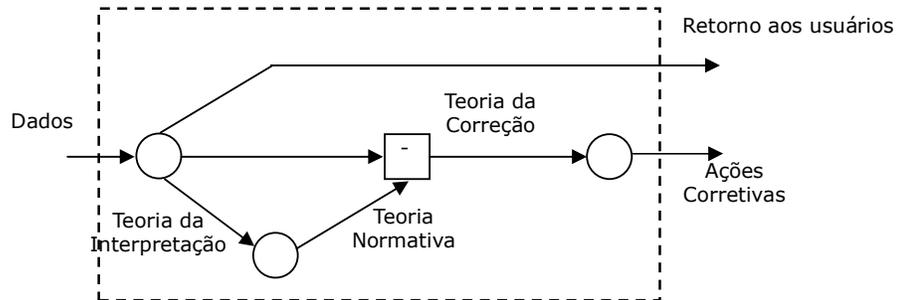


Figura 2.1: Arquitetura Genérica de Agente Social

Desta forma, surge a teoria da interpretação (*interpretation theory*). Neste sistema, os usuários podem obter *feedback* através de mensagens de e-mail enviadas após os encontros ou gráficos de tempo de conversa na tela. Sistemas diferentes, que incorporam teorias corretivas e normativas, podem comparar o tempo de conversa de cada participante com a teoria normativa (*normative theory*) onde todos deveriam falar a mesma quantidade de tempo e, assim, comparar o comportamento atual do participante com seu comportamento normativo. Para exemplificar uma possível teoria corretiva (*corrective theory*), supõe-se que um participante falou mais que o tempo permitido, enquanto o outro falou um tempo inferior. Assim, uma mensagem poderia aparecer na interface destes participantes avisando sobre seus comportamentos. Outra correção poderia ser uma mensagem incentivando um participante a falar, quando detectado seu “silêncio”. No modelo do Agente Social apresentado na seção e 3.1 *Modelagem do Agente Social*, são considerados aspectos relacionados à teoria da interpretação, visto que o perfil social do aluno é definido pela quantidade de interações iniciadas e atendidas pelo aluno avaliado.

Na literatura não aparece uma arquitetura proposta para um agente com função social, mas vários modelos e propostas específicos para as aplicações. Como os agentes sociais buscam melhorar a interação social, alguns sistemas para este fim também consideram a afetividade nos processos de negociação e cooperação das sociedades artificiais, tais como os propostos por (Cañamero, 1997) (Cañamero, 1998) (Cañamero, 2000) (Cañamero, 2001) (Cañamero, 2003) (Castelfranchi, 2000) (Jaques, 2002) (D’Inverno, 2000) e consciência social (*social awareness*) que envolve relações de coordenação e cooperação, como o trabalho de Busetta (2003) que propõe uma arquitetura de agente social para ambientes multimídia de larga escala e multi-usuário baseados na cooperação entre agentes. Nestes casos, os sistemas têm a capacidade de possuir emoções e, quando possível, desenvolver novas emoções. Estes trabalhos foram estudados, porém não foram utilizados diretamente nesta pesquisa, em função da aplicação e dos contextos em que estão inseridos.

Outra aplicação que considera agentes sociais como agentes inteligentes interativos é a aplicação comercial japonesa *I-Chiara*. Este sistema utiliza técnicas de IA para construir agentes com habilidades sociais que interagem com usuários de uma rede de telefonia sem fio. Nesta interação, os agentes, representados por avatares,

podem tanto sugerir a ligação entre pessoas como entre agentes e pessoas. Estes agentes podem ser, por exemplo, vendedores, que conhecem os usuários do sistema e sugerem produtos variados (eletrônicos, cosméticos, acessórios, roupas, etc.) Este sistema busca a socialização entre as pessoas conectadas a esta rede de telefonia, mas é utilizado principalmente para estratégias de marketing de produtos. Essencialmente, o sistema de *I-Chara* fornece uma maneira combinar pessoas que têm interesses similares como informações de produto e de serviço. A menos que um usuário escolha de outra maneira, todas as interações do avatar são anônimas, e os usuários podem vetar interações indesejáveis, como agentes de vendas.

O trabalho de D'Inverno (2000) discute como as interações sociais afetivas resultam da ação social individual e da mente. Seus agentes sociológicos modelam seu ambiente social e não o comportamento social dentro dele para entender o comportamento afetivo. Este trabalho converge com a perspectiva de Castelfranchi, em que o social não vem da ação coletiva, mas através da ação social individual e da mente.

O impacto dos agentes sociais no comportamento do usuário é abordado em Wiberg (2001). Neste trabalho os agentes sociais são considerados interfaces que atuam de forma autônoma, mas relacionados às ações dos usuários. A idéia é melhorar a relação do usuário através da interface. O enfoque deste trabalho difere do foco buscado em nossa pesquisa, que considera agentes sociais sob o ponto de vista da IA.

A personalidade de um agente não é uma característica simples de se inferir em um ambiente artificial. Como saber se um agente é curioso ou introvertido? No trabalho de Grand (2000) os agentes autônomos apresentam personalidade que emerge do seu comportamento no sistema em que estão inseridos. É um sistema bastante complexo e envolve agentes baseados em modelos biológicos (genéticos), químicos e neurais.

Alguns diferentes sistemas propõem o uso de agentes sociais em ambientes de aprendizagem para aumentarem suas potencialidades. Podemos citar (Andrade, 2001) e (Jaques, 2005). Já em projetos de sistemas de trabalho suportado pelo computador (CSCW) é importante observar os aspectos relacionados ao comportamento social dos usuários. Trabalhos como (Cao, 2003) (Wainer, 2001) e (Vizcaino, 2002) introduzem o uso de agentes sociais para facilitar o processo de trabalho cooperativo.

As aplicações e pesquisas relacionadas nesta seção serviram de inspiração para o modelo do Agente Social proposto neste trabalho (seção 3.1 *Modelagem do Agente Social*). A próxima seção apresenta os conceitos relacionados às Redes Probabilísticas, utilizadas para modelagem do conhecimento e do raciocínio do Agente Social.

2.3 Raciocínio Probabilístico

Esta seção aborda uma forma de representação do conhecimento e raciocínio de agentes através de redes probabilísticas. Esta representação é apresentada por ser a utilizada para modelagem do agente proposto no próximo Capítulo e utilizado também de forma semelhante em trabalhos como (Conati, 2002) e (Wang, 2003) e no ambiente AMPLIA (Flores, 2005), nossa aplicação. Mais detalhes sobre as técnicas de Redes Bayesianas podem ser obtidas em (Russel, 2004) e de Diagramas de Influência em (Shachter, 1986).

2.3.1 Redes Probabilísticas

As redes probabilísticas são modelos baseados em representações gráficas das dependências probabilísticas do domínio da aplicação. Enquadram-se nesta definição as Redes Bayesianas (BN), as Redes de Markov (MN) e os Diagramas de Influência (ID).

Uma *Rede Bayesiana* é um grafo orientado acíclico onde nodos são variáveis aleatórias e arcos representam relações de dependência probabilísticas direta entre os nodos que conectam. A intensidade do relacionamento de X com seus pais (nodos com arcos que incidem em X) é dada por $P(X|pa(X))$, distribuição de probabilidade condicional de X , dado seus pais. $P(X_1, \dots, X_n) = \prod_i P(X_i | pa(X_i))$ é a distribuição de probabilidade conjunta de todas as variáveis. Se $pa(X_i)$ for o conjunto vazio, $P(X_i | pa(X_i))$ se reduz à distribuição incondicional de X_i (Russell, 2004).

Quando aparece a necessidade de adicionar ao modelo a tomada de decisão, as Redes Bayesianas são estendidas de forma a configurarem um *Diagrama de Influência*. Este diagrama é, assim como a rede bayesiana, um grafo orientado acíclico que possui nós de probabilidade, nós de decisão e nós de utilidade que permitem a representação de funções de utilidade (seção 3.5), muito importantes num processo de tomada de decisão (Shachter, 1986).

O Diagrama de Influência (ou rede de decisão) é um grafo orientado acíclico (DAG) $G=(N,E)$ onde $N=P \cup D \cup \psi$ é o conjunto dos nós e E o conjunto dos arcos, sendo (Shachter, 1986):

- P , nós de probabilidade, variáveis aleatórias (ovais). Cada nó tem associado uma tabela de probabilidades condicionais.
- D , nós de decisão, pontos de escolha de ações (retângulos). Seus nós pais podem ser outros nós de decisão ou nós de probabilidade.
- ψ , nós de utilidade, funções de utilidade (losangos). Cada nó possui uma tabela contendo a descrição da utilidade como funções das variáveis associadas aos seus pais. Seus pais podem ser nós de decisão ou nós de probabilidade.

Os arcos condicionais são arcos incidindo em nós probabilísticos ou de utilidade e representam dependência probabilística.

As redes de decisão permitem computar ações ou seqüência de ações com a utilidade máxima prevista dada a evidência disponível no estado atual do mundo. Em sociedades multiagente, as ações são computadas pelos agentes.

Em um modelo de decisão, as preferências de um agente inserido em um mundo de estados S são expressas pela função de utilidade $U(S)$, a qual atribui um único número para expressar a preferência de um estado. Além disso, para cada ação a do agente e para cada resultado possível S' de uma ação, $P(S'|E,a)$ representa a crença do agente que a ação resultará no estado S' , quando a ação é realizada em um estado identificado pela evidência E . Desta forma, a utilidade da ação a pode ser computada como segue:

$$EU(A) = \sum_S P(S|E,a)U(S')$$

O agente de decisão seleciona a ação que maximize este valor no momento da decisão de como agir.

Para modelar ambientes que mudam com o tempo, podem-se utilizar as redes de decisão dinâmicas (DDN). A Figura 2.2 mostra a rede usada em (Conati, 2002) para definir o comportamento do agente pedagógico que leva em consideração tanto a aprendizagem como as reações emocionais no momento de selecionar uma ação. Esta DDN modela o comportamento do agente em duas fatias de tempo, respondendo a seguinte questão: “*dado o estado do aluno S_{t_i} no tempo t_i , qual a ação do agente que maximiza a utilidade esperada do agente no tempo t_{i+1} , definido em termos da aprendizagem e estado emocional em cada tempo?*”

Na DDN da Figura 2.2, as ligações entre as variáveis em diferentes instantes de tempo indicam que o valor das variáveis (*Learning e Emotional State*) evolui no tempo e que o valor em um tempo t_i influencia o valor no tempo t_{i+1} . O arco entre os nodos *Learning*, por exemplo, modelam o fato de que é provável que um aluno saiba um dado conceito no instante de tempo t_{i+1} se ele soubesse o mesmo no instante de tempo t_i . Já o arco entre os nodos *Emotional State* representa o fato de que é provável que um aluno sinta uma emoção no tempo t_{i+1} se algo disparou esta emoção e o aluno já sentia tal emoção no momento t_i .

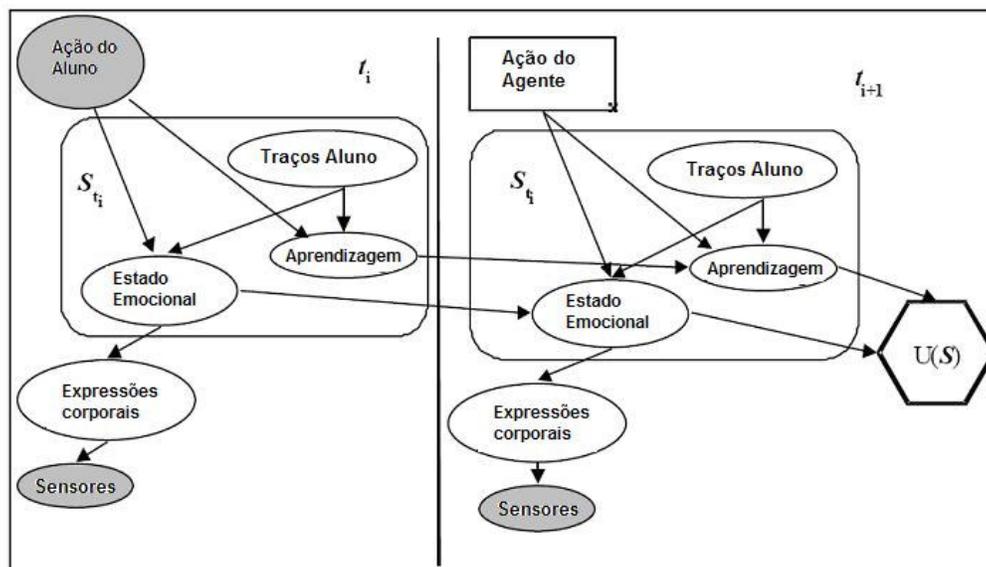


Figura 2.2: DDN de tomada de decisão do agente pedagógico

O nó retangular da fatia de tempo t_{i+1} representa as ações disponíveis do agente nesse tempo, enquanto o nó hexagonal representa a função de utilidade do agente. Para computar a ação do agente com maior utilidade neste momento, a DDN computa o valor previsto de cada ação dada a evidência atualmente disponível no tempo t_i . O nó de decisão do agente é ajustado, então, à ação com a maior utilidade prevista e à nova evidência das reações emocionais do aluno coletadas para avaliar qual estado emocional do agente foi gerado.

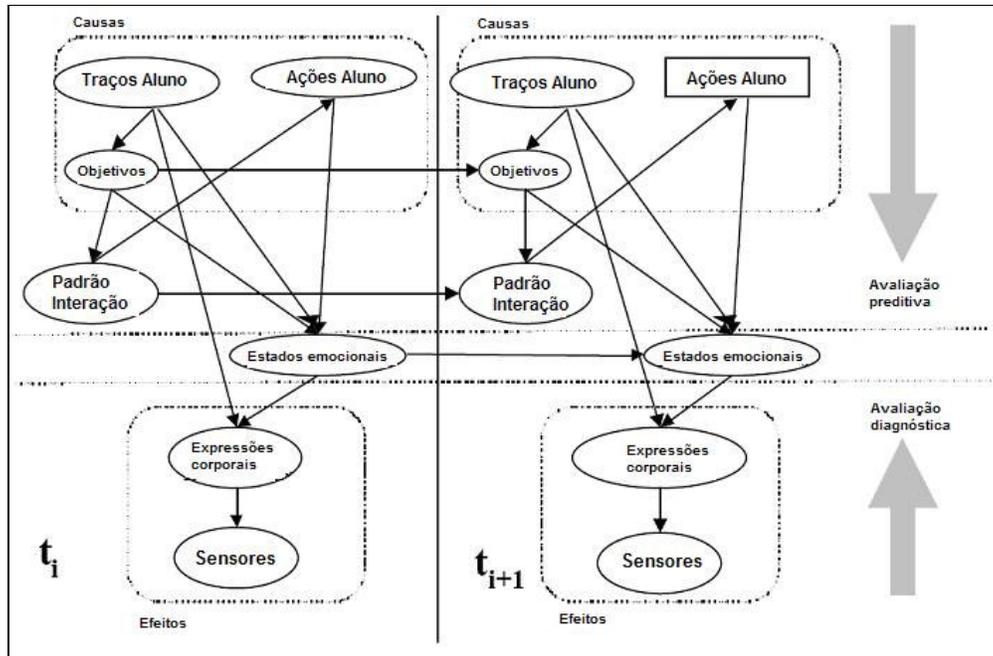


Figura 2.3: Dois instantes de tempo da DDN da afetividade do aluno

Na Figura 2.3 são apresentados dois instantes de tempo da DDN que forma o modelo afetivo do aluno. A rede inclui variáveis que representam tanto as causas como os efeitos de reações emocionais.

Embora as emoções afetem visivelmente as expressões e o comportamento das pessoas, os efeitos das emoções não são sempre claros o suficiente para permitir um diagnóstico preciso do estado emocional que o gerou. A intensidade da expressão corporal também pode variar em função dos traços pessoais, como a personalidade, e o contexto social.

Como este modelo segue a teoria cognitiva de emoções OCC (seção 2.8 *Emoções*), inclui variáveis para os *objetivos* (nodo *Objetivos*) dos alunos ao utilizarem o jogo. Estes objetivos são elementos-chaves no modelo OCC (Ortony, 1998), mas difíceis de identificar com certeza, por isso neste modelo o nodo *Objetivos* depende do nodo *Traços Aluno*. As dependências probabilísticas entre os objetivos do aluno, estados do jogo e reações emocionais são representadas pelo arco que liga os nodos *Objetivos* e *Ações Aluno* (ou *Ação Agente*) com o nodo *Estados Emocionais*.

2.3.2 Teoria da utilidade

O princípio de utilidade máxima esperada (UME) afirma que um agente racional deve escolher uma ação que maximize a utilidade esperada do agente (Russell, 2004). Embora este princípio defina a ação correta que um agente deve adotar em um problema de decisão qualquer, as computações envolvidas tornam-se demasiado complexas, até em função da dificuldade de formulação completa de um problema. A teoria da decisão fornece uma estrutura na qual podemos ver onde se encaixam todos os componentes de um sistema de IA e buscar modelos que levem em consideração o estado inicial do ambiente, o aprendizado, a representação do conhecimento e a inferência.

A teoria da utilidade expressa em uma função numérica as preferências de um agente em relação aos diferentes estados de um mundo. Em função das restrições impostas às preferências de um agente é possível derivar preferências para cenários mais complexos de tomada de decisão.

Um exemplo de cenário complexo é o de uma loteria L que é uma distribuição de probabilidades sobre um conjunto de resultados reais, ou seja, os prêmios pagos pela loteria. Os resultados possíveis da loteria são C_1, \dots, C_n que podem ocorrer com as probabilidades p_1, \dots, p_n , são expressos como:

$$L = [p_1, C_1; p_2, C_2; \dots; p_n, C_n]$$

Já uma loteria de apenas um resultado pode ser representada por A ou $[1, A]$. Com dois estados atômicos possíveis, A e B , a loteria pode ser expressa por $L = [p, A; (1-p), B]$, com probabilidades de p para A e $(1-p)$ para B .

As preferências entre os prêmios pagos são utilizadas para determinar preferências entre loterias ou estados, ou seja:

$A \succ B$ A é preferível a B

$A \sim B$ o agente é indiferente entre A e B

$A \succ B$ A é preferível ao B ou o agente é indiferente entre eles

A teoria da utilidade tem suas raízes na economia. Segundo (Dillon, 1971), o princípio de Bernoulli⁹, colocado em termos maximizar a utilidade esperada dos retornos ou da renda, envolve os axiomas de ordenamento, continuidade e independência (continuidade).

Os axiomas da teoria da utilidade, que definem restrições semânticas sobre preferências e loterias, podem ser especificados como segue:

1. **Ordenabilidade:** a ordem de preferência de uma pessoa por alternativas de ação pode ser representada por um ordenamento. Desta forma, uma pessoa ao se confrontar com duas alternativas A e B , ou prefere A ou prefere B , ou é indiferente a ambas.

De um modo geral, o axioma de ordenamento assegura a transitividade de escolha de eventos incertos por parte do tomador de decisão, no sentido de que se A é preferido a B e B é preferido a C , então A será preferido a C .

Em uma sociedade de agentes, cada agente deve preferir um ou outro estado, ou seja, não pode evitar a tomada de decisão.

$$(A \succ B) \vee (B \succ A) \vee (A \sim B)$$

⁹ “A teoria da decisão de Bernoulli é uma abordagem generalizada para a tomada de decisão sob condições de risco. É uma teoria **normativa** baseada em probabilidades subjetivas de um tomador de decisão a respeito da ocorrência de eventos incertos e, em preferências pessoais, pelas consequências potenciais destes eventos”.

2. **Transitividade:** Se um agente prefere um estado A a um estado B e prefere B a C , então deverá preferir A a C .

$$(A \succ B) \wedge (B \succ C) \Rightarrow (A \sim C)$$

3. **Continuidade:** o axioma da continuidade implica na existência de equivalente assegurado tendo em vista que sempre existe uma quantia certa B que se tornará indiferente a uma loteria envolvendo os eventos incertos A e B para uma dada probabilidade P de A ocorrer e para $1-p$ de C ocorrer.

$$A \succ B \succ C \Rightarrow \exists p [p, A; 1-p, C] \sim B$$

4. **Substitutibilidade:** Se um agente está indiferente a duas loterias A e B , então também estará indiferente a outras duas loterias complexas, exceto pela substituição de A por B em uma delas.

$$A \sim B \Rightarrow [p, A; 1-p, C] \sim [p, B; 1-p, C]$$

5. **Monotonicidade:** Sejam duas loterias com resultados idênticos para A e B , mas com probabilidades diferentes. Quando um agente prefere A a B , então deve preferir a loteria que tem uma probabilidade mais alta para A , e vice-versa.

$$A \succ B \Rightarrow (p \geq q \Leftrightarrow [p, A; 1-p, B] \succ [q, A; 1-q, B])$$

6. **Decomponibilidade:** As loterias mais simples podem ser reduzidas a loterias mais simples, com o uso da lei da probabilidade.

$$[p, A; 1-p, [q, B; 1-q, C]] \sim [p, A; (1-p)q, B; (1-p)(1-q), C]$$

Os axiomas 1, 2 e 3 resultam no princípio de Bernoulli, também conhecido pelo Teorema da Utilidade Esperada, ou ainda, pelo Teorema Fundamental da Teoria da Utilidade de (Von Neuman, 1947). Este teorema afirma que se os três axiomas não forem violados, então existe uma função U de utilidade para um tomador de decisão que associa um único índice de utilidade para qualquer evento incerto com o qual o tomador de decisão se defronta.

As propriedades da função de utilidade U que associa valores de prêmios ou loterias a números reais são:

- a) Se A é preferido a B então, $U(A) > U(B)$;
- b) Se $U(A) > U(B)$ então A será preferido a B , assegurando a transitividade;
- c) $U(A) > U(B) \Leftrightarrow A \succ B$; $U(A) = U(B) \Leftrightarrow A \sim B$;
- d) $U([p_1, S_1; p_2, S_2; \dots; p_n, S_n]) = \sum p_n U(S_n)$.

As propriedades (a) e (b) asseguram o ordenamento dos eventos incertos da função U , que são originadas da característica da transitividade dos axiomas (c). A utilidade da loteria a partir dos seus estados atômicos (S) é dada pelo axioma (d).

A teoria da probabilidade descreve as crenças de um agente com base nas evidências enquanto a teoria da utilidade descreve o que um agente quer, visto que a utilidade é uma função que faz o mapeamento de estados em números reais. Já a teoria da decisão leva em consideração as outras duas teorias para definir as ações do agente, ou o que cada agente deve fazer. As redes de decisão, ou diagramas de influência de (Howard, 1984), combinam Redes Bayesianas com nós especiais para ações e utilidades para resolver problemas de decisão. Constituem-se como uma extensão das Redes Bayesianas.

2.3.3 Exemplo de Representação do Raciocínio Probabilístico

Esta seção apresenta um exemplo de funcionamento de um diagrama de influência. A Figura 2.4 apresenta uma rede bayesiana construída com apoio do software *Hugin*¹⁰. Cada nodo representa uma variável. Cada variável possui vários estados e uma tabela de probabilidade condicional, ou CPT (*Conditional Probability Table*), correspondente. A CPT informa as probabilidades do nodo se encontrar em um determinado estado, dado os estados dos nodos pais.

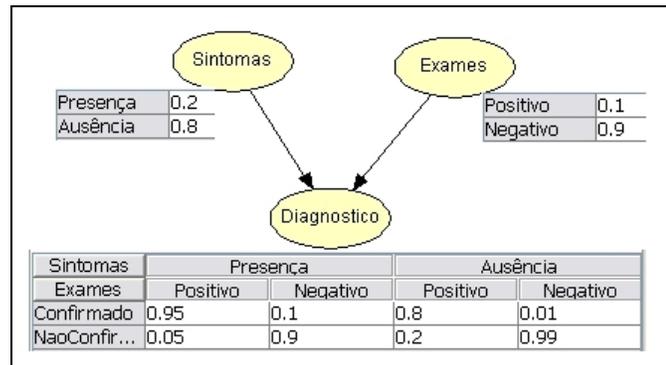


Figura 2.4: Exemplo de Rede Bayesiana com suas CPTs

Ao executar uma RB é aplicada a Teoria de Bayes (Russell, 2004) as probabilidades a posteriori para o nodo *Diagnóstico* são apresentadas na Figura 2.5.

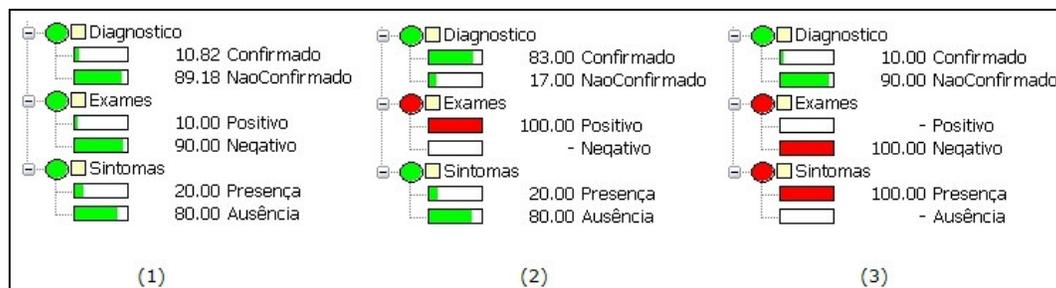


Figura 2.5: Três cenários de execução de RB

O cenário (1) da Figura 2.5 apresenta a propagação para o nodo *Diagnóstico* das

¹⁰ Disponível na Internet em: <http://www.hugin.com>

probabilidades a priori dos nodos *Sintomas* e *Exames*. A alteração das evidências deste modelo implicará na alteração das probabilidades a posteriori do nodo *Diagnóstico*. Assim, no cenário (2) temos predominância da ausência de sintomas, porém, os exames indicaram com 100% de certeza a presença de certa patologia. Assim, o diagnóstico terá 83% de chance de ser confirmado. Já o cenário (3) apresenta um caso onde os sintomas estão presentes, mas os exames descartam a presença da patologia. Em função destas evidências, o diagnóstico possui 90% de chance de não se confirmar.

Como apresentado na seção 2.3.1 *Redes Probabilísticas*, as RB podem ser ampliadas para a construção de diagramas de influência (DI) que auxiliam a tomada de decisão, como representado na Figura 2.6.

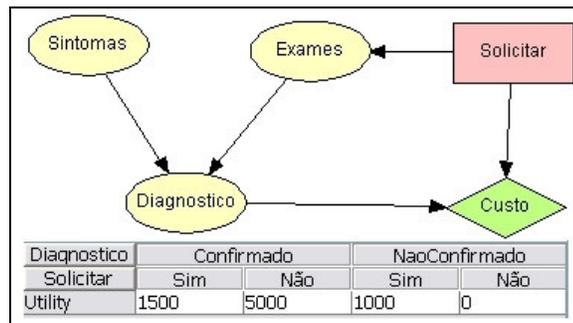


Figura 2.6: Exemplo de DI com sua CPT

No exemplo da Figura 2.6, a solicitação de exames tem um custo agregado. Assim como os exames aumentam a probabilidade de um diagnóstico correto, um diagnóstico positivo implicará em um custo de tratamento. Um tratamento precoce provavelmente terá um custo inferior a um tratamento posterior, entretanto, se o diagnóstico não se confirmar, a solicitação de exames seria desnecessária. De acordo com a entrada de evidências, por exemplo, a presença de sintomas que aumentam a probabilidade do diagnóstico, seria útil a solicitação de exames, já que a confirmação do diagnóstico possibilitará o tratamento precoce.

Os agentes inteligentes do ambiente AMPLIA (Flores, 2005) e o Agente Social do PortEdu foram modelados através de Redes Bayesianas e Diagramas de Influência. O modelo do Agente Social será apresentado na seção 3.1 *Modelagem do Agente Social*.

2.4 Ontologias para Comunicação de Agentes Probabilísticos

Esta seção não tem o objetivo de aprofundar-se na discussão sobre ontologias, mas apresentar o enfoque do seu uso na área de informática, mais precisamente na web semântica.

O propósito da web semântica é conferir maior significado às páginas distribuídas pela web, de forma que os programas de computador pudessem interpretar e relacionar o conteúdo das mesmas (Berners, 2001).

As ontologias permitem que agentes interpretem o significado de conceitos de forma flexível e sem ambigüidade. Neste sentido, a W3C (*World Wide Web Consortium*) vem desenvolvendo um conjunto de recomendações relacionadas à web semântica.

Para alcançar o ambiente universal para a troca de informações entre pessoas e máquinas a W3C desenvolve especificações abertas das tecnologias necessárias e, através do desenvolvimento com código aberto, identifica os componentes que serão necessários para viabilização da web semântica.

As principais tecnologias da web semântica são definidas por um conjunto em camadas de especificações. Os componentes atuais configuram o modelo núcleo do RDF (*Resource Description Framework*), a linguagem *RDF Schema* e a OWL (*Web Ontology Language*). Acima destes componentes principais está uma linguagem de consulta padrão para RDF, o *SPARQL*, o qual possibilita a união de coleções descentralizadas de informação em RDF. Todas estas linguagens têm como base URI (*Universal Resource Identifier*), XML (*eXtended Markup Language*) e *XML namespaces*.

A OWL (*Web Ontology Language*) é uma linguagem de marcação semântica que permite a descrição de classes, propriedades e suas instâncias. Além disso, permite, entre outros, a definição da relação entre as classes, da cardinalidade e das características das propriedades (Ding, 2005) (Dean, 2004).

Uma forma de facilitar a comunicação entre os agentes é definir uma concordância entre a terminologia sobre o domínio usada por estes. Uma ontologia é uma especificação formal de um conjunto de termos ou conceitos descritos em lógica sobre uma determinada área de conhecimento que pode ser compartilhada e conhecida pelos agentes de uma sociedade.

Para que a comunicação se dê em nível de conhecimento, os agentes precisam de um vocabulário comum, provido pelas ontologias. Além disto, as ontologias permitem a reutilização do conhecimento sobre um domínio.

Uma forma de representar a incerteza e a capacidade de raciocínio em cenários, onde somente parte da informação referente a um conceito está disponível, é a incorporação de Redes Bayesianas nas ontologias OWL. Uma extensão probabilística para a OWL foi proposta por Rong (2005) e foi denominada de BayesOWL.

A abordagem apresentada em Rong (2005) acrescenta a OWL marcações adicionais para probabilidades a conceitos, indivíduos, propriedades e relacionamentos. Também define um conjunto de regras de tradução para converter ontologia probabilística em uma Rede Bayesiana.

BayesOWL foi desenvolvida para ser uma metodologia para mapeamento automático de ontologias. Neste contexto, as ontologias são traduzidas em RBs e o mapeamento do conceito entre duas ontologias são tratadas como raciocínio entre as duas RBs traduzidas. Tabelas de probabilidades são criadas automaticamente durante a tradução para medir a similaridade entre os conceitos.

O foco no mapeamento de ontologias limita a BayesOWL na representação de variáveis com estados *verdadeiro* e *falso*, somente. A razão para isso se deve ao fato de que o conhecimento probabilístico associado a cada conceito da ontologia é usado somente para verificar se dois conceitos de ontologias diferentes são o mesmo.

Outra abordagem para representar o conhecimento probabilístico através de

OWL é apresentada no trabalho de Costa (2005), onde é definida a PR-OWL, uma extensão da OWL para expressar conhecimento probabilístico. Esta abordagem difere da BayesOWL pelo fato de ser baseada em Redes Bayesianas Multientidade (*Multi-Entity Bayesian Networks* - MEBN). A MEBN (Laskey, 2005) combina probabilidade bayesiana com lógica de primeira ordem. De acordo com os autores, o uso da PR-OWL permite expressar a distribuição de probabilidade em modelos de qualquer teoria de primeira ordem axiomática finita (Costa, 2005).

O uso da lógica MEBN como fundamento semântico para OWL provê expressividade e flexibilidade na representação de conhecimento probabilístico. Ela permite a representação de informação estrutural do modelo (grafo). A atual implementação da PR-OWL prove uma ontologia *upper-class* para desenvolver ontologias probabilísticas usando sintaxe RDF¹¹ (*Resource Description Framework*), que é compatível com OWL. A falta de ferramentas para desenvolvimento da lógica MEBN e a necessidade de padronização pode ser uma desvantagem para soluções de curto prazo, mas também pode ser uma opção interessante para soluções de médio e longo prazo, visto que se adequa bem ao modelo W3C de padrões.

2.5 Interação Social e Cognição

Nos anos 1970, surgiram os trabalhos de um grupo de investigadores da área da psicologia social genética com o objetivo de estudar o papel da interação social na construção cognitiva (Bassetti, 2005). Nesta época, autores como Willem Doise e Gabriel Mugny (2002) e Anne-Nelly Perret-Clermont (1978) investigaram a influência da interação social na cognição a partir do referencial teórico de Piaget. Eles realizaram pesquisas em um modelo pré-pós-teste com grupo controle, com o objetivo de estudar as realizações individuais de crianças, depois de terem participado de sessões de exercício em grupo. A partir desses trabalhos, estes autores desenvolveram a concepção de conflito sociocognitivo, "*que amplia a idéia piagetiana de desequilíbrio e conflito intra-individual levando a equilibração majorante para o plano interpessoal*" (Moura, 1993: 40).

As definições de inteligência são variadas e, também, dependem da área do conhecimento que está sendo tratada. Na psicologia, muitos autores definem a inteligência como a capacidade de adaptação a um meio. O homem deve-se adaptar tanto ao meio físico como ao meio social. Mas o meio social é que estimula mais a evolução das capacidades cognitivas. Os homens são seres considerados inteligentes pelo fato de adquirirem conhecimentos através de sua inserção numa comunidade social. Assim, pode-se considerar como função principal da inteligência criativa a adaptação à vida social. Krüger (1986) apresenta as idéias dos pesquisadores Mead, Piaget e Vygotsky relativas ao desenvolvimento cognitivo. Segundo eles, as questões cognitivas mais complexas postas aos seres humanos são de origem social.

Uma determinada organização social favorece o aparecimento de capacidades cognitivas novas. Estas, por sua vez, tornariam possível o desenvolvimento de organizações sociais mais complexas, e assim sucessivamente. Desta forma, o desenvolvimento cognitivo do ser humano está diretamente ligado a sua interação social

¹¹ RDF é um padrão W3C para descrição de recursos na Web (<http://www.w3schools.com/rdf/default.asp>).

com o meio, com objetos e com outros seres humanos.

Segundo Krüger (1986), Mead propõe uma ligação entre a interação social e desenvolvimento intelectual, a partir da noção de conversação por gestos: antes mesmo da tomada de consciência, a interação de dois indivíduos fornece uma base para a construção do pensamento simbólico. Os gestos interiorizados são símbolos significativos porque têm os mesmos significados para todos os indivíduos de uma dada sociedade.

Piaget, nas suas últimas práticas de investigação, relacionou o papel da cooperação inter-individual na elaboração da atividade intelectual. Ele discute três espécies de transformações do pensamento conduzidas pela cooperação. Primeiro, a cooperação é fonte de reflexão e consciência de si. Segundo, a cooperação dissocia o subjetivo do objetivo (é fonte de objetividade) e, terceiro, a cooperação é fonte de regulação (instaura a regra de pura reciprocidade, fator do pensamento lógico e princípio dos sistemas das noções e dos sinais).

Nos estudos de Piaget (1976) são apresentados como esquemas cognitivos mais elementares se associam a estruturas cada vez mais complexas no decorrer do desenvolvimento do indivíduo.

Vygotsky, apesar de não concordar com as concepções de Piaget em relação à linguagem infantil, pois considerava demasiado o foco nas características egocêntricas da primeira linguagem, compartilha a idéia da intervenção dos fatores sociais no desenvolvimento cognitivo. Para Vygotsky, a linguagem egocêntrica seria uma etapa intermediária, entre a linguagem falada e linguagem interiorizada. Ou seja, considera como direção para o desenvolvimento, o sentido do pensamento do social para o individual (enquanto a seqüência piagetiana coloca o desenvolvimento do pensamento autista não verbal à palavra socializada e ao pensamento lógico, via pensamento egocêntrico e a palavra).

Mas a simples interação não necessariamente leva ao desenvolvimento cognitivo. Segundo Doise (2002), a participação em certas interações sociais necessita de competências iniciais para que possa ser fonte de progresso individual.

Mead, Piaget e Vygotsky deixaram idéias para ilustrar suas concepções sociais da inteligência, mas não deixaram paradigmas e processos empíricos. A teoria de Zona de Desenvolvimento Proximal, de Vygotsky, é uma noção que reforça seu pensamento de que a inteligência é fruto da interação social, visto que considera:

“a distância entre o nível real de desenvolvimento, determinado pela capacidade de resolver independentemente um problema, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de um problema sob a orientação de um adulto ou em colaboração com outro companheiro mais capaz”.

Esta teoria vem sendo utilizada pelo grupo de pesquisa em IA da UFRGS para fundamentar os ambientes inteligentes de aprendizagem (Andrade, 2001).

O indivíduo não é passivamente moldado por regulações impostas pelo meio externo. A concepção que será seguida nesta tese é interacionista e construtivista, ou

seja, o indivíduo ao agir sobre o meio, elabora seus sistemas de organização desta ação sobre o real. Mas não atua, na maior parte das vezes, sozinho sobre o real. Ao coordenar suas próprias ações com as do grupo, elabora os sistemas de coordenação das suas ações e consegue reproduzi-las sozinho em seguida. Como coloca Doise (2002) a interação social é circular e progride em espiral, pela interação o indivíduo domina certas coordenações que lhe permitem participar de interações sociais mais elaboradas que, por sua vez, tornam fonte de desenvolvimento cognitivo.

Perret-Clermont (1978) elaborou suas pesquisas com crianças e verificou que, em determinadas condições, a interação social pode contribuir para o desenvolvimento das estruturas cognitivas. O processo da interação social pode possibilitar aos sujeitos a coordenação das ações entre si ou o confronto de opiniões divergentes, o que poderia ocasionar conflitos cognitivos, que, por sua vez, produziriam progressos na estrutura cognitiva dos indivíduos. De acordo com esta autora, várias pesquisas realizadas demonstraram que a estruturação cognitiva dos grupos possui maior intensidade que a estruturação cognitiva dos indivíduos. Isto se deve à natureza da interação social, que proporcionaria divergências de pontos de vista dos sujeitos, gerando uma reorganização e progresso em suas perspectivas cognitivas (Bassetti, 2005). O conflito sociocognitivo desencadeia desequilíbrios, mas não é condição suficiente para produzir progressos na estrutura cognitiva. Dessa maneira, o sujeito precisa ter alcançado certo nível de competência para que sua participação em uma situação de interação social possibilite um progresso em seu desenvolvimento.

Ao analisarem os efeitos do contexto social na aprendizagem, Light (1991) mostraram que, sob certas circunstâncias, as crianças que participaram de uma sessão de interação tiveram progressos maiores do que aquelas que trabalharam individualmente; e que interagir com um companheiro que respondia corretamente às questões não era condição necessária para progredir. A explicação para tais descobertas foi interpretada, principalmente, a partir do conflito sociocognitivo. Porém, segundo Gilly (1992), a modalidade social exclusivamente cooperativa sem a ocorrência de oposição entre as díades, mesmo que não se tenha conflito social evidenciado, não elimina que a ação de um dos dois sujeitos possa ser perturbadora para o desenvolvimento da ação ou do pensamento do outro. Ainda para estes autores, que realizaram pesquisas com crianças de 11 a 13 anos, para compreender os mecanismos pelos quais a interação pode beneficiar os sujeitos envolvidos, é necessário considerar três fatores: (i) as condições de apresentação do problema (ou as características da tarefa); (ii) o tipo de funcionamento cognitivo individualizado gerado; e (iii) o tipo de funcionamento sociocognitivo da díade.

Outro exemplo que pensa as relações entre aprendizagem, interação social e cognição, é a chamada pedagogia da *aprendizagem colaborativa*, em que se procura reunir as contribuições de três correntes da psicologia cognitiva: cognição situada, cognição por conflito sociocognitivo, cognição guiada em zona de desenvolvimento proximal (Dillenbourg, 1995).

2.5.1 Estilos de Aprendizagem

As características individuais do aluno, como personalidade, estado afetivo e estilo de aprendizagem, determinam a forma como cada um apreende conceitos, estabelece relações e desenvolve habilidades. Desta forma, a aprendizagem é um processo que envolve modificações estruturais no indivíduo baseado nas suas

características individuais e nas suas relações sociais.

A forma particular como uma pessoa adquire conhecimento ou habilidades define seu estilo de aprendizagem. Os estilos de aprendizagem são considerados uma dimensão bipolar e se referem a um modo preferencial em abordar o conteúdo da aprendizagem. Não são “bons” ou “ruins”, simplesmente expressam uma tendência (Lopes, 2002).

Na literatura encontram-se várias formas de classificação dos estilos de aprendizagem, como de Schmeck (1988), Kolb (1985), Myers-Briggs (MBTI) e Grasha-Riechman (1972, 1974). Neste trabalho, será adotada a classificação proposta por Felder e Soloman (2008), que apresenta 4 pares de estilos de aprendizagem:

Aprendizes Ativos e Reflexivos – Aprendizes ativos tendem a reter e entender melhor a informação quando fazem algo ativo com a informação, ou seja, quando a discutem ou a explicam para outras pessoas. Já aprendizes reflexivos preferem primeiro pensar sobre a informação que receberam. Aprendizes ativos preferem atividades em grupos, ao contrário dos reflexivos que preferem trabalhos individuais. Qualquer pessoa pode ser *ativo* em alguns momentos e *reflexivo* em outros. A preferência por uma ou outra categoria pode ser forte, moderada ou fraca. O desejável é uma preferência balanceada entre as duas categorias. Assim, se uma pessoa sempre age antes de pensar pode chegar a conclusões incompletas ou incorretas, enquanto que despender muito tempo pensando pode não levar a lugar algum.

Aprendizes Sensitivos e Intuitivos – Aprendizes sensitivos tendem a aprender mais com fatos, enquanto os intuitivos preferem descobrir possibilidades e relações. Sensitivos geralmente resolvem problemas por métodos conhecidos e não gostam de surpresas, já os intuitivos preferem inovação e não gostam de repetição. Sensitivos vão reagir de uma forma mais negativa que os intuitivos quando testados por um conteúdo que não foi explicitamente trabalhado ou apresentado em sala de aula. Sensitivos tendem a ser pacientes com detalhes e possuem boa memorização de fatos e trabalhos práticos, enquanto os intuitivos entendem melhor novos conceitos e sentem-se confortáveis com abstrações e fórmulas matemáticas. Por isso, sensitivos tendem a ser mais práticos e cuidadosos e os intuitivos trabalham mais rápido e são mais inovadores. O desejável é um aprendiz que desempenhe ambas as funções, ou seja, ser inovador sem descuidar de métodos e trabalhos práticos.

Aprendizes Visuais e Verbais – Aprendizes visuais lembram-se melhor do que vêem (imagens, diagramas, gráficos, linhas do tempo, filmes e demonstrações). Aprendizes verbais retêm palavras (escritas ou faladas). Mas os aprendizes, em geral, aprendem mais quando a informação é apresentada de ambas as formas, visual e verbal. Para isso, precisam ter a habilidade de processar a informação de ambas as formas. Porém, Felder (2008) observa que a maioria das pessoas são *visuais*.

Aprendizes Seqüenciais e Globais – Aprendizes seqüenciais tendem a aprender de forma linear, passo-a-passo, com uma seqüência lógica definida. Aprendizes globais tendem a absorver os conteúdos de forma aleatória, sem se preocupar com as conexões, demonstrando um comportamento mais “hipertextual”. Globais podem resolver mais rápido problemas complexos, porém nem sempre conseguem explicar como alcançaram a solução. Aprendizes seqüenciais podem não compreender completamente um material, mas conseguem resolver um tema de casa ou passar em um teste, desde que as partes

que eles estudaram estejam logicamente conectadas. Aprendizes fortemente globais, sem habilidades de pensamento seqüencial, podem apresentar sérias dificuldades de compreensão até chegarem a uma imagem explicativa. Após chegarem e observarem esta imagem, ainda podem perder detalhes importantes do assunto, enquanto os seqüenciais conseguem saber bastante sobre aspectos específicos do assunto.

Segundo Felder (1993), os ambientes que suportam o processo de ensino-aprendizagem devem incluir momentos variados para atender alunos de diferentes estilos. Assim, os cursos podem incluir momentos onde haja apresentação de conceitos apresentando os conteúdos estruturantes (global); possa balancear teoria e modelos (intuitivo) com demonstrações e exemplos (sensorial); utilize gráficos, gravuras, diagramas, esboços (visual) para suplementar a informação (verbal); inclua números, bem como exemplos algébricos (sensorial, indutivo) para ilustrar conceitos abstratos (intuitivo, dedutivo); propicie momentos para uma participação (ativo) e reflexão do material apresentado (reflexivo).

Neste trabalho é utilizado o modelo de estilo de aprendizagem proposto por Felder e Silverman (1998) e o questionário aplicado para inferência dos estilos de aprendizagem foi o *Index of Learning Styles* (ILS), extraído do trabalho de Soloman & Felder (2008).

O ILS é composto por quarenta e quatro itens, sendo onze itens para cada uma das quatro dimensões dos estilos de aprendizagem. Cada item apresenta duas opções de respostas, e somente uma das alternativas pode ser marcada (selecionada). Quando as duas alternativas de uma questão se aplicam igualmente, o aluno respondente deve escolher àquela mais freqüente.

A pontuação para as questões escolhidas é feita da seguinte forma: uma tabela para cada par de estilos é elaborada com as letras “a” e “b” no cabeçalho. Caso o aluno tenha escolhido a letra “a” para a questão “1”, dá-se “1 ponto” para a letra “a” da “Questão1”. Caso o aluno tenha escolhido a letra “b” para a questão “2”, dá-se “1 ponto” para a letra “b” da “Questão2”. Por fim, somam-se as colunas, escrevendo os totais. Para cada uma das quatro escalas, subtrai-se o total menor do maior. Escreve-se a diferença (1 a 11) e a letra (a ou b) com o total maior. Por exemplo: se na tabela *Ativo/Reflexivo* foram obtidas quatro respostas “a” e sete respostas “b”, “3b” é o resultado da subtração (7 - 4) e a letra “b”, que corresponde à coluna que obteve mais respostas. A pontuação na tabela *Ativo/Reflexivo*, então, será “3b”. O nível de predominância de estilo indicado por pontuações de 1 a 3 na escala, indica “leve” preferência entre ambas as dimensões; pontuações de 5 a 7 na escala, indica preferência “moderada” por uma das dimensões; e a pontuação de 9 a 11 na escala, indica “forte” preferência por uma das dimensões.

Results for: Aluno1												
ACT	X											REF
	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11
						<--	-->					
SEN								X				INT
	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11
						<--	-->					
VIS					X							VRB
	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11
						<--	-->					
SEQ						X						GLO
	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11
						<--	-->					

Figura 2.7: Resultados do Estilo de Aprendizagem para o Aluno1

A Figura 2.7 agrupa os resultados obtidos pelo “Aluno1” (fictício) referentes à predominância do seu estilo de aprendizagem. Observa-se que o “Aluno1” apresenta *forte* preferência pela dimensão “Ativo” e *moderada* preferência para os estilos “Intuitivo”, “Visual” e “Seqüencial”.

Lopes (2002) apresentou um conjunto de pesquisas que demonstram que os estilos dos estudantes mais adiantados diferem dos estudantes mais novatos. Os estudantes já no final do curso tendem a apresentar os estilos semelhantes aos dos profissionais. Na engenharia, os estudantes graduados e os profissionais são mais intuitivos, indutivos e reflexivos do que os estudantes iniciantes de engenharia.

2.6 Colaboração e Formação de Grupos

Neste trabalho os ambientes colaborativos de aprendizagem referem-se àqueles onde seja possível que diferentes usuários participem, colaborem ou cooperem, sempre no sentido de uma produção que represente o objetivo em comum da ação. É necessário, portanto, diferenciá-los de tantos outros existentes, destacando as características que promovem a colaboração. A colaboração por si pressupõe trabalhar junto, ou seja, um necessita da existência do outro e de uma interação com este outro (Seixas, 2000).

De acordo com a teoria sócio-interacionista de Vygotsky, é na interação entre as pessoas e entre as pessoas e o meio que surge a aprendizagem, de modo que poderíamos invocar este autor como base para estes ambientes. Para que ocorra a interação entre pessoas é necessário que exista algum tipo de comunicação entre as partes, como, por exemplo, os ambientes colaborativos. Sob este aspecto, estes ambientes devem então inicialmente possibilitar a comunicação - uma comunicação mediada pelo computador.

É importante ressaltar que neste trabalho os termos cooperação e colaboração serão usados complementarmente, como significado da ação de "construir ou realizar algo em comum", assim como usado em Seixas (2000). A discussão das semelhanças e diferenças ente o "cooperar" e o "colaborar", tema este bastante controverso, pode ser encontrada no trabalho de Carneiro (2002).

As trocas sociais para a promoção da aprendizagem são enfatizadas por teóricos da aprendizagem, como (Piaget, 1976) e (Vygotsky, 1984), mesmo sabendo-se que a

aprendizagem ocorre individualmente. Estas atividades coletivas de aprendizagem normalmente são divididas em aprendizagem cooperativa ou colaborativa, existindo diferentes conceitos para estes termos. Na literatura podem-se encontrar autores que consideram ambos com o mesmo significado, outros que diferenciam tais termos. A aprendizagem colaborativa e cooperativa ocorre como resultado do compartilhamento do conhecimento entre múltiplos participantes. Para tanto, aparece a tecnologia computacional que apóia e organiza as situações, facilitando este processo. Um processo de aprendizagem nesses moldes, baseado na coletividade, difere-se dos tradicionais pelo fato de apresentar ausência de hierarquia formal, possuir um objetivo em comum, respeitar as diferenças individuais e possibilitar a liberdade de expressão na exposição de idéias e questionamentos (Boff, 2001).

No Brasil, observa-se que grupos de pesquisa como o de Barros (1994) empregam o termo aprendizagem cooperativa como referência ao construto "cooperação", tão caro a Piaget. Outros grupos, entre os quais Otsuka (1997), seguem o mesmo caminho de Dillenbourg (1995) que definem a colaboração como o trabalho conjunto, em prol de um objetivo comum, sem uma divisão de tarefas e responsabilidades (Nitzke, 1999).

O termo "aprendizagem colaborativa" abordado neste trabalho refere-se ao desenvolvimento cognitivo alcançado pelas trocas sociais entre indivíduos, com um objetivo comum (Nitzke, 1999). Estas interações ocorrem em um ambiente caracterizado pela ausência de hierarquia formal, com respeito mútuo às diferenças individuais e liberdade para exposição de idéias e questionamentos, a exemplo do que Piaget sugeria ser necessário para a promoção da "solidariedade interna".

Neste trabalho será adotado o conceito usado por Carneiro (2002) e Barros (1994) para cooperação e colaboração. Acredita-se que o conceito de cooperação é mais amplo, no sentido de abranger a colaboração entre os participantes de um trabalho. A colaboração envolve o trabalho conjunto das partes envolvidas, entretanto não envolve a interação no trabalho individual de cada um. As contribuições individuais não são alteradas por outros participantes do grupo de trabalho, enquanto que o trabalho cooperativo apresenta a característica de interação e trabalho conjunto nas partes individualmente realizadas. O que será focado no ambiente AMPLIA é a "aprendizagem colaborativa", visto que o desenvolvimento cognitivo alcançado pelas trocas sociais entre indivíduos possui um objetivo comum, mas visando a construção do conhecimento individual.

Cabe destacar que existem na literatura autores que fazem a mesma diferenciação, porém usam os conceitos em sentido contrário (Alcântara, 2000).

Segundo Rosatelli (1999) a pesquisa em aprendizagem colaborativa apoiada por computador vem se preocupando com aspectos referentes à escala (tamanho dos grupos de trabalho), como é gerada a aprendizagem e, também, o tipo de processo de aprendizagem. No que diz respeito ao tamanho dos grupos, esta escala deve ser pequena, com grupos de dois a cinco participantes que interagem durante cerca de uma hora. No sistema proposto neste trabalho, os grupos sugeridos são de 3 alunos. Já a aprendizagem é gerada através da resolução de problemas em grupo, onde a aprendizagem ocorre como um efeito colateral da resolução de problemas, mediado pelo esclarecimento do novo conhecimento ou pela melhora no desempenho na resolução de problemas. Por fim, o processo de interação pode se dar por participantes

mais ou menos no mesmo nível que podem executar as mesmas ações. Eles possuem uma meta comum e trabalham juntos.

As vantagens do esforço colaborativo podem ser imediatas ou de longo prazo, diretas ou indiretas. Alguns participantes podem se beneficiar mais que outros, mas deve haver para todos a mesma chance de aumentar a produtividade na sua ação.

A definição de um modelo para um agente com habilidades sociais é uma tarefa complexa e pode gerar diferentes modelos, em função do contexto ao qual está inserido este agente. A complexidade destas relações sociais está no fato de envolverem aspectos cognitivos, afetivos, sociais e psicológicos. Além disso, estas relações pressupõem formas de interação social como, por exemplo, cooperação, colaboração, formação de coalizões e delegação de tarefas.

A teoria de Maturana (1995) também aborda aspectos que envolvem algumas relações sociais do indivíduo e como ele aprende neste contexto. Para o autor os seres vivos, como organizações autopoieticas, produzem-se continuamente a si mesmos, onde o ser e o fazer são inseparáveis e constituem seu modo específico de organização. E toda interação ou conduta de um organismo pode ser avaliada como um ato cognitivo. *“Da mesma maneira, o viver – a conservação ininterrupta do acoplamento estrutural como ser vivo – é conhecer no âmbito do existir”*. Assim, viver, sendo a ação efetiva no existir como ser vivo, é conhecer.

Maturana (1995) pondera que só são sociais as relações que se fundam na aceitação do outro na convivência, e tal aceitação é o que constitui uma conduta de respeito. Se não há interações na aceitação mútua, produz-se a separação ou a destruição. A aceitação do outro é uma condição necessária para manter interação e, conseqüentemente, para o desenvolvimento social. Este mesmo autor apresenta um estudo sobre o fenômeno do conhecimento, mostrando que “toda experiência cognitiva envolve aquele que conhece de maneira pessoal, enraizada em sua estrutura biológica”. Parte-se do princípio de que todo conhecer é uma ação daquele que conhece. O fenômeno do conhecer é um todo integrado, não se pode separar nossa história de ações, tanto biológicas quanto sociais, de como o mundo nos parece ser. O que indica que todo ato de conhecer produz um mundo e só é possível conhecer o que se faz. *“Não vemos o espaço do mundo – vivemos nosso campo visual”*. Assim, não há descontinuidade entre o social e o humano e suas raízes biológicas. Estas questões são transpostas para ambientes de aprendizagem, baseados ou não em agentes, para fundamentar a ação colaborativa e a aprendizagem social.

Em ambientes artificiais que envolvem a participação de usuários de forma interativa, como ambientes de aprendizagem ou sistemas de recomendação de produtos, a forma de atuação do Agente Social pode ser norteadada pela definição de modelos de grupos.

Lima (2003) estudou características de grupos para formação de modelos em ambientes de Educação a Distância. Para esta autora, um grupo apresenta as seguintes características que devem ser observadas no processo de interação entre os agentes:

- Forma de atuação do indivíduo: observação do perfil dos aprendizes/sujeitos para elaboração dos grupos;

- Estratégias de interação entre os grupos;
- Técnicas de dinâmica de grupo que se adequam a ambientes de aprendizagem;
- Tipo de grupo a ser formado: grupos homogêneos ou muito heterogêneos acabam não gerando contribuições relevantes.

Segundo Zimerman (1997), o individual e o social não existem separadamente, eles se diluem, interpenetram, complementam e confundem entre si. O grupo também apresenta algumas características, como suas próprias leis, objetivo comum, identidade própria, forças contraditórias, interações afetivas, hierarquia, papéis, ansiedades e mecanismos defensivos. O grupo também está sujeito a influências internas (necessidades, expectativas, motivações diferentes, diferença de experiências e conhecimentos e funções diferentes) e externas (relações de conflito, cooperação e competição, pressões, exigências, limitações e estímulos). Qualquer indivíduo influencia e é influenciado pelo grupo social que faz parte.

Para se modelar computacionalmente o comportamento de um grupo é preciso entender a estrutura e a dinâmica da grupalidade humana. O conceito de dinâmica de grupo possui os seguintes princípios: forças de coesão, comunicação, comportamento desviante, resistência à mudança e criatividade (Lima, 2003).

A estrutura de um grupo social se refere àquilo que faz do grupo uma totalidade com identidade e autonomia social. Se, por um lado, dizemos de sua existência enquanto entidade diferenciada de outros fenômenos que existem socialmente, a saber, individualidade, díade, serialidade, multidão e público; por outro lado, falamos de algo essencial para a existência de todo grupo social, ou seja, dizemos do amor e do seu corolário o tele – o fator de agregação grupal.

Já a dinâmica grupal está relacionada à operatividade, ou seja, a ação cooperativa que um conjunto de indivíduos tem que empreender em torno de uma tarefa para se estruturar como o fenômeno grupo social (Carneiro, 2002).

O foco do trabalho de Cao (2003) não está em modelar atitudes e relacionamentos existentes do usuário, mas em descobrir as pessoas realmente desenvolvem atitudes de *gostar* ou de *não gostar* dos outros no momento da interação em um ambiente de CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*). Verifica, também, como os usuários mudam suas atitudes em relação ao grupo.

Dentro do contexto apresentado, verifica-se a necessidade de contemplar na modelagem do Agente Social aspectos que envolvem o indivíduo e o grupo. O trabalho em grupo e a efetiva colaboração entre seus participantes, além de envolver a dimensão social, apresentada nesta seção, também são influenciados por aspectos afetivos (seção 2.8 *Emoções*) e traços de personalidade (seção 2.7 *Personalidade*) dos indivíduos.

2.6.1 Sociometria

O termo sociometria vem do latim *socius* + *metrum* e mede o grau de relação entre as pessoas. A sociometria pesquisa o desenvolvimento e organização dos grupos e da situação dos indivíduos neles, além disso, busca identificar o dinamismo grupal, a

partir das forças de atração e repulsão que se estabelecem e interagem entre os integrantes dos grupos.

A sociometria de Moreno (1992) é usada para:

- Avaliar o comportamento dentro de grupos e suas mudanças;
- Reduzir o conflito e melhorar a comunicação;
- Permitir ao grupo se ver objetivamente e analisar sua própria dinâmica.

Das escolhas de um grupo emerge uma rede chamada de *sociograma*. Nesta rede, as informações são representadas graficamente para identificar: alunos socialmente isolados, alunos populares, alunos de quem ninguém gosta e mudanças no padrão de interação ao longo do tempo. Podem-se inferir estas informações a partir da quantidade e orientação dos arcos da rede. O sociograma da Figura 2.8 evidencia a popularidade do aluno “1”, em função da quantidade escolhas que ele recebeu dos outros alunos. Foi utilizado para construção desta rede o *software Sociogram*¹², disponível somente em língua inglesa. O sociograma mostra as escolhas positivas (*Positive Choice*) de cada indivíduo, ou seja, com os quais gostou de interagir, bem como as escolhas negativas (*Negative Choice*), ou seja, com quais indivíduos não estabeleceu uma interação agradável ou produtiva. Na legenda da Figura 2.8, o termo *chooser* refere-se ao aluno que está fazendo a escolha e *choice* refere-se ao aluno escolhido. O termo *mutual*, por sua vez, refere-se a uma escolha mútua entre um par de alunos.

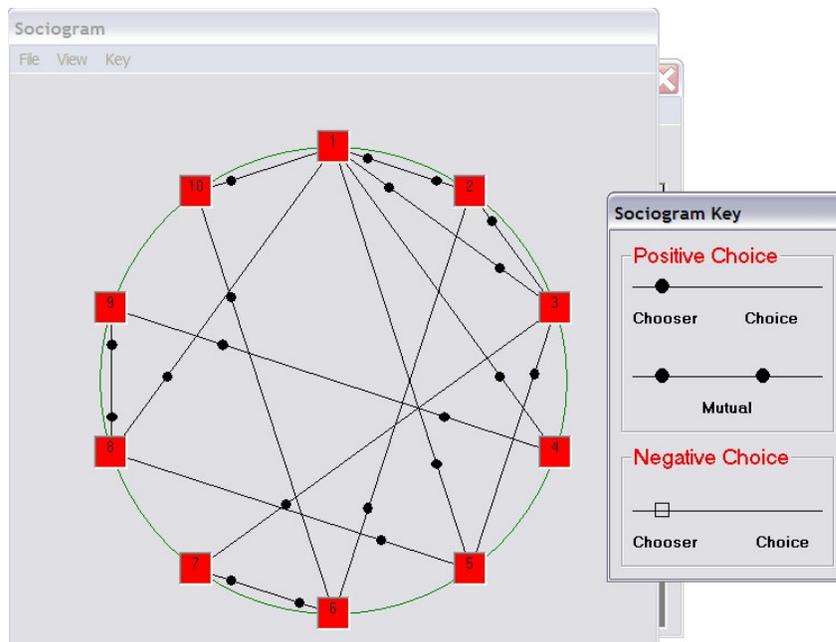


Figura 2.8: Sociograma

Os sociogramas (Figura 2.8) são ferramentas úteis para identificar alunos socialmente isolados e integrá-los com o grupo; melhorar as habilidades sociais de

¹² <http://www.adit.co.uk/html/sociometry.html>

alunos vistos negativamente; acompanhar mudanças de comportamento e progresso dos alunos e também como ferramenta motivacional, visto que os alunos trabalham com os pares escolhidos. Outra referência disponível na Internet é a *Walsh's Classroom Sociometrics*¹³. Este *site* disponibiliza sociogramas que medem as interações entre colegas de trabalho.

2.7 Personalidade

A origem da conduta humana e das diferenças individuais tem sido uma pergunta constante na investigação psicológica. As diferenças dependem da conduta dos genes? Dependem das condições em que fomos criados? Dependem das condições do momento? Estas questões apontam para alguns conceitos sobre o estudo da origem hereditária e ambiental das diferenças individuais. Segundo Colom (2005), a idéia de que as condutas influenciadas pela herança não se podem modificar, enquanto que as condutas determinadas pelas condições ambientais se podem modificar sem problemas, é equivocada.

Ainda para Colom (2005), o genoma humano se pode modificar apesar de estar muito influenciado pelos genes. Deve-se recordar que os genes que atuam no momento presente, na realidade são resultados de influências ambientais do passado evolucionista da espécie humana. Desse modo, a origem das diferenças individuais está sempre no ambiente: tanto a seleção natural que tem atuado durante o processo evolucionista da espécie humana quanto as atuais circunstâncias ambientais.

O estudo científico da origem das diferenças individuais se faz comparando pessoas com distinto grau de parentesco que tem compartilhado em maior ou menor medida as condições ambientais nas quais foram criadas. São, portanto, estudos naturais em que se comparam gêmeos monozigotos e dizigotos, irmãos, assim como pais e filhos naturais ou adotivos. As combinações usuais se resumem em delineamentos de estudos envolvendo gêmeos, familiares e adotivos. Mas ainda encontra-se em desenvolvimento um grande número de projetos de investigação para responder a pergunta sobre a origem das diferenças humanas.

Já para Ballone (2005), a explicação das características da personalidade humana não pode ser relacionada somente à influência exercida pelo meio (ambiente) ou somente relacionada aos arranjos sinápticos e genéticos da pessoa. Pode-se, assim, considerar a totalidade do ser humano como sendo um balanço entre duas porções que se conjugam de forma a produzir a pessoa tal como é:

- *Uma natureza biológica*, tendo por base nossa natural submissão ao reino animal e nossa submissão também às leis da biologia, da genética e dos instintos. Assim sendo, os genes herdados se apresentam como possibilidades variáveis de desenvolvimento em contacto com o meio (e não como certeza inexorável de desenvolvimento);
- *Uma natureza existencial*, com elementos que transcendem o animal e de essência bio-psico-social.

¹³ <http://www.classroomsociometrics.com/resources.htm>

Sendo assim, Ballone (2005) esboça a idéia de personalidade como:

"Personalidade é a organização dinâmica dos traços no interior do eu, formados a partir dos genes particulares que herdamos, das existências singulares que suportamos e das percepções individuais que temos do mundo, capazes de tornar cada indivíduo único em sua maneira de ser e de desempenhar o seu papel social".

Para abordar o problema das diferenças funcionais dos indivíduos, mais precisamente das personalidades peculiares de cada um, podem ser considerados três critérios de observação:

- Os traços como personalidade;
- O "eu" como personalidade e;
- Os papéis sociais como personalidade.

Os *traços de personalidade* são manifestações que se repetem em uma determinada espécie, ou seja, a todos os indivíduos de uma mesma espécie são atribuídos os traços característicos dessa espécie. A combinação individual desses traços em proporções variadas numa determinada pessoa caracterizará sua personalidade ou sua maneira de ser (Ballone, 2005).

O senso comum de um sistema sócio-cultural costuma elaborar uma relação muito extensa de adjetivos utilizados para a argüição dos indivíduos deste sistema: sincero, honesto, compreensivo, inteligente, cálido, amigável, ambiciosos, pontual, tolerante, irritável, responsável, calmo, artístico, científico, ordeiro, religiosos, falador, excitado, moderado, calado, corajosos, cauteloso, impulsivo, oportunista, radical, pessimista, entre outros. Mas cada pessoa possui um *Traço Predominante* que é a característica que melhor a define, entre outros tantos traços que a pessoa possivelmente possui. O que constitui, então, a personalidade de cada um é a predominância de alguns traços e a atenuação de outros.

O "eu" é o ser total, essencial e particular de uma pessoa. É a consciência que o indivíduo tem do mundo e de si próprio. Importa aqui as relações entre o sujeito e o objeto ou entre a pessoa e o mundo. Enquanto a observação dos traços é uma tarefa mais objetiva e prática, as considerações sobre o "eu" são avaliações mais subjetivas. As características da Personalidade assim avaliada dizem respeito não apenas ao modo como a pessoa se apresenta no mundo, conforme vimos em relação aos traços, mas à maneira como a pessoa sente o mundo e se relaciona com ele. No contato do indivíduo com a realidade, podem-se distinguir dois tipos de disposição pessoal: a maneira introvertida e a maneira extrovertida. Além destas duas disposições básicas, são consideradas quatro funções associadas a elas: função pensamento, sentimento, sensação e intuição. Desta forma, o indivíduo pode ser considerado do tipo introvertido pensativo ou sensitivo extrovertido.

O papel social como personalidade é constituído pelos sentimentos, atitudes e comportamentos que a sociedade espera do ocupante de uma posição em algum lugar da estrutura social. Todos desempenham muitos papéis sociais, cada um a seu tempo. Papel de criança pré-escolar, de criança escolar, de universitário, de profissional, de cúmplice,

e assim por diante. Jung chama de *Persona* esta nossa apresentação social. A palavra *Persona*, de origem grega, significa máscara, ou seja, caracteriza a maneira pela qual o indivíduo vai se apresentar no palco da vida em sociedade. Há uma respeitável distância entre o papel do indivíduo e aquilo que ele realmente é. Ou entre aquilo que ele pensa ou pensa que é e aquilo que ele é de fato (Ballone, 2005).

O Modelo dos Cinco Grandes Fatores (*Five-Factor Model*) nasceu dos estudos sobre a Teoria dos Traços de Personalidade e descreveu dimensões humanas básicas de forma consistente e replicável (McCrae, 1989). McCrae e Costa (1989) identificaram os chamados cinco grandes fatores: Neuroticismo/Estabilidade Emocional (*Neuroticism*), Extroversão (*Extraversion*), Franqueza/Intelecto/Abertura para Experiência (*Openness to Experience/Intellect*), Socialização/Afabilidade (*Agreeableness*) e Escrupulosidade/Consciência (*Conscientiousness*). Vale salientar que na área da psicologia, vários pesquisadores contribuíram para a taxonomia de traços de personalidade. O “*Big Five*”, termo cunhado por Lewis Goldberg (1992), é considerado um *framework* para compreender e estudar os traços de personalidade em linguagem natural. Já o termo “*Five-Factor Model*” na prática é associado a estudos de traços usando questionários de personalidade. Observa-se que ambos os termos são usados de forma intercambiável na literatura.

O fator I Extroversão assume as seguintes características de orientação para o mundo exterior, sociabilidade, impulsividade, gosto pela companhia de outras pessoas, assertividade e dominância social.

O fator II geralmente tem sido chamado de Afabilidade ou Socialização (*Agreeableness*) indica uma tendência a ser socialmente agradável, caloroso, dócil, ter boa índole, ser piedoso, confiável, cortês. Enquanto em um extremo da dimensão são apresentadas características como altruísmo, cuidado, amor, apoio emocional; no outro extremo aparece a hostilidade, indiferença aos outros, egoísmo, e inveja como características principais.

As características do fator III, Escrupulosidade ou Consciência (*Conscientiousness*), são muito associadas a dimensões de personalidade que levam a responsabilidade, honestidade, geralmente são pessoas trabalhadoras, cuidadosas e organizadas. No outro extremo desse fator, encontramos características como, negligência e irresponsabilidade.

As características do fator IV, Neuroticismo ou Estabilidade Emocional (*Neuroticism*), são muito associadas a dimensões neuróticas da personalidade, como ansiedade, depressão, tensão, irracionalidade, emoção e geralmente apresenta características de baixa auto-estima e tendência a sentimentos de culpa. Características de personalidade envolvendo afeto positivo e negativo, ansiedade, estabilidade emocional, entre outros, se agrupam neste fator.

Originalmente denominado *Openness to Experience*, o termo Franqueza foi traduzido por Schultz (2002) para denominar o fator V que assume características como originalidade, independência, criatividade, ousadia, flexibilidade de pensamento, fantasia e imaginação, abertura para novas experiências e interesses culturais. Comumente este fator é denominado Intelecto e diz respeito à percepção que a pessoa, ou os outros, tem de sua própria inteligência ou capacidade. Este fator também tem sido chamado de Abertura para Experiência.

A estrutura “Big Five” tem a vantagem de que qualquer pessoa pode entender os termos que definem os fatores. Ambigüidades ou incompreensão dos significados de alguns fatores podem ser resolvidas optando-se pelo uso comum dos termos.

Goldberg (1992) propôs uma forma de avaliar os cinco grandes fatores através de listas de adjetivos descritivos dos traços de personalidade. Um de seus instrumentos inclui uma lista de 50 (cinquenta) itens (adjetivos) usando o chamado “formato transparente”, que não é usado comumente por pesquisadores, mas é adequado à finalidade instrucional. Para cada fator, Goldberg apresenta 10 (dez) escalas de adjetivos bipolares (por exemplo: quieto-falante) agrupados no nome do fator, fazendo com que os termos possam ser medidos de forma transparente pelos participantes da pesquisa. A lista usada mais freqüentemente em pesquisas tem um conjunto de 100 (cem) adjetivos descritivos de traços de personalidade unipolares (TDA). Para cada escala do “Big-Five” foram selecionados somente os adjetivos que definem unicamente o fator. Estas escalas são consideradas com alta consistência interna e as estruturas dos fatores facilmente replicadas. Segundo Goldberg (1992), este inventário com os 100 adjetivos é o mais indicado para utilização por pesquisadores iniciantes. O inventário originalmente está em língua inglesa. Segundo Hutz (1998), uma questão emerge no que diz respeito à universalidade de um sistema baseado numa estrutura lingüística, é se as questões seriam as mesmas em todas as culturas. Como o modelo dos cinco grandes fatores é relativamente recente, o número de replicações transculturais ainda é pequeno.

Por isso, nesta pesquisa foi utilizado o instrumento proposto por Goldberg (1992) e adaptado ao português por Hutz (1998). O instrumento original de Goldberg (1992) traduzido para o português encontra-se no Anexo B. Este instrumento foi utilizado no Experimento 1 (Capítulo 4). Já o instrumento de Hutz (1998) é apresentado no Anexo C e foi utilizado nos experimentos 3 e 4 (Capítulo 4). A estratégia que Hutz (1998) utilizou para identificar os descritores consiste basicamente em obter, de amostras das populações de interesse para a pesquisa, julgamentos sobre a adequação dos adjetivos que eventualmente irão compor os itens do instrumento. A opção por este instrumento também se deu pelo fato de estar em conformidade com o modelo dos cinco fatores, largamente utilizado na área da Psicologia, bem como pelo uso livre de seu questionário para fins acadêmicos. O questionário tem o objetivo de apontar como um indivíduo se descreve. É apresentada uma lista de 100 traços humanos comuns e cada um seleciona os adjetivos que melhor o descrevem naquele momento. A maioria dos inventários de personalidade deve ser conduzida por um especialista na área (Psicólogo). No caso do inventário escolhido, não é obrigatório o acompanhamento de um especialista para a aplicação. Vale salientar que conclusões mais precisas sobre os resultados dos inventários só podem ser elaboradas por especialistas da área de Psicologia.

Pacheco (2003) apresenta algumas pesquisas envolvendo aprendizagem e traços de personalidade, tais como a de Palkovic (1979) e Francis e Montgomery (1993). Palkovic (1979) constatou que na aprendizagem experimental por reforço verbal as crianças extrovertidas apresentaram melhores resultados e os piores resultados couberam àquelas com alta pontuação em neuroticismo. Francis e Montgomery (1993) encontraram que sujeitos com baixa pontuação em neuroticismo e alta pontuação em dissimulação social apresentaram atitudes mais positivas para com a escola e lições.

Segundo os conceitos apresentados nesta seção, uma abordagem adequada para definição da personalidade seria através dos traços, de uma forma mais superficial e

objetiva. Além disso, a relação entre os traços de personalidade e aprendizagem humana está presente em pesquisas como a apresentada em Pacheco (2003) e Fioravante (2006). Esta última pondera que pessoas pouco ansiosas tendem a ser imperturbáveis, minimizando efeitos negativos, e desmotivadas a mudanças por sentirem-se confortáveis. Por outro lado, pessoas ansiosas que experimentam efeitos mais negativos podem apresentar dificuldades em controlar suas emoções ou reações e podem agir de forma contraproducente.

2.8 Emoções

O projeto de sistemas computacionais com ênfase na interação social como meio para ampliar a aprendizagem, não pode deixar de considerar o estado emocional ou afetivo (aqui usamos com o mesmo significado) do aluno. Tanto as emoções como a personalidade influencia o processo cognitivo. Assim também coloca Damásio “*é bem sabido que sob certas circunstâncias a emoção perturba o raciocínio*”, em (Damásio, 1996). Considera-se, neste trabalho, que o estado emocional é a manifestação de uma emoção em um determinado momento.

A inferência das emoções do aluno é objeto de estudo de muitos grupos de pesquisa, como (Conati, 2002) e (Jaques, 2005), e um passo necessário para adaptar sistemas computacionais à afetividade de cada aluno. Um aluno alegre, ou orgulhoso, provavelmente irá realizar suas tarefas educacionais com maior comprometimento. Já um aluno frustrado com o seu desempenho, ou com o uso do próprio ambiente, pode desistir de continuar realizando as atividades propostas.

Uma das teorias mais utilizadas pela comunidade de Ciência da Computação é o modelo de emoções OCC, cujo nome vem dos seus criadores Ortony, Clore e Collins (Ortony, 1998), pela sua capacidade de ser implementado computacionalmente. Este modelo também é utilizado pelo grupo de IA da UFRGS, publicado em (Jaques, 2005). Ele fornece informações de como construir uma interpretação de uma situação do ponto de vista do usuário e para qual emoção esta interpretação nos leva.

O modelo OCC nos permite inferir até 22 emoções (tais como: alegre por outra pessoa, ressentido, alegre com a infelicidade de outra pessoa, piedade, esperança, medo, satisfação, medo confirmado, frustração, alívio, alegria, tristeza, orgulho, vergonha, admiração, reprovação, gratificação, remorso, grato, raiva, amar, odiar).

Segundo Jaques (2005) para reconhecer as emoções no modelo OCC, tais como tristeza e alegria, por exemplo, é necessário verificar quando um evento do ambiente educacional é desejável ou indesejável (de acordo com os objetivos do aluno), ou seja, quando o aluno está agradado porque este evento desejável aconteceu ou desagradado porque um evento indesejável aconteceu. Desta maneira, é necessário definir (i) os eventos que podem acontecer no ambiente educacional, (ii) os objetivos do aluno (para saber se os eventos são desejáveis ou não) e a (iii) desejabilidade dos eventos (de acordo com os objetivos do aluno) para inferir as emoções do aluno.

O agente pedagógico proposto por Jaques (2005) verifica as emoções que o aluno está sentindo em um dado momento para poder encorajá-lo a continuar suas atividades. Para poder inferir as emoções do aluno, este agente possui um sensor (software) responsável por identificar as emoções do aluno e armazena estas

informações em um modelo afetivo do aluno.

As emoções do aluno podem ser inferidas por vários mecanismos que estão aptos a detectar emoções por voz, expressões faciais, tensão muscular (eletromiograma), condutividade da pele, respiração e pelo seu comportamento observável. No trabalho de Jaques (2005) as emoções do aluno são inferidas pelo agente através do comportamento observável, isto é, pelas ações do aluno na interface do sistema, a saber, tempo de execução de uma atividade, sucesso ou falha na execução de um exercício e pedido de ajuda.

Sistemas Tutores Inteligentes (STI) afetivos prevêm em sua arquitetura dois componentes principais: a fase de detecção do estado afetivo do aluno e da fase da reação do aluno ao seu estado afetivo (Conati, 2002).

No processo dinâmico do ensino devem-se considerar tanto aspectos que envolvem a perspicácia dos alunos, como também aspectos relacionados ao processo cognitivo e emocional no qual se situam a personalidade e a psicologia social (Chavez, 1980). Psicólogos têm dado muita atenção à influência das emoções na cognição. Há evidências que as emoções positivas, tais como a felicidade e o interesse, constituem uma organização cognitiva ampla e flexível e aumenta a aprendizagem através do envolvimento de mecanismos cerebrais que enriquecem a memória de longo prazo. Já as emoções negativas, tais como o medo e tristeza, dificultam a capacidade natural de aprendizagem do aluno.

Os sentimentos, as atitudes, os valores e os interesses pessoais de todos os alunos são elementos essenciais para que todo o processo educacional (Chavez, 1980). O ambiente afetivo, as interações entre os alunos e entre alunos e professores, ou seja, o harmonioso clima da sala de aula é importante para o desenvolvimento social e emocional do aluno, bem como para a eficácia do modelo educacional.

O humor de uma pessoa pode variar diversas vezes em um dia, dependendo do conjunto de ações que esta realiza. Mesmo sendo a maioria de ações realizadas bem sucedidas, o humor pode ser afetado negativamente, deixando a pessoa com uma espécie de resíduo emocional desagradável. Por trás das preocupações do dia, esse resíduo quase não é percebido. Mas, então, chega um minuto no qual a pessoa olha para trás e mentalmente avalia o dia que passou. Nesse momento, vem a sua memória uma dada experiência, e seu humor adquire a referência objetiva: *surge um sinal afetivo*, que indica que particularmente essa experiência a deixou com o *resíduo emocional*. Pode acontecer, por exemplo, que seja sua reação negativa ao sucesso de alguém que alcançou um objetivo comum simplesmente porque parecia para ela que aquilo lhe pertencia; e, aqui, parece que não foi exatamente assim, e que, realmente, o principal motivo para ela era alcançar o sucesso para si. Ela confronta-se com um "problema de sentido pessoal" que não se resolve por si, porque agora se tornou um problema da correlação dos motivos que a caracterizam como uma personalidade (Leontiev, 1978).

O humor também está relacionado à intensidade das emoções. Pessoas que apresentam transtornos como doença bipolar (doença maníaco-depressiva), cujos sintomas são perturbações ou anomalias do humor, frequentemente variam a intensidade de seu humor, passando do excessivamente "alto" e irritável, até ao triste e desesperado, passando por períodos de humor normal (alegria e tristeza).

2.9 Conclusões sobre as técnicas

A partir das técnicas e conceitos apresentados neste capítulo, algumas decisões iniciais de projeto foram tomadas. Neste sentido, optou-se pela a representação do conhecimento do Agente Social em Redes Bayesianas, visto que as relações sociais estabelecidas entre os participantes de ambientes de aprendizagem, bem como seu comportamento individual (personalidade, estado emocional), caracterizam-se pela incerteza. As Redes Bayesianas se aplicam melhor ao contexto da aplicação do que métodos alternativos para representação do raciocínio incerto, como a lógica *fuzzy*. A teoria da probabilidade aponta o grau de crença do conhecimento de um agente nas sentenças relevantes, já a lógica *fuzzy* fornece o grau de verdade (Russell, 2004).

O Agente Social está inserido na sociedade de agentes do portal PortEdu (Nakayama, 2005) que, por sua vez, fornece serviços ao ambiente educacional AMPLIA. O PortEdu suporta a comunicação entre os agentes de diferentes aplicações. Para facilitar a interoperabilidade dos agentes dos ambientes educacionais inseridos neste portal, foi desenvolvido um modelo de ontologia por Santos (2006).

A definição de utilizar a implementação computacional sob a abordagem de agentes deve-se ao fato de que (i) o ambiente que abriga este sistema já é uma sociedade multiagente; (ii) a abordagem multiagente confere autonomia aos seus agentes componentes¹⁴ e (iii) os agentes, diferente de um objeto da programação orientada a objetos, possuem um estado interno (que pode se alterar e adaptar ao longo de sua interação com o ambiente externo ou outros agentes) e algumas regras que definem seu comportamento.

No que se refere às idéias dos pesquisadores que tratam da aprendizagem, este trabalho segue as que apontam para a forma de aprendizagem viabilizada pela interação social, presentes nos trabalhos de (Vygotsky, 1984) e (Piaget, 1973). Nosso grupo de pesquisa na UFRGS vem utilizando as idéias de Vygotsky relacionadas à interação e desenvolvimento cognitivo, como presente nos trabalhos de (Andrade, 2001) e (Jaques, 2005). Mas este trabalho fundamenta-se também na teoria de (Maturana, 1995) que aborda aspectos que envolvem relações sociais do indivíduo e como ele aprende neste contexto, visto que para ele toda interação ou conduta de um organismo pode ser avaliada como um ato cognitivo. Em Maturana, está mais claramente definida a questão relacionada à aceitação dos indivíduos com os quais se mantêm interações. Considera-se a aceitação como condição necessária para estabelecimento e desenvolvimento da interação social. Os principais modelos computacionais que inspiram este trabalho são os de Conati (2002) e Zhou (2003), também aplicados a ambientes de aprendizagem. Para a fundamentação na área de Psicologia Social, os subsídios foram buscados especialmente em autores que tratam da dinâmica de grupos, como Zimmerman (1997), Peterson (1997) e Lima (2003).

¹⁴ Objetos não possuem autonomia total sobre suas ações, visto que alguns métodos definidos como public podem ser invocados por outros objetos. Já com agentes, não se considera que outros agentes invocam métodos de outros, mas requisitam ações a serem realizadas. No caso da orientação a objetos, a decisão está no objeto que invocou o método. Já no caso dos agentes, a decisão é do agente que recebe a requisição. Segundo (Wooldridge, 2002) a distinção entre objetos e agentes pode ser resumida na frase: “*Objects do it for free; agents do it because they want to*”.

3 AGENTE SOCIAL

Este capítulo apresenta uma breve descrição das funcionalidades dos ambientes PortEdu e AMPLIA, sistemas onde o Agente Social habita e se aplica, respectivamente. Além disso, são detalhados os recursos do AMPLIA que são utilizados diretamente na integração do Agente Social, a saber, arquivo de *log* que mantém as ações do usuário e formato das mensagens trocadas entre os agentes.

O PortEdu (Figura 3.1) é um portal que provê serviços para os ambientes educacionais integrados a ele. Este portal foi modelado em uma abordagem multiagente e cada serviço oferecido é implementado por um agente específico. Os ambientes educacionais que utilizam os serviços do portal também são sociedades de agentes e, em geral, Sistemas Tutores Inteligentes. Os agentes que compõem a sociedade do PortEdu são os agentes de recuperação de informação (*Information Retrieving – IR Agent*), de modelo do aluno (*User Profile – UP Agent*) e o Agente Social (*Social Agent*).

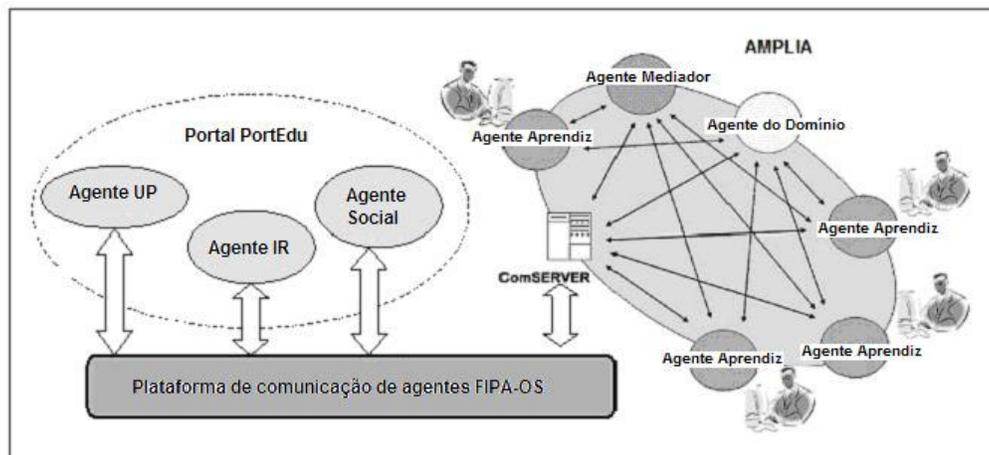


Figura 3.1: Integração entre PortEdu e AMPLIA

O agente modelo do aluno (*UP Agent*) reúne características de reatividade e continuidade. Ele é reativo, pois percebe as alterações no comportamento do aluno no PortEdu e as armazena. Ele não antevê as atividades dos alunos no ambiente educacional. Ele também é considerado contínuo pelo fato de estar sempre em execução no portal. O *UP Agent* é independente do ambiente educacional utilizado, ou seja, ele possui um modelo de aluno mínimo para utilização por qualquer ambiente. Para informações adicionais, os ambientes podem manter seus modelos de alunos específicos (*Learner Model Agent*).

O *IR Agent* é cognitivo e pró-ativo, visto que elabora planos de busca com base nas informações do *UP Agent* e no modelo do aluno. Este agente recupera informações referentes ao perfil do aluno e seus interesses e oferece aos alunos conteúdos, imagens ou sons. Este agente não está sempre em execução no portal, ou seja, não é contínuo como o *UP Agent*. Ele também age quando recebe uma solicitação do aluno com um pedido de ajuda (um resultado de pesquisa, por exemplo).

A comunicação entre o AMPLIA e o PortEdu, ou entre o Agente Social e os agentes do AMPLIA, é realizada através de uma ontologia específica para trocar conhecimento bayesiano entre os agentes das diferentes aplicações. Uma arquitetura específica foi projetada para que os agentes bayesianos pudessem interagir entre si. Mais detalhes sobre esta ontologia e sua arquitetura podem ser consultados em Boff (2007) e um exemplo prático é apresentado na seção 3.3 *Interoperabilidade do Agente Social* deste volume.

O ambiente AMPLIA (Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem) foi projetado para suportar o treinamento do raciocínio diagnóstico e modelagem de domínios de conhecimento incerto e complexo, como a área médica. Este ambiente usa a abordagem de Redes Bayesianas onde os alunos constroem suas próprias redes para um problema apresentado pelo sistema. Os alunos que utilizam o AMPLIA são médicos, médicos residentes ou alunos de medicina. A construção destas redes envolve aspectos *qualitativos* (referente à topologia da rede que é uma relação causal entre as variáveis de domínio) e *quantitativos* (referente à distribuição de probabilidades condicionais das variáveis representadas).

O processo de negociação dos agentes do ambiente AMPLIA (gerenciado pelo agente inteligente *MediatorAgent*) trata as diferenças de topologia e distribuição das probabilidades entre o modelo construído pelo aprendiz e o construído pelo sistema. A negociação acontece entre os agentes que representam o especialista no domínio do conhecimento (*DomainAgent*) e o agente que representa o aprendiz (*LearnerAgent*), como na (Figura 3.2). O Agente Social, por sua vez, troca mensagens com o agente aprendiz a fim de sugerir colegas com os quais o aluno pode interagir, e com o agente mediador, que conhece o domínio e suporta o processo de negociação.

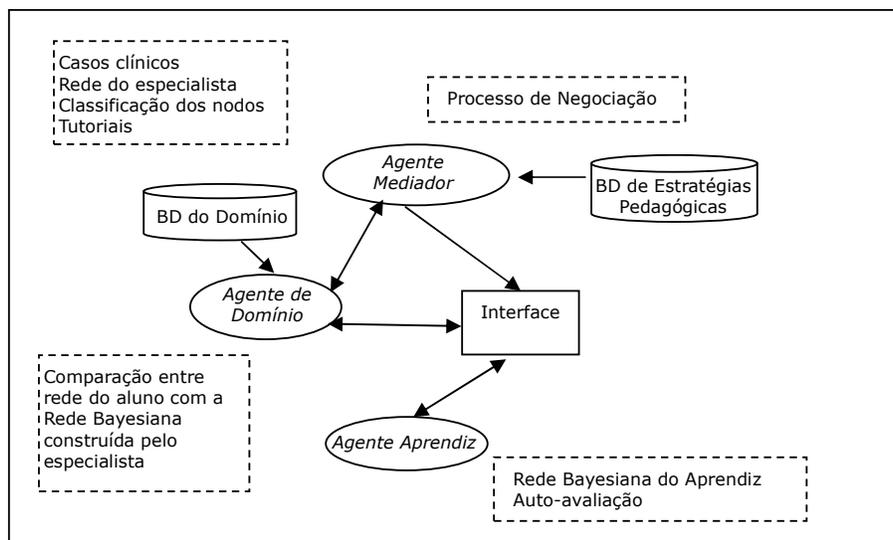


Figura 3.2: Arquitetura do ambiente AMPLIA

As Redes Bayesianas têm sido largamente utilizadas para modelar domínios incertos. A incerteza é representada pela probabilidade e a inferência básica é o raciocínio probabilístico, ou seja, o cálculo da probabilidade de uma variável ou mais, face à evidência disponível. Essa evidência é representada por um conjunto de variáveis com valores conhecidos (Flores, 2005).

As Redes Bayesianas do AMPLIA são representadas em formato XML (XBN) para fins de comunicação e a FIPA-SL0 é usada como linguagem de conteúdo dos atos comunicativos FIPA-ACL.

A proposta de utilizar as Redes Bayesianas como uma ferramenta para que os alunos possam representar o seu conhecimento através de modelos probabilísticos deriva da possibilidade de construir e observar concretamente o seu objeto de estudo, formulando e testando as suas hipóteses. Assim, o objeto de negociação no AMPLIA é a crença em uma hipótese diagnóstica esboçada para um caso clínico. Por outro lado, por se constituir um recurso computacional, o processo pode ser facilmente acompanhado por agentes inteligentes, responsáveis pela seleção de estratégias pedagógicas. Para a construção destes modelos é utilizado o editor Seamed (Flores, 2001). A Figura 3.3 apresenta uma visão parcial de uma rede de Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC) modelada por um especialista e publicada em (Seixas, 2004).

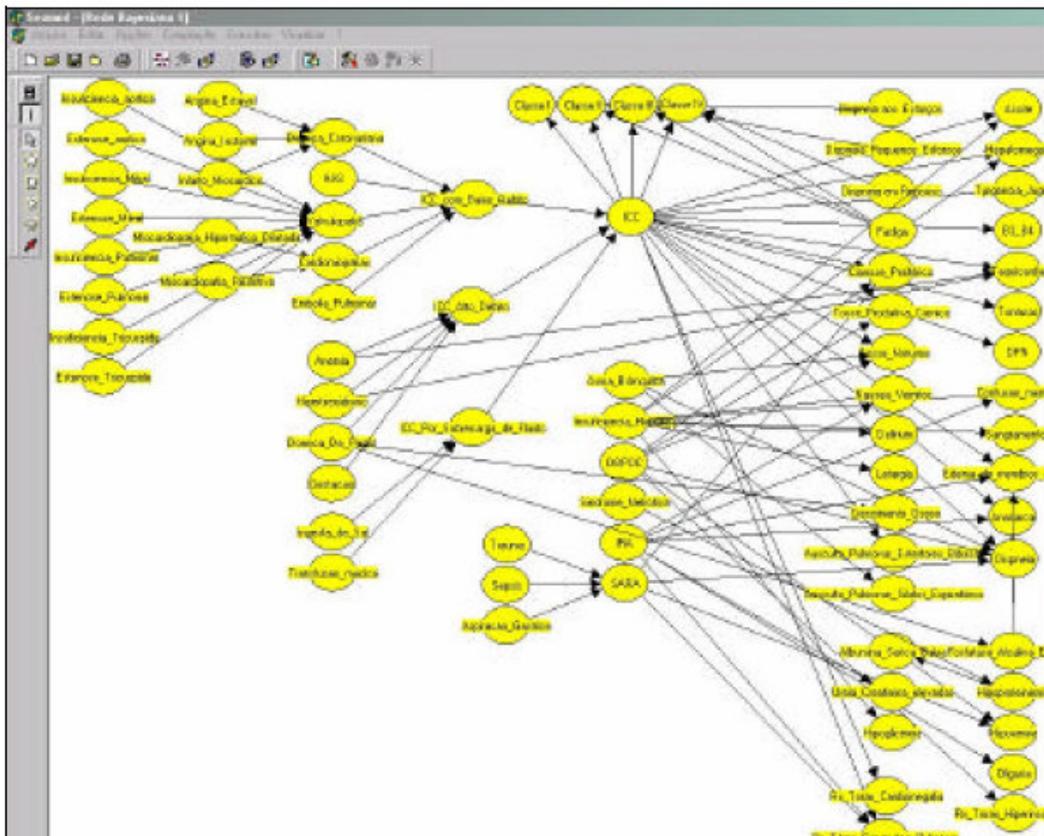


Figura 3.3: Visão parcial da rede de ICC

A comunicação entre os agentes da sociedade é estabelecida por uma ontologia compartilhada. A ontologia utilizada pelos agentes do AMPLIA considera os conceitos e relações definidos nas bases de informações sobre o domínio e sobre as estratégias pedagógicas. Estas informações formam o que se poderia denominar de “ontologia mínima” para um sistema de ensino na área médica, que define os agentes da SMA devem ser projetados e construídos. Por exemplo, ao atribuir significado e formato a uma mensagem específica, o plano ontológico: (i) determina a maneira como o nível de comunicação deve ser construído (formato de mensagens e protocolos de interação), (ii) direciona aspectos do nível operacional (que informações devem ser extraídas/classificadas das mensagens, que ações correspondentes devem ser tomadas, etc.) e (iii) baseado nas informações trazidas por uma mensagem e seu conteúdo, desencadeia um processo de decisão sobre o significado dessas informações (Flores, 2005). Abaixo são apresentadas duas mensagens trocadas entre os agentes:

Requisição

Sender	AMPLIA Learner Agent
Receiver	AMPLIA ComSERVER Agent
AMPLIA CMD	x-cs-amplia-getuserlist
Descrição	Pedido da lista de usuários AMPLIA ativos no servidor corrente
Parâmetros	"" (vazio)
Content	"" (vazio)
Requisitos	Connected – TRUE Logged – TRUE

Resposta

Sender	AMPLIA ComSERVER Agent
Receiver	AMPLIA Learner Agent
AMPLIA CMD	x-cs-amplia-userlist
Descrição	Lista de usuários ativos
Parâmetros	"" (vazio)
Content	XML
	DTD
	<pre><?xml version="1.0"?> <!DOCTYPE UserList [<!ELEMENT UserList (User+)> <!ELEMENT User (#CDATA)> <!ATTLIST User status (online away dontdisturb) "online" #REQUIRED>]></pre>
	Exemplo
	<pre><UserList> <User status="online">User1</User> <User status="online">User2</User> <User status="away">User3</User> </UserList></pre>
Requisitos	"" (vazio)

Figura 3.4: Troca de mensagem entre Agente Aprendiz e Agente ComSERVER

Na Figura 3.4, o agente *Aprendiz* solicita ao agente *ComSERVER* uma lista de usuários ativos. Este tipo de mensagem também será trocada entre o agente *Social* e o *ComSERVER*, visto que é necessário saber os alunos ativos para recomendá-los para trabalho em grupo com outro colega.

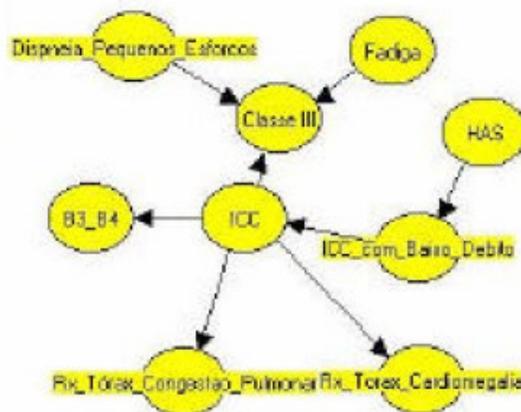


Figura 3.5: A rede de ICC modelada pelo aluno, a partir de um caso clínico

No AMPLIA o aluno recebe um texto de um caso clínico contendo informações sobre o paciente (sinais, sintomas, exames e diagnósticos) e que já foi modelado por um especialista (Figura 3.3). Juntamente com o caso, é disponibilizada uma lista de variáveis que poderão ser manipuladas pelo aluno durante o processo de modelagem, sob a forma de nodos, que podem ou não ser pertinentes ao caso (nodos do caso ou nodos desnecessários) ou até nodos que excluem o diagnóstico mais provável. Cada caso clínico possui um *menu* de ajuda, que contém breves descrições dos nodos e um repositório de material de apoio como artigos científicos, links, vídeos ou informações adicionais.

O aluno deve construir a sua hipótese selecionando os nodos que julgar adequado e relacioná-los através dos arcos, de maneira a justificar qualitativamente o seu diagnóstico. A Figura apresenta um exemplo de rede que representa um caso clínico de ICC modelada por um aluno.

O processo pode ser acompanhado em todos os seus detalhes, pois as ações do aluno estão armazenadas em um arquivo de registro (*log*). Assim, nodo a nodo e arco a arco, a maneira como o aluno seleciona as variáveis, as relações entre elas e como constrói sua hipótese, a solicitação de ajuda, bem como o uso ou não de estratégias oferecidas pelo Agente Mediador, são analisados pelo Agente Aprendiz com o propósito de avaliar o nível de tomada de consciência deste aluno. Exemplos de *log* são apresentados na Figura 3.6.

```

AMPLIA LOG - Sessao iniciada em 15/07/2004 - 18:21:53
INSERÇÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:43:30) : B3_B4
INSERÇÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:43:57) : Rx_Tórax_Congestao_Pulmonar
INSERÇÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:44:11) : Rx_Torax_Cardiomegalia
INSERÇÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:45:26) : Dispneia_Pequenos_Esforcoss
INSERÇÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:46:11) : Fadiga
INSERÇÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:47:26) : Fadiga
EXCLUSÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:47:30) : Fadiga
INSERÇÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:47:47) : ICC
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:48:07) DE Fadiga ATE ICC
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:48:09) DE Dispneia_Pequenos_Esforcoss ATE ICC
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:48:11) DE B3_B4 ATE ICC
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:48:12) DE Rx_Tórax_Congestao_Pulmonar ATE ICC
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:48:14) DE Rx_Torax_Cardiomegalia ATE ICC
EXCLUSÃO SETA (15/07/2004 - 18:49:05) DE Fadiga ATE ICC
EXCLUSÃO SETA (15/07/2004 - 18:49:26) DE B3_B4 ATE ICC
EXCLUSÃO SETA (15/07/2004 - 18:49:47) DE Dispneia_Pequenos_Esforcoss ATE ICC
EXCLUSÃO SETA (15/07/2004 - 18:50:17) DE Rx_Torax_Cardiomegalia ATE ICC
EXCLUSÃO SETA (15/07/2004 - 18:50:23) DE Rx_Tórax_Congestao_Pulmonar ATE ICC
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:51:11) DE ICC ATE Rx_Tórax_Congestao_Pulmonar
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:51:13) DE ICC ATE B3_B4
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:51:15) DE ICC ATE Rx_Torax_Cardiomegalia
INSERÇÃO NODO SIMBÓLICO (15/07/2004 - 18:52:34) : Classe III
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:52:43) DE Fadiga ATE Classe III
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:52:45) DE Dispneia_Pequenos_Esforcoss ATE Classe III
INSERÇÃO SETA (15/07/2004 - 18:52:53) DE ICC ATE Classe III
AMPLIA LOG - Sessao finalizada em 15/07/2004 - 18:53:32

```

Figura 3.6: Exemplos de log de alunos no AMPLIA

A análise do *log* existente do AMPLIA permite inferir algumas características dos alunos, como seu desempenho em um assunto, sua capacidade de colaboração com os colegas (quantas vezes toma a iniciativa de ajudar, quantas vezes é solicitado, se é solicitado e não atende), o quanto este aluno aceita ou não as sugestões dos colegas e com quais colegas ele costuma interagir mais. No detalhe da Figura 3.6, pode-se ver que a na *seqüência 1* o aluno inseriu cinco arcos (setas) e em seguida, *seqüência 2*, removeu todos os arcos inseridos, pois percebeu a falta do nodo Classe 3 (*detalhe 3*), indicando uma reflexão sobre a construção.

As informações armazenadas pelo AMPLIA (e apresentadas no *log* da Figura 3.6) são complementadas no modelo de aluno utilizado pelo Agente Social, visto que atualmente o AMPLIA não armazena dados referentes à natureza social ou afetiva dos alunos. Estas informações também serão acessadas através do portal PortEdu no qual o AMPLIA está vinculado (cuja arquitetura integrada foi apresentada na Figura 3.1).

As informações armazenadas no modelo do aluno, tanto do AMPLIA como do PortEdu, são fundamentais para que o agente forme grupos de usuários no AMPLIA.

Com base no modelo do aluno detalhado na próxima seção, o Agente Social (*Intelligent Social Agent - ISA*) pode ser considerado como uma tupla $ISA(L)$, onde L representa o modelo individual do aluno.

3.1 Modelagem do Agente Social

O Agente Social é representado pela tupla $ISA(L)$, onde L representa o modelo individual do aprendiz a partir dos seus parâmetros. Já o modelo do aprendiz é dado pela tupla:

$$L = (pt_x, ls_x, c_{cc}, so_{cc}, g_x, ip_x, sg_x, as_b, sp_x, a_{x,y})$$

onde pt é o traço de personalidade que define o aluno x , ls é o estilo de aprendizagem de preferência do aluno x , c é a credibilidade da rede de um caso clínico específico cc construída pelo aluno, so é o desempenho do aluno no caso clínico cc , g representa os objetivos do aluno na utilização do ambiente, ip são os padrões de interação apresentados pelo aluno x , sg representa os objetivos satisfeitos pelo aluno x na utilização do ambiente, as é o estado afetivo do aluno no instante de tempo t , sp é o perfil social do aluno x e a aceitação a é uma relação entre um par, dada pela aceitação do aluno em questão x pelo aluno y .

O estado afetivo (as), o padrão de interação (ip), os objetivos (g) e os objetivos satisfeitos (sg) são definidos pelos modelos de (Conati, 2002) e (Zhou, 2003) e usados como base para definir os valores destes parâmetros.

Além da expressão das emoções, a personalidade também exerce um importante papel ao conferir credibilidade a uma pessoa ou assistente virtual (Dias, 2005). Assim como o processo do pensamento revela um sentimento, deve também revelar a personalidade. Isso significa que tanto as emoções como a personalidade influencia no processo de raciocínio. Assim também coloca Damásio (1996): “*é bem sabido que sob certas circunstâncias a emoção perturba o raciocínio*”.

No modelo de Dias (2005) a personalidade do assistente virtual utilizado baseia-se no modelo OCC e é definido por um conjunto de objetivos, um conjunto de regras de reações emocionais, ações do assistente, emoções iniciais e taxas de deterioração para cada um dos 22 tipos de emoções definidas no modelo OCC. Este modelo usa dois tipos de objetivos: objetivos perseguidos (*active-pursuit*) e objetivos de interesse. Os objetivos perseguidos são aqueles os quais o assistente virtual ativamente tenta alcançar, como ir a uma consulta dentária. Objetivos de interesse são aqueles que o assistente tem, mas não persegue, como, por exemplo, evitar machucar-se.

Os estados afetivos (nodo *EstadoAfetivo* da rede da Figura 3.8) podem ser considerados como manifestação de emoções em um dado momento. Conati (2002) propôs um modelo probabilístico para monitorar as emoções de um usuário durante sua interação com jogos educacionais. O modelo integra evidências das possíveis causas da manifestação de emoções (ou seja, o estado da interação) e seus efeitos (ou seja, expressões corporais que são influenciadas por reações emocionais).

A Figura 3.7 ilustra parte da rede de Conati (2002) que avalia o estado emocional e mostra como um modelo probabilístico pode lidar com um alto nível de incerteza deste modelo de usuário. A fim de simplificar o modelo, foi ignorada qualquer relação entre o estado afetivo e a aprendizagem, assim como detalhes da avaliação da aprendizagem.

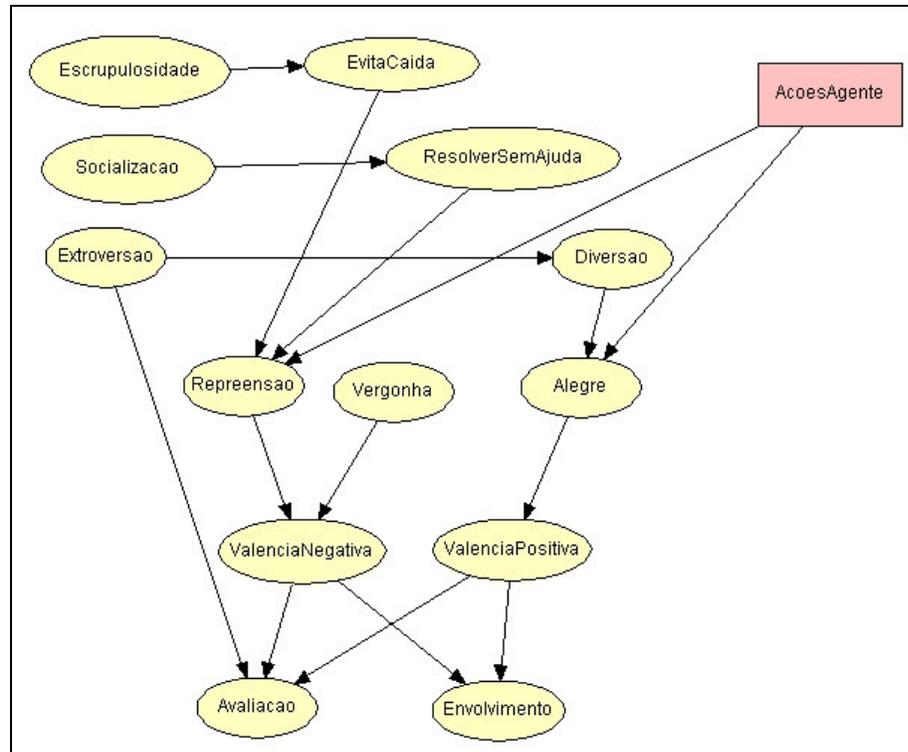


Figura 3.7: Rede probabilística de inferência de emoções

O modelo probabilístico baseia-se em uma rede dinâmica de decisão (*Dynamic Decision Network - DDN*) para levantar as evidências indiretas do estado emocional do usuário, a fim de estimar este estado e qualquer outra variável relacionada ao modelo. Isto é crucial em uma modelagem em que a evidência disponível geralmente varia com o usuário e com cada interação particular. O modelo probabilístico (seção 2.3 *Raciocínio Probabilístico*) é usado por agentes pedagógicos de decisão para gerar intervenções, visando alcançar o melhor entre o que um usuário aprende e seu engajamento com o ambiente educacional.

As ações do Agente Social são reguladas pela rede apresentada na Figura 3.8, desenvolvida com o auxílio da ferramenta para construção de redes probabilísticas Hugin¹⁵.

As ligações (arcos) entre os nós da rede indicam a influência entre eles. Neste modelo, os traços de personalidade (nó *TraçoPersonalidade*) estão ligados ao nó *Objetivos* indicando, assim como na teoria OCC, que as características individuais de um aluno influenciam nos seus objetivos ao utilizarem o ambiente de aprendizagem. Da mesma forma, dependendo dos objetivos definidos pelo aluno e seu estilo de aprendizagem, será seu comportamento no ambiente (ligação entre *Objetivos* e *PadrãoInteração* e *EstiloAprendizagem* e *PadrãoInteração*). A credibilidade da rede (nó *Credibilidade*), informada pelo Agente Aprendiz do AMPLIA, influencia no resultado da rede elaborada (nó *DesempenhoAluno*), ou seja, quanto maior for o crédito da rede, maior a chance da mesma ser classificada como completa ou potencial e menor a chance de ser incorreta ou incompleta. A classificação da rede é feita pelo

¹⁵ <http://www.hugin.com/>

Agente Aprendiz do AMPLIA, com base na classificação dos nodos da rede, elaborada, por sua vez, pelo Agente de Domínio do AMPLIA. Os nodos de uma rede bayesiana podem ser classificados como:

- Trigger: Quando presente, seleciona o diagnóstico como solução potencial;
- Essencial: Deve estar presente para assegurar a identificação do diagnóstico;
- Complementar: Sua presença aumenta a probabilidade do diagnóstico;
- Excludente: Sua presença diminui a probabilidade de confirmação do diagnóstico;
- Desnecessário: Não é necessário para a confirmação do diagnóstico.

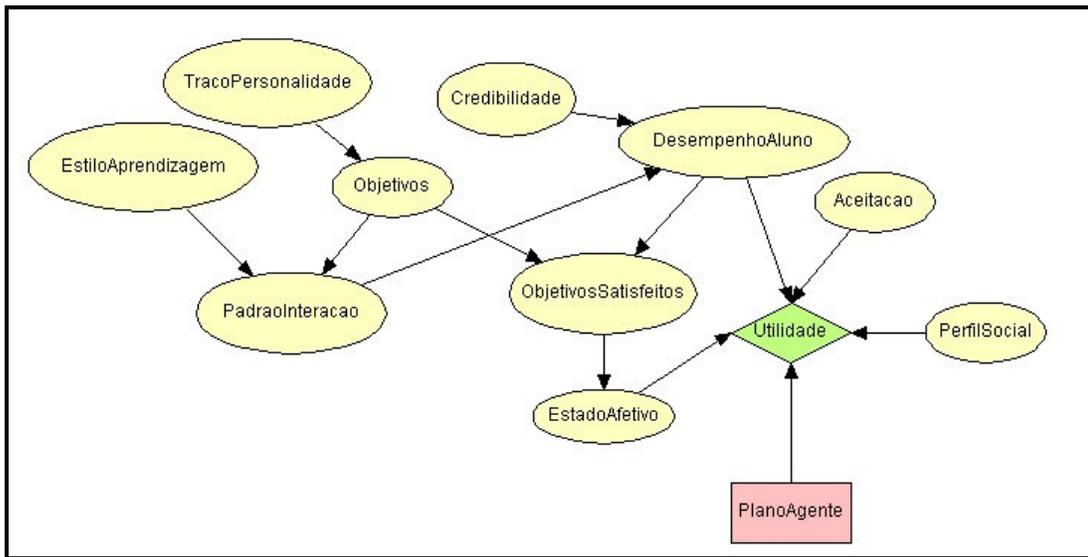


Figura 3.8: Rede probabilística de raciocínio do Agente Social

A classificação da rede do aluno (Tabela 3.1) utiliza a informação do Agente de Domínio sobre a presença (ou não) dos cinco tipos de nodos elencados acima e é informada para o Agente Social através do Agente Mediador (Flores, 2005).

Tabela 3.1: Classificação da rede

Rede	Parâmetros
Inviável	Rede apresenta ciclos ou nós não orientados
Incorreta	Sem diagnóstico, diagnóstico justifica as causas, presença de nó excludente
Potencial	Ausência de alguns nós importantes e presença de nós desnecessários
Satisfatória	Diferente do modelo especialista, mas satisfaz o estudo de caso proposto
Completa	Rede topologicamente idêntica ao modelo construído pelo especialista

Os nodos *Aceitação* e *Perfil Social* estão diretamente ligados na função de utilidade, pois estes valores, quando altos, maximizam a função de utilidade, ou seja, influenciam a possibilidade de um aluno ser indicado para interagir/formar grupo de trabalho com outro.

A Figura 3.9 apresenta como a rede proposta por Conati (2002) foi integrada ao modelo desenvolvido neste trabalho. Através desta figura pode-se observar com mais clareza, no detalhe (1), os nodos pertencentes à rede de Conati (2002) e, no detalhe (2) os nodos incluídos para o modelo do Agente Social.

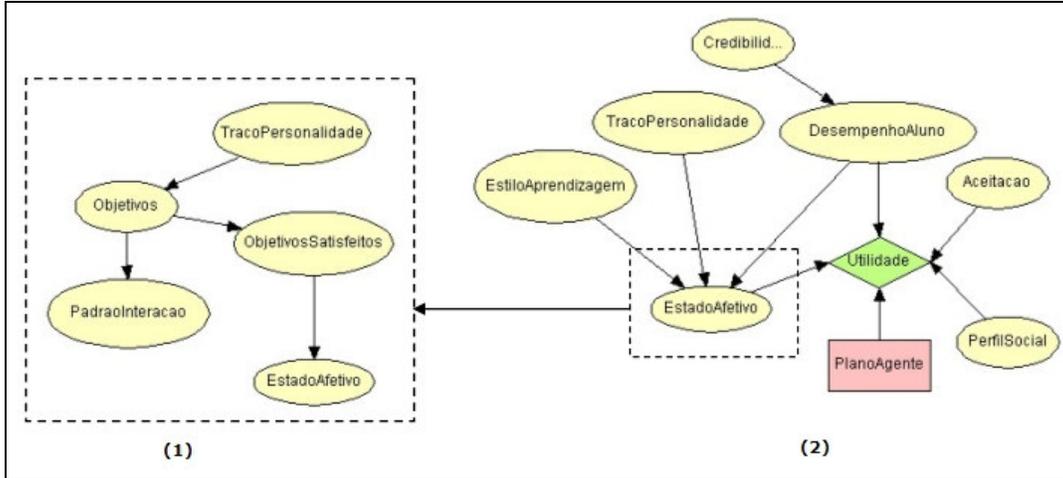


Figura 3.9: Detalhe do nodo *EstadoAfetivo*

As probabilidades a priori da rede principal de raciocínio do Agente Social (Figura 3.8) são apresentadas na Figura 3.10.

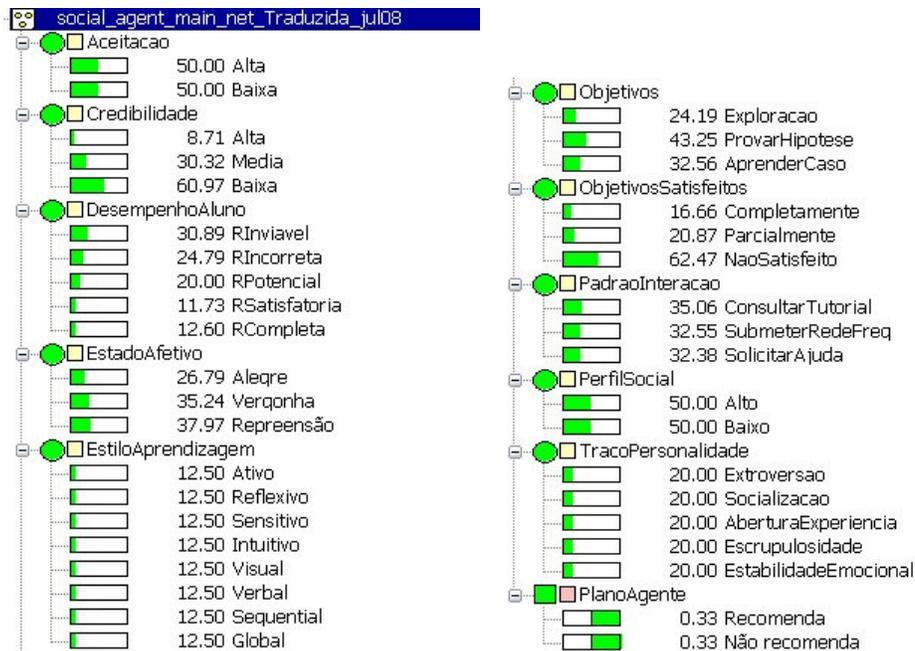


Figura 3.10: Probabilidades a priori da rede probabilística do Agente Social

As características individuais do aluno que são levadas em consideração para o agrupamento, conforme estudo do Capítulo 2, aparecem como nodos da rede da Figura 3.8. O detalhamento dos nodos e das tabelas de probabilidade condicionais são apresentados nas próximas subseções.

3.1.1 Desempenho do aluno

O desempenho do aluno se refere à competência do aluno no assunto em pauta. Por exemplo, alunos estão trabalhando em conjunto para montarem uma rede que diagnostique *depressão*, neste caso, alunos que já montaram redes sobre esta patologia serão incentivados a unirem-se ao grupo para colaborar na nova construção. É importante armazenar o grau de conhecimento sobre o assunto, dado pela classificação das redes já construídas pelo aluno. O desempenho do aluno é informado ao Agente Social pelo Agente Mediador do ambiente AMPLIA.

DesempenhoAluno

Credibilidade	Alta			Media			Baixa		
	Consulta	Submet	Solicita	Consulta	Submet	Solicita	Consulta	Submet	Solicita
RInviavel	0.05	0.05	0.05	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
RIncorreta	0.05	0.05	0.05	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
RPotencial	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
RSatisfatoria	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.05	0.05	0.05
RCompleta	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.05	0.05	0.05

Figura 3.11: CPT do nodo Desempenho do Aluno

3.1.2 Perfil Social

O perfil social é traçado durante o processo de interação dos alunos. O Perfil Social de cada aluno guarda as seguintes informações:

- Iniciativas de comunicação: quantidade de vezes que o aluno teve iniciativa de conversar com outros alunos;
- Respostas a iniciativas de comunicação: numa comunicação inicial, quantidade de vezes que o aluno respondeu;

O perfil social é definido pela fórmula:

$$sp = \sum \frac{i+r}{ti}$$

ou seja, o perfil social de um aluno é a média total entre quantidade de vezes que o aluno teve iniciativa de conversar com outros alunos (i) e o número de repostas que este aluno deu para as chamadas de outros alunos (r). A variável ti representa o total de interações de uma sessão de trabalho.

As probabilidades *a priori* definidas para este nodo são 0.5 para *alto* perfil social e 0.5 para *baixo* perfil social. A avaliação do perfil social de cada aluno, através da fórmula apresentada, definirá o conjunto de evidências para o nodo *Perfil Social*.

3.1.3 Aceitação

Baseada nas idéias de Maturana, esta variável indica a aceitação de um aluno por um colega. O grau de aceitação de um aluno, conferido por outro aluno, é um aspecto levado em consideração para formação de um grupo. Assim, um colega só será indicado novamente para interagir com outro, caso seu grau de aceitação tenha sido alto. Porém, caso um aluno tenha um baixo grau de aceitação por outro, em uma primeira

interação, o mesmo pode ser novamente indicado o grupo para trabalhar em outro tópico/conteúdo. Assim, a rejeição pode ser decorrência do desconhecimento naquele tópico e não na falta de afinidade entre o grupo, e o aluno pode ser indicado uma segunda vez. Se nesta oportunidade, sua aceitação continua baixa, não será mais indicado para formar o grupo de discussão com este colega.

A *Aceitação*, se unida às idéias da Psicologia Social como as Redes Sociais e da Sociometria (Wasserman, 1994) (Yang, 2003) (Sparrowe, 2001) (Sherman, 2004) também pode nos mostrar aspectos acerca das características sociais dos estudantes. Isso porque, o grau de aceitação é indicado pelos próprios alunos e com base nas suas estruturas afetivas, refletindo assim estas estruturas. É válido salientar que o grau de aceitação também pode indicar emoções diversas, tais como amor, inveja ou ódio. Em função disso, a aceitação de um aluno em relação as suas relações sociais é dada pela média aritmética dos graus de aceitação recebidos pelos colegas com os quais este aluno interagiu.

As probabilidades *a priori* definidas para nodo *Aceitação* são 0.5 para *alta* aceitação social e 0.5 para *baixa* aceitação social. A avaliação que cada aluno fará do colega com quem interagiu definirá o conjunto de evidências para o nodo *Aceitação*. Esta avaliação é feita através das informações fornecidas pelo aluno através da interface do editor colaborativo de Redes Bayesianas do AMPLIA. No final de cada sessão colaborativa, o aluno é questionado se voltaria a trabalhar com os colegas do grupo composto. A partir das suas respostas, o sistema armazena esta informação no modelo do aluno avaliado.

3.1.4 Estado Afetivo

Os estados afetivos são eventos resultantes do resultado da ação de um aluno ou da ação do agente. De acordo com a teoria cognitiva de emoções OCC (Ortony, 1998), emoções derivam de uma avaliação cognitiva da situação atual consistindo de eventos, agentes e objetivos.

O resultado desta avaliação depende de como a situação se enquadra nos objetivos e preferências de uma pessoa. Por exemplo, dependendo do fato de um evento atual (resultado de uma ação Figura 3.12, *a* e *b*) se adequar ou não ao objetivo de uma pessoa, esta sentirá alegria ou angústia em relação a este evento. Já se o evento atual é causado por outra pessoa (ou pelo grupo), a pessoa sentirá admiração ou repreensão em relação a este grupo (Figura 3.12a). Ainda, se o evento está relacionado à própria pessoa, ela se sentirá orgulhosa ou com vergonha (Figura 3.12b). Esta estrutura é a base da teoria OCC para definir as 22 emoções.

A teoria OCC considera que só existe um objetivo ativo durante o processo de avaliação cognitiva e, assim, a reação emocional resultante e sempre determinística. Na prática, uma pessoa pode ter vários objetivos e até objetivos conflitantes, situação que não é tratada no modelo OCC.

O modelo apresentado na Figura 3.8 considera 6 emoções, conforme o modelo apresentado por Conati (2002), das 22 emoções do modelo OCC. Estas emoções são Alegria/Angústia (*Joy/Distress*) pelo estado atual da rede construída no editor, Orgulho/Vergonha (*Pride/Shame*) em relação a si e Admiração/Repreensão (*Admiration/Reproach*) em relação ao trabalho desenvolvido pelo grupo. Estas 6

emoções são as consideradas neste trabalho.

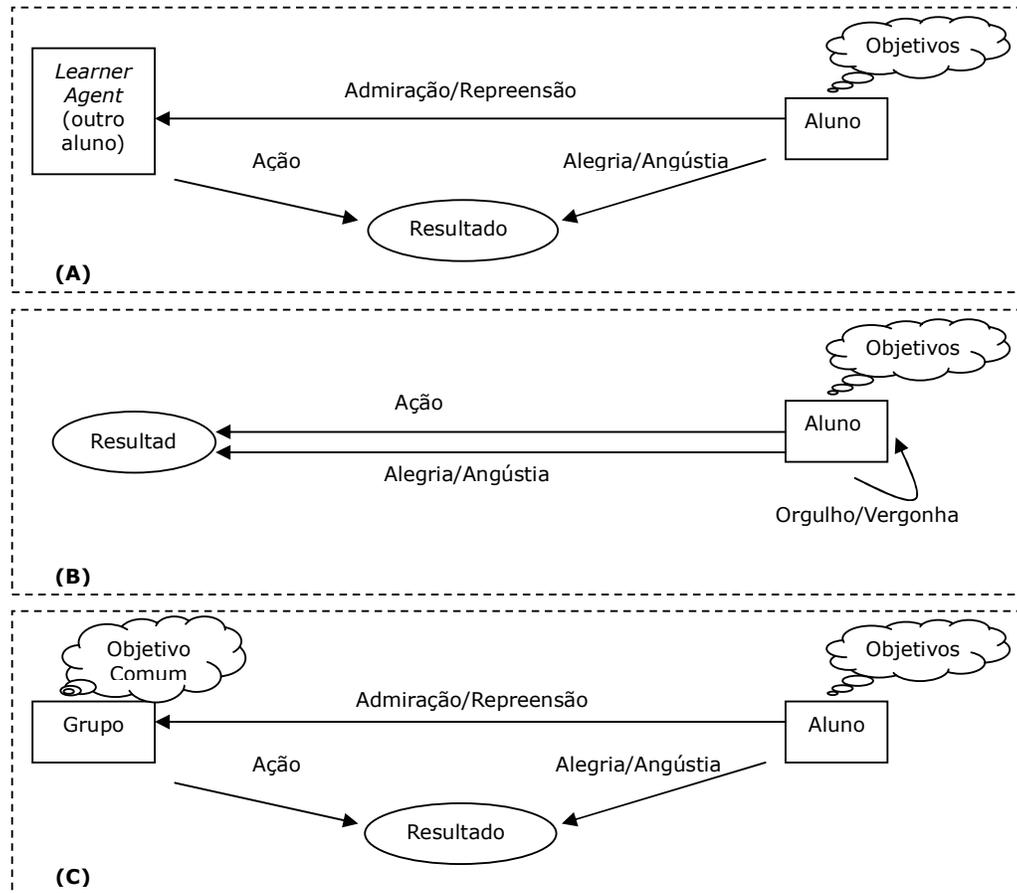


Figura 3.12: Exemplos de emoções baseados na teoria OCC

As probabilidades propagadas pela rede para nodo *Estado Afetivo* são apresentadas na Figura 3.13.

Estado Afetivo

ObjetivosSati	Comple	Parcial	NaoSati
Alegre	0.818181	0.416666	0.071428
Vergonha	0.090909	0.333333	0.428571
Repreensão	0.090909	0.25	0.5

Figura 3.13: CPT do nodo Estado Afetivo

Observa-se na tabela de probabilidade condicional (CPT) a relação de causalidade entre o nodo *Objetivos Satisfeitos* e o nodo *Estado Afetivo*.

3.1.5 Traços de Personalidade

O nodo *Traços de Personalidade* considera os traços dominantes de uma pessoa.

Segundo McCrae e Costa (1989), os cinco traços predominantes de personalidade identificados são: Neuroticismo, Extroversão, Franqueza/Intelecto, Afabilidade e Consciência, todos eles considerados neste modelo. Cada um dos cinco traços foi incorporado ao modelo como variáveis do nodo *Traços de Personalidade*. Pelo fato destas variáveis serem observáveis, foram identificadas e construídas as tabelas de probabilidade condicionais (CPTs) usando dados coletados dos questionários de avaliação dos traços de personalidade. Este questionário foi proposto por Goldberg (1992) e encontra-se na íntegra no Anexo B. As probabilidades deste nodo foram definidas *a priori*, com valores equilibrados para as cinco variáveis, ou seja, 0.2 para Neuroticismo, 0.2 para Extroversão, 0.2 para Franqueza/Intelecto, 0.2 para Afabilidade e 0.2 para Consciência.

3.1.6 Objetivos

A avaliação dos objetivos de um aluno na utilização de um ambiente educativo faz parte do modelo proposto por Zhou (2003) apresentado na Figura 3.14. Neste modelo, foram considerados como objetivos dos alunos na utilização do sistema: exploração do ambiente, edição da rede sem erros, provar hipóteses diagnósticas e conseguir elaborar uma rede para um caso clínico com êxito (rede classificada completa ou potencial). Assim como no modelo de Zhou (2003), os objetivos foram definidos após experimento prático com os alunos (Seção 4.1 *Experimento 1*).

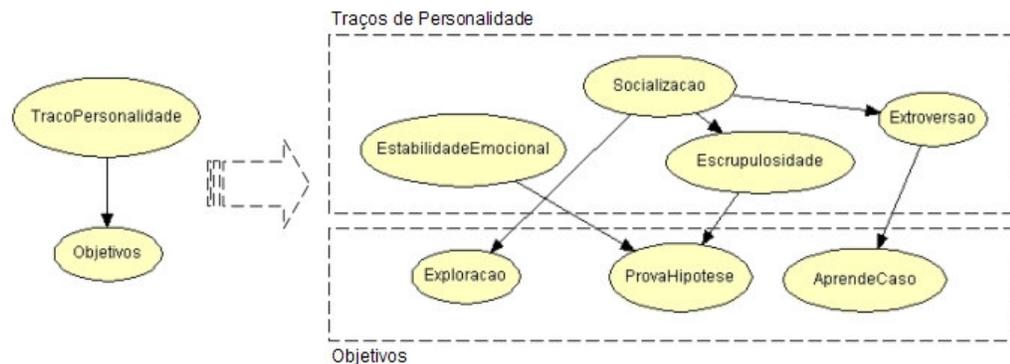


Figura 3.14: Detalhe da rede para inferência dos Objetivos

Pelo fato dos objetivos dos alunos serem um elemento chave na aplicação do modelo OCC, o modelo de Zhou (2003) inclui estes nodos para facilitar a avaliação dos estados afetivos. Os objetivos dependem dos traços de personalidade de uma pessoa, como apresentado na rede da Figura 3.14.

Objetivos

TracoPerson.	Extrover	Socializ	Abertur	Escrubu	Estabiliz
Exploracao	0.107	0.589	0.424	0.528	0.097
ProvarHipote	0.65	0.634	0.621	0.55	0.48
AprenderCas	0.646	0.482	0.312	0.314	0.434

Figura 3.15: CPT do nodo Objetivos

As probabilidades associadas aos nodos *Objetivos*, *Traços de Personalidade*, *Padrões de Interação*, *Objetivos Satisfeitos* e *Estado Afetivo* foram baseados no trabalho de Zhou (2003). Segundo este autor, as probabilidades definidas para o nodo *Objetivos* são apresentadas na Figura 3.17.

3.1.7 Estilo de Aprendizagem

O estilo de aprendizagem de um aluno foi incluído neste modelo pelo fato de influenciar na maneira como o aluno se comporta em um ambiente de aprendizagem. As características predominantes de um aluno determinam suas opções no processo de aprendizagem, como, por exemplo, escolha por trabalhos individuais ou em grupo, preferência por atividades práticas ou de leitura e reflexão.

A fim de contemplar trabalhos futuros, a rede do Agente Social inclui todos os estilos de aprendizagem. Porém, para o contexto deste trabalho, os pares de estilos *Ativo/Reflexivo* e *Sensitivo/Intuitivo* são os mais adequados para a forma como se dá o processo de aprendizagem no ambiente AMPLIA.

Nos experimentos apresentados no Capítulo 4, foram aplicados questionários para inferência dos estilos de aprendizagem. Este questionário foi proposto por (Soloman & Felder, 2008) e encontra-se na íntegra no ANEXO G QUESTIONÁRIO PARA INFERÊNCIA DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM. Já a porção do questionário utilizada para inferir os estilos utilizados neste trabalho (Ativo, Reflexivo, Sensitivo e Intuitivo) está no ANEXO A INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 1 (MODELO DO ALUNO).

Pelo fato destas variáveis (estilos) serem observáveis, foram identificadas e construídas as tabelas de probabilidade condicionais (CPTs) usando dados coletados dos questionários. As probabilidades deste nodo foram definidas *a priori*, de forma balanceada, ou seja, 0.125 para Ativo, 0.125 para Reflexivo, 0.125 para Sensitivo, 0.125 para Intuitivo, 0.125 para Sequencial, 0.125 para Global, 0.125 para Visual e 0.125 para Verbal.

3.1.8 Credibilidade

O nodo credibilidade pertence à rede de avaliação do Agente Aprendiz (Flores, 2005) do AMPLIA. O Agente Social recebe a informação da credibilidade da rede construída pelo aluno através deste agente. A característica de *cooperação* em SMA, citada por Jennings (1997), acontece neste sistema através da troca de mensagens entre os agentes de uma mesma sociedade (agentes internos do AMPLIA e agentes internos do PortEdu) e de sistemas heterogêneos (entre agentes do AMPLIA e PortEdu).

O Agente Aprendiz observa os arquivos de registro (*logs*) com as ações dos alunos e representa sua tomada de consciência (Piaget, 1977) através de níveis de credibilidade. O Agente Aprendiz detecta situações como: indecisão no momento de escolher os nodos adequados, repetição de tentativas em adequar um nodo a uma relação, construção de um novo modelo menos eficiente que o anterior e solicitação de ajuda. Estas situações são utilizadas como critérios para inferir a credibilidade atribuída pelo sistema ao aluno. Para efeitos de implantação, são definidos três graus de credibilidade:

- **Baixo Crédito:** atribuído nos casos de indecisão ou insegurança, por exemplo, quando o aluno constantemente apaga ou refaz os seus nodos;
- **Médio Crédito:** quando o aluno recorre de maneira espontânea à ajuda do sistema, ou quando constrói um modelo de rede menos eficiente que o seu modelo anterior;
- **Alto Crédito:** quando o aluno constrói o seu modelo de maneira autônoma, recorrendo inclusive a recursos fora do ambiente, como por exemplo, mecanismos de busca na Web.

Credibilidade

Alta	0.0871
Media	0.3032
Baixa	0.6097

Figura 3.16: CPT do nodo Credibilidade

O Agente Aprendiz do AMPLIA troca mensagens com o Agente Social informando a credibilidade da rede do aluno. Segundo Flores (2005), as probabilidades *a priori* do nodo *Credibilidade* foram definidas com valor maior para as redes de baixa credibilidade. Segundo a autora, a maioria os alunos iniciantes constróem redes de baixa credibilidade, em função da falta de domínio na ferramenta e na área de conhecimento.

3.1.9 Padrões de Interação

Os padrões de interação são características específicas das ações individuais dos alunos. A influência que os objetivos dos alunos possuem sobre os padrões de interação é representada pela topologia da rede da Figura 3.17.

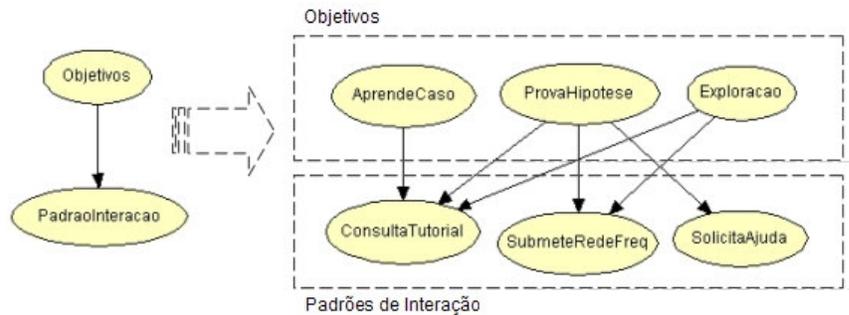


Figura 3.17: Detalhe da rede para inferência dos Padrões de Interação

Os padrões de interação mais relevantes identificados por Zhou (2003) e validados no experimento realizado neste trabalho (seção 4.1) são: acesso ou consulta a tutoriais (nodo *ConsultaTutorial*), submeter frequentemente a rede para avaliação, ou seja, comparação da rede do aluno com a rede do especialista (nodo *SubmeteRedeFreq*) e solicitar ajuda ao sistema (nodo *SolicitaAjuda*).

PadraoInteracao

Objetivos	Exploracao								ProvarHipotese								Aprendi
	Ativo	Reflexiv	Sensitiv	Intuitiv	Visual	Verbal	Sequen	Global	Ativo	Reflexiv	Sensitiv	Intuitiv	Visual	Verbal	Sequen	Global	Ativo
ConsultarTut	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.25	0.25	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.25	0.25	0.35
SubmeterRec	0.5	0.05	0.2	0.3	0.3	0.2	0.25	0.25	0.4	0.05	0.2	0.3	0.3	0.2	0.25	0.25	0.5
SolicitarAiudi	0.05	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.05	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.05

Objetivos	AprenderCaso						
	Reflexiv	Sensitiv	Intuitiv	Visual	Verbal	Sequen	Global
ConsultarTut	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.25	0.25
SubmeterRec	0.05	0.2	0.3	0.2	0.2	0.25	0.25
SolicitarAiudi	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25

Figura 3.18: CPT do nodo Padrão Interação

O nodo *Padrão de Interação* é influenciado pelas probabilidades dos nodos *Objetivos*, *Traço de Personalidade* e *Estilos de Aprendizagem*, como observado na Figura 3.18.

3.1.10 Objetivos Satisfeitos

O nodo *Objetivos Satisfeitos* representa o resultado da avaliação da ação do aluno, que é influenciada pelos nodos *Objetivos* e *Desempenho do aluno*. Esta avaliação afeta a manifestação da emoção, como especificado no modelo OCC e no modelo de Zhou (2003). Assim, o nodo *Objetivos Satisfeitos* informa o resultado que se espera de uma ação do aluno, em relação a seus objetivos.

Os arcos e tabelas de probabilidades condicionais entre os nodos *Objetivos*, *Desempenho do aluno* e *Objetivos Satisfeitos* são baseados em um julgamento subjetivo. Algumas destas ligações são um tanto óbvias como, por exemplo, um aluno que tem o objetivo de *provar uma hipótese diagnóstica* e sua rede foi classificada como *completa* indica que seu objetivo foi alcançado com a máxima probabilidade (veja na CPT da Figura 3.19). Outras relações são menos óbvias e só podem ser construídas a partir de entrevistas com os alunos. Assim, pelo fato de não existirem heurísticas adequadas para construir estas ligações, não foram incluídas neste modelo. Um exemplo destas relações é o objetivo de “Exploração” do ambiente. O resultado da rede construída pelo aluno não indica se a exploração foi ou não bem sucedida, visto que a exploração objetiva a livre navegação no ambiente.

ObjetivosSatisfeitos

Objetivos	Exploracao					ProvarHipotese					AprenderCaso				
	RIInviav	RIIncorr	RPotenc	RSatisfsfa	RCompl	RIInviav	RIIncorr	RPotenc	RSatisfsfa	RCompl	RIInviav	RIIncorr	RPotenc	RSatisfsfa	RCompl
Completamente	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Parcialmente	0.2	0.2	0.2	0.25	0.15	0.1	0.1	0.1	0.8	0	0.1	0.1	0.1	0.8	0
NaoSatisfeito	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	0.9	0.9	0.9	0.2	0	0.9	0.9	0.9	0.2	0

Figura 3.19: CPT do nodo Objetivos Satisfeitos

O nodo *Objetivos Satisfeitos* influencia o nodo *Estado Afetivo* visto que é mais provável que um aluno expresse uma emoção positiva após alcançar os seus objetivos.

3.1.11 Utilidade

O nodo *Utilidade* representa as preferências do Agente Social em relação aos possíveis estados. A inclusão deste nodo se baseia na Teoria da Utilidade (seção 2.3.2 Teoria da utilidade) visto que para o processo de tomada de decisão do agente é

necessário que haja uma função numérica que represente as preferências do agente em relação aos diferentes estados de um mundo. Na Figura 3.20 estão agrupados os valores que expressam a preferência do agente por um estado. Através destes valores, o agente seleciona a ação que maximiza este valor no momento da decisão de como agir. A ação do Agente Social é regulada pelo seu plano, ou estratégia de formação de grupo. As estratégias para formação de grupos adotadas pelo agente são detalhadas na próxima seção.

Utilidade

Desempenho		RInviavel																	
EstadoAfetivo		Alegre				Vercoonha				Repreensão				Vercoonha					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1	0.15	0.05	0.4	0.2	0.2	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1

Desempenho		RInviavel																	
EstadoAfetivo		Vercoonha				Repreensão				Vercoonha				Repreensão					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1

Desempenho		RIncorreta																	
EstadoAfetivo		Alegre				Vercoonha				Repreensão				Vercoonha					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.1	0.25	0.25	0.4	0.6	0.1	0.1	0.05	0.6	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.1	0.5	0.1

Desempenho		RIncorreta																	
EstadoAfetivo		Vercoonha				Repreensão				Vercoonha				Repreensão					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.1	0.5	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1

Desempenho		RPotencial																	
EstadoAfetivo		Alegre				Vercoonha				Repreensão				Vercoonha					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.1	0.2	0.2	0.5	0.5	0.1	0.1	0.05	0.2	0.2	0.2	0.7	0.5	0.2	0.2	0.1	0.6	0.1

Desempenho		RPotencial																	
EstadoAfetivo		Vercoonha				Repreensão				Vercoonha				Repreensão					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.1	0.05	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.6	0.1	0.1	0.05	0.2	0.1	0.1	0.1

Desempenho		RSatisfatoria																	
EstadoAfetivo		Alegre				Vercoonha				Repreensão				Vercoonha					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.05	0.2	0.05	0.7	0.2	0.4	0.4	0.05	0.05	0.2	0.2	0.8	0.7	0.1	0.15	0.05	0.6	0.2

Desempenho		RSatisfatoria																	
EstadoAfetivo		Vercoonha				Repreensão				Vercoonha				Repreensão					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.2	0.05	0.25	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1	0.15	0.05	0.6	0.2	0.2	0.05	0.25	0.1	0.1	0.1

Desempenho		RCompleta																	
EstadoAfetivo		Alegre				Vercoonha				Repreensão				Vercoonha					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.05	0.1	0.05	0.8	0.1	0.4	0.4	0.05	0.05	0.2	0.2	0.9	0.8	0.05	0.1	0.05	0.2	0.3

Desempenho		RCompleta																	
EstadoAfetivo		Vercoonha				Repreensão				Vercoonha				Repreensão					
PlanoAcente	EstadoAfetivo	EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo		EstrategiaAltoDesempenho		EstrategiaAltoSociabilidade		EstrategiaEstadoAfetivoPositivo			
Aceitacao	PerfilSocial	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		
Utility		0.3	0.05	0.3	0.1	0.1	0.1	0.8	0.05	0.1	0.05	0.2	0.3	0.3	0.05	0.3	0.1	0.1	0.1

Figura 3.20: CPT do nodo Utilidade

A tabela de probabilidade condicional do nodo *Utilidade* foi modelada de forma a auxiliar o agente no processo de decisão. Durante o processo de avaliação dos grupos se serão compostos, o agente leva em consideração a estratégia, o desempenho da rede

do aluno, o estado afetivo do aluno, o perfil social e a aceitação social do aluno. São os pesos atribuídos aos estados que definem o grupo mais adequado para um determinado aluno.

Tanto a topologia da rede, e a relação causal entre as variáveis de domínio que ela expressa (aspecto qualitativo), como a distribuição de probabilidades condicionais das variáveis (aspectos *qualitativos*) definem o modelo de raciocínio do Agente Social.

Os valores atribuídos aos estados do nodo *Utilidade* definem as possibilidades de composição de grupos sugeridos pelo Agente Social e serão detalhados nos cenários apresentados na seção 3.2 *Estratégias para formação dos grupos*.

3.2 Estratégias para formação dos grupos

O principal objetivo do Agente Social é sugerir a formação de grupos de trabalho e motivar os alunos na construção do conhecimento de forma colaborativa. Quando o agente considera características individuais dos alunos ele pode compor grupos que possam ter melhor rendimento na sua dinâmica de trabalho.

Na aprendizagem colaborativa, o sucesso de uma pessoa está relacionado ao sucesso dos outros estabelecendo uma interdependência positiva entre os membros de um grupo. Quando os membros de um grupo compartilham do mesmo objetivo, eles se comprometem na realização da tarefa. Uma das formas de se garantir uma interdependência positiva é estabelecer o compartilhamento de papéis entre os participantes de um grupo. Assim, cada participante em algum momento terá uma responsabilidade específica e se compromete com esta função para contribuir com a construção coletiva.

A participação em um grupo depende da aprovação do usuário. O aluno é convidado a juntar-se ao grupo, mas participa se quiser. Quando um aluno é convidado a participar de um grupo e aceita o convite, considera-se que a aceitação social do aluno em relação aos alunos que compõem o grupo é positiva. Caso recusa, o Agente Social averigua o porquê da rejeição. As seguintes perguntas são feitas: *(i.)* não tenho interesse neste assunto, *(ii.)* estou temporariamente indisponível, *(iii.)* não tenho interesse em interagir com este grupo.

As ações dos alunos são armazenadas no modelo do aluno. Esta base de dados é consultada pelo Agente Social no momento de avaliar uma sugestão de indicação de aluno. Os grupos são compostos dinamicamente, em função da tarefa que está sendo realizada. Por exemplo, considere um cenário em que o “Aluno 1” iniciou a edição da rede para o caso clínico “Avaliação cardíaca”. O Agente Social verifica que os alunos 2, 4, 5, 7, 8 e 9 já elaboraram redes para este caso, com resultados diferentes. O agente indica para o “Aluno 1” que interaja com os alunos 4, 7 ou 8, pois após avaliar o perfil de cada um deles, acredita que estes sejam os colegas mais adequados para comporem um grupo de trabalho com o “Aluno 1”. Para este cenário, iniciado pelo “Aluno 1” o agente sugere que este aluno seja o líder do grupo, durante aquela sessão. A estratégia de definir, a cada sessão, um novo líder para o grupo tem o objetivo de manter a organização e comprometimento dos membros do grupo e possibilitar o compartilhamento de papéis, fazendo com que vários alunos experimentem a responsabilidade de manterem a produtividade de um grupo.

As informações individuais e do grupo são atualizadas pelo Agente Social nos modelos de aluno e de grupo após cada tarefa realizada, visto que o comportamento dos envolvidos muda com a evolução das interações e em função do grupo no qual está inserido.

Os alunos podem se repetir em vários grupos. Um aluno não precisa participar sempre de um mesmo grupo e pode participar simultaneamente de vários grupos, conforme seu interesse.

O ideal é formar grupos com perfil mais democrático e muitos alunos com perfil de liderança podem gerar conflitos. A investigação experimental de White & Lippitt (Krüger, 1986 p.75) sugere que a *democrática* é a melhor das modalidades de liderança, pois se excetuando a *produtividade* (que é melhor na autoritária) os grupo democraticamente conduzidos apresentam índices mais positivos de em termos de coesão, independência e baixa freqüência de comportamentos agressivos. Em função disso, neste trabalho cada grupo possui um aluno com o papel de liderança e este papel é compartilhado a cada nova sessão (edição de rede). Assim, considera-se que qualquer aluno é capaz de liderar um grupo. Esta técnica é chamada de compartilhamento de papéis (*role-sharing*) (Peterson, 1997). A liderança compartilhada leva ao compartilhamento de competências. O líder tem a função de manter o foco no processo e o funcionamento do grupo, resolvendo possíveis conflitos. O líder coordena as discussões e as idéias e mantêm os colegas ativos no processo de construção colaborativa. Quando os alunos frequentemente compartilham papéis de liderança, ou de facilitadores, eles ficam mais atentos à manutenção do funcionamento do grupo (Peterson, 1997). Porém, nem sempre o aluno designado como líder, tem este perfil. Caso o Agente Social observe que algum membro não está participando do grupo, ele envia mensagens a este aluno (através da ferramenta de bate-papo) a fim de motivá-lo a participar da tarefa. Desta forma, o Agente Social sempre atuará em conjunto com o líder do grupo.

Os grupos devem ser formados por alunos com conhecimento em níveis não muito discrepantes. Por exemplo, unir num grupo dois alunos *experts* e um com baixo desempenho naquele assunto pode não ser produtivo. Para grupos de seis pessoas, por exemplo, com alunos com desempenho ótimo, médio e regular, poder-se-ia unir dois colegas de cada nível de conhecimento, totalizando seis. Segundo Lima (2003), grupos heterogêneos geram contribuições relevantes. Por este motivo, nos experimentos realizados neste trabalho (Capítulo 4) o Agente Social formou grupos heterogêneos, com alunos de perfis variados e não conflitantes.

A formação de um grupo é uma coalizão para alcançar um objetivo maior, que é a aprendizagem. Esta coalizão será feita baseada no comprometimento (aspecto social), estado afetivo e personalidade (aspectos afetivos). Cada aluno possui uma personalidade que influencia na dinâmica dos grupos. Para levar em consideração os aspectos afetivos, os agentes devem manter uma memória emocional.

Com base nestas estratégias, o Agente Social utiliza a rede da Figura 3.21 para compor os grupos de trabalho.

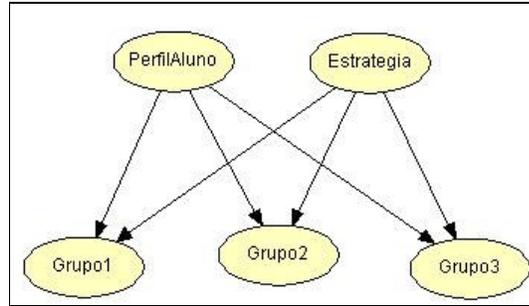


Figura 3.21: Rede para composição de grupos

Os nodos Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3 representam três diferentes estratégias de composição de grupos. Em função da estratégia, a rede verifica em qual grupo se enquadra um determinado aluno com um perfil específico. O nodo *PerfilAluno* representa a rede da Figura 3.8 e considera como estados o perfil social, a aceitação, o estado afetivo e o desempenho do aluno. O nodo *Estratégia* define o grupo no qual o aluno avaliado será indicado para participação. O nodo *Grupo 1* representa o grupo de alunos com perfil equivalente à alta sociabilidade, alta aceitação, desempenho médio a baixo e estado afetivo negativo (Angústia, Vergonha ou Repreensão). O nodo *Grupo 2* agrupa alunos com perfil predominante de estado afetivo positivo (Alegre), desempenho médio a alto, sociabilidade média a baixa e aceitação média a baixa. Já o nodo *Grupo 3* possui como estratégia agrupar alunos com alto desempenho, estado afetivo positivo, baixa sociabilidade e baixa aceitação. Para os três casos são utilizadas estratégias para composição de grupos heterogêneos, agrupando alunos com perfis diferentes, mas com uma característica afim.

PerfilAluno				Estrategia			
Desempenho	0.25	AltoDesempe	0.33				
EstadoAfetivo	0.25	AltaSociabilic	0.34				
Sociabilidade	0.25	EstadoAfetivo	0.33				
Aceitacao	0.25						

Grupo1												
Estrategia	AltoDesempenho				AltaSociabilidade				EstadoAfetivoPositivo			
PerfilAluno	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac
Participa	1	1	1	1	0.1	0.2	0.4	0.3	1	1	1	1
NaoParticipa	1	1	1	1	0.4	0.3	0.1	0.2	1	1	1	1

Grupo2												
Estrategia	AltoDesempenho				AltaSociabilidade				EstadoAfetivoPositivo			
PerfilAluno	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac
Participa	1	1	1	1	1	1	1	1	0.3	0.4	0.2	0.1
NaoParticipa	1	1	1	1	1	1	1	1	0.2	0.1	0.3	0.4

Grupo3												
Estrategia	AltoDesempenho				AltaSociabilidade				EstadoAfetivoPositivo			
PerfilAluno	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac	Desemp	EstadoA	Sociabil	Aceitac
Participa	0.4	0.2	0.3	0.1	1	1	1	1	1	1	1	1
NaoParticipa	0.1	0.3	0.2	0.4	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 3.22: CPTs dos nodos da rede para composição de grupos

As probabilidades a priori dos nodos *PerfilAluno* e *Estratégia* são apresentadas na Figura 3.22. Nas tabelas dos nodos *Grupo 1*, *Grupo 2* e *Grupo 3* podem-se observar a influência das probabilidades do perfil do aluno e da estratégia de formação de grupos sobre os nodos dos grupos. Assim, em função do plano do Agente Social (estratégia) é o grupo no qual o aluno será agrupado.

A Figura 3.23 apresenta três cenários que ilustram as sugestões do agente, levando em consideração o perfil do aluno e a estratégia definida. A estratégia é definida pelo agente em função do perfil do aluno líder (aluno que inicia a edição de uma rede). Se o perfil deste aluno é de um aluno com alto desempenho, a estratégia usada é a do cenário (3), se o aluno possui estado afetivo positivo, a estratégia usada é do cenário (2) e, por fim, para alunos com alta sociabilidade, a estratégia utilizada é apresentada no cenário (1). Para alunos com valor igual para as variáveis estado afetivo, sociabilidade e desempenho, o agente define aleatoriamente uma estratégia.

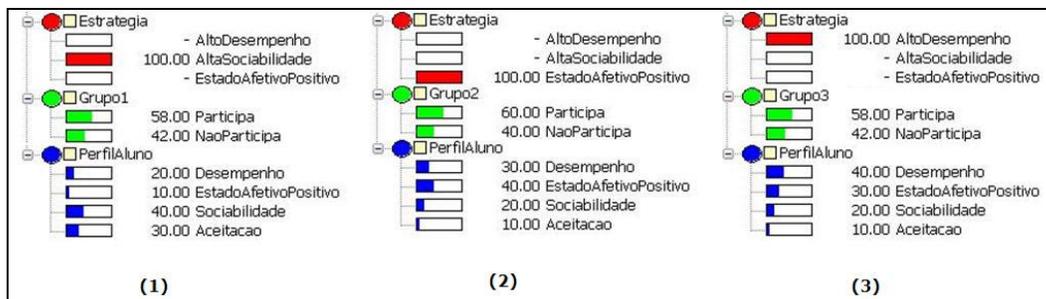


Figura 3.23: Cenários de composição de grupos

As estratégias adotadas para a composição dos grupos dos três cenários da Figura 3.23 vão ao encontro da *equilíbrio das estruturas*, questão abordada nas pesquisas do biólogo suíço Jean Piaget (1976). A teoria da Epistemologia Genética de Piaget (1983) trata do desenvolvimento das estruturas cognitivas da criança. Já o mecanismo de construção destas estruturas envolve o desenvolvimento e a formação do conhecimento.

A formação do conhecimento é um processo de equilíbrio. Assim, um sujeito possui estados de equilíbrio qualitativamente diferentes, com múltiplos desequilíbrios e reequilibrações. Porém, as reequilibrações fundamentais para o desenvolvimento são as que conduzem para um melhor equilíbrio e para uma auto-organização (Piaget, 1976).

Para uma melhor compreensão da forma como este trabalho trata os possíveis conflitos que aparecem no processo de construção coletiva do conhecimento, é preciso destacar os conceitos de assimilação, acomodação e perturbação (Piaget, 1976).

Por assimilação entende-se a integração de elementos novos a estruturas ou esquemas já existentes, enquanto a acomodação é a modificação dos esquemas de assimilação por influência de situações externas são importantes para este estudo. O conhecimento não está no sujeito (inatismo) e nem no objeto (empirismo). Ele é construído a partir da interação sujeito – objeto. Ao agir sobre o objeto, o sujeito retira dele (abstrai) elementos, que são assimilados, isto é, incorporados em um esquema sensorial ou conceitual, através de um processo de interiorização. Esta assimilação deve ser acomodada, isto é, deve levar em consideração as particularidades dos elementos assimilados para permitir sua integração. Os sistemas cognitivos são então, ao mesmo

tempo, abertos (integração, assimilação) no sentido das trocas com o meio, e fechados (diferenciação, acomodação) enquanto ciclos, e as formas de equilíbrio referem-se, portanto, às ações realizadas nos dois sentidos. Quando ocorre uma perturbação exterior, isto é, um desequilíbrio, há uma modificação compensadora, ou seja, uma adaptação ou um novo equilíbrio do sistema cognitivo (Seixas, 2005).

Através da análise das formas com que ocorre a equilibração, podem-se buscar os conflitos que levam à desequilibração. A equilibração pode se dar de três formas diferentes: (i) equilibração entre a assimilação do objeto a um esquema de ações e a acomodação deste esquema ao objeto (confere significação ao objeto, transformando-o); (ii) Equilibração das interações entre os subsistemas e (iii) Equilíbrio progressivo da diferenciação (acomodação) e a integração (assimilação).

Na equilibração entre a assimilação do objeto a um esquema de ações, o objeto deve ter certos caracteres (A') e não deve possuir outros caracteres (p.ex. X ou Y, que são nãoA'). A equilibração das interações entre os subsistemas, como no caso anterior, também necessita da negação, pois a coordenação de dois subsistemas envolve uma parte operativa comum (S1;S2), que se opõe a (S1.nãoS2) e (S2.nãoS1). O equilíbrio progressivo da diferenciação e a integração consideram as relações que unem subsistemas a uma totalidade que os engloba. O papel necessário das negações é visto aqui, pois ao diferenciar uma totalidade T em subsistemas S, afirma-se o que cada um possui de próprio. Ao excluir as propriedades que não contém, assim como constituir uma totalidade T é destacar as propriedades a todos os S e distinguir, negativamente as propriedades particulares, não pertencentes a T.

Segundo Seixas (2005), os três tipos de equilibração podem efetuar-se de maneira espontânea e intuitiva, por tateamentos sucessivos, eliminando os fracassos e retendo os sucessos. Na medida em que o sujeito procura uma regulação, uma estabilidade coerente, é necessário usar as exclusões de modo sistemático, assegurando uma correspondência exata das afirmações e negações.

Os esquemas de assimilação buscam a significação dos objetos assimilados. Um obstáculo a esta assimilação acarreta uma *perturbação* e as reações a estas perturbações são as chamadas *regulações*. A regulação consiste em uma retomada de uma ação original, modificada pelos seus resultados, ou seja, quando a ação original não produziu os resultados esperados e é retomada, com base nos resultados obtidos.

As perturbações podem ser geradas de duas formas. A primeira é quando há uma oposição a acomodação, originando o erro, seguida da regulação (correção ou *feedback* negativo). A segunda é quando existem lacunas ou necessidades insatisfeitas em relação a um objeto ou condição necessária para resolver um problema ou concluir uma ação.

Para Piaget, não se pode considerar regulação quando houver simplesmente uma repetição da ação. Para que aconteça a regulação e a reequilibração, é preciso que aconteça uma mudança ou uma ação interrompida. Assim, a equilibração cognitiva pode levar a estados de equilíbrio que podem ser considerados como estados de melhor qualidade que o anterior.

No modelo de seleção de grupos (Figura 3.21) algumas *perturbações* no processo de aprendizagem coletiva podem ser geradas em função dos perfis dos alunos selecionados para composição dos grupos. Quando um aluno inicia a edição de uma

rede para um caso clínico, o Agente Social considera este aluno como o líder do grupo de trabalho. Através da interface do editor, o aluno pode escolher entre o trabalho individual ou o trabalho em grupo. Se o aluno abre a possibilidade para o trabalho coletivo, o Agente Social faz intervenções sugerindo colegas com perfil para um grupo potencial. A partir do perfil do aluno líder, o Agente Social vai selecionar a estratégia de composição do grupo, o que pode variar a cada sessão de trabalho. Um exemplo de *perturbação* que pode acontecer no cenário (1) da Figura 3.23 é o desconforto, ou pouco rendimento, dos participantes pela falta de conhecimento no caso clínico em questão. Esta *perturbação* pode levar a uma *regulação* do sistema, visto que os alunos deste grupo possuem alta aceitação e habilidade social. Alunos com estas características, em geral, possuem maior facilidade para procurarem ajuda com outros colegas ou professores.

As estratégias definidas neste modelo buscaram a equilibrção cognitiva, em função das probabilidades associadas aos estados dos nodos e propagadas pela rede. Assim, buscou-se alcançar estados de melhor qualidade ao dinâmico processo de formação do conhecimento. Uma dificuldade inerente ao processo cognitivo é a avaliação do mesmo, ou seja, como saber se após as estratégias ou atividades pedagógicas realizadas o aluno realmente se apropriou do conhecimento. Para isso, foi conduzido um experimento (seção 4.4 *Experimento 4*) onde se avaliou a qualidade das redes construídas pelos alunos de forma individual, pelos grupos formados espontaneamente e pelos grupos sugeridos pelo Agente Social. O resultado deste experimento aponta para mudanças no processo de aprendizagem que levaram a *reequilibrção*.

3.3 Interoperabilidade do Agente Social

Em Santos (2006) foi utilizada a OWL (detalhada na seção 2.4 *Ontologias para Comunicação de Agentes Probabilísticos*) para fornecer interoperabilidade semântica entre os agentes de contextos diferentes. O domínio onde estes agentes estão inseridos é do portal educacional Portedu (Nakayama, 2005), um portal na web que provê acesso a sistemas (como o AMPLIA) e conteúdos educacionais. Ele oferece uma plataforma para sistemas educacionais baseados em agentes e vários serviços, tais como recuperação de informações e agente perfil do usuário, que mantém informações sobre os usuários.

A OWL foi usada como linguagem para representar a ontologia do Agente Social do PortEdu, de forma que este agente possa se comunicar com os agentes fora do domínio da aplicação, como o Agente Aprendiz do AMPLIA.

Para o Agente Social se comunicar com os agentes fora do escopo original (AMPLIA) foi proposto em Santos (2006) o uso da tecnologia de web semântica, mas especificamente da OWL (seção 2.4 *Ontologias para Comunicação de Agentes Probabilísticos*).

A Figura 3.24 ilustra a arquitetura do Agente Social (com as redes de decisão do modelo individual e do grupo) e sua interação com os agentes *Aprendiz* e *Mediador*, do AMPLIA e os agentes do PortEdu (*External Agents*). Os componentes que viabilizam a comunicação com os agentes externos são o Módulo de Gerenciamento de Ontologias (*Ontology Management Module*) e o Módulo de Comunicação Externa (*External Communication Module*).

A representação OWL foi estendida e adaptada para representar o conhecimento do agente. Como apresentado no Capítulo 2, a BayesOWL foi desenvolvida para resolver o problema de mapeamento de ontologias. Para este trabalho, foram usados os conceitos da extensão da OWL, a BayesOWL, e adicionado o suporte para representação de variáveis com múltiplos estados e tabelas de probabilidades condicionais. Foi usado em Santos (2006) o software *Protegé* (Protegé, 2005) para desenvolver o núcleo da ontologia OWL onde são fornecidos todos os conceitos necessários para representar o conhecimento probabilístico do Agente Social. As classes definidas nesta ontologia permitem a tradução da rede bayesiana do agente em OWL. As classes principais são:

- *Probability Information* – abstração em alto nível que é a superclasse de *Prior Probability*, *Conditional Probability* e *CPT (Conditional Probability Table)*;
- *Prior Probability* – representa as probabilidades dos estados cujos nodos não têm pais;
- *Conditional Probability* – representa a probabilidade condicional bayesiana. Esta classe tem duas propriedades: (a) *State Probability*, que define a probabilidade para cada estado dos nodos levando em consideração as (b) condições e (b) *Condition* que é o conceito que define uma variável e seu estado para serem usados em conjunção com *State Probability* para representar uma *Conditional Probability*.

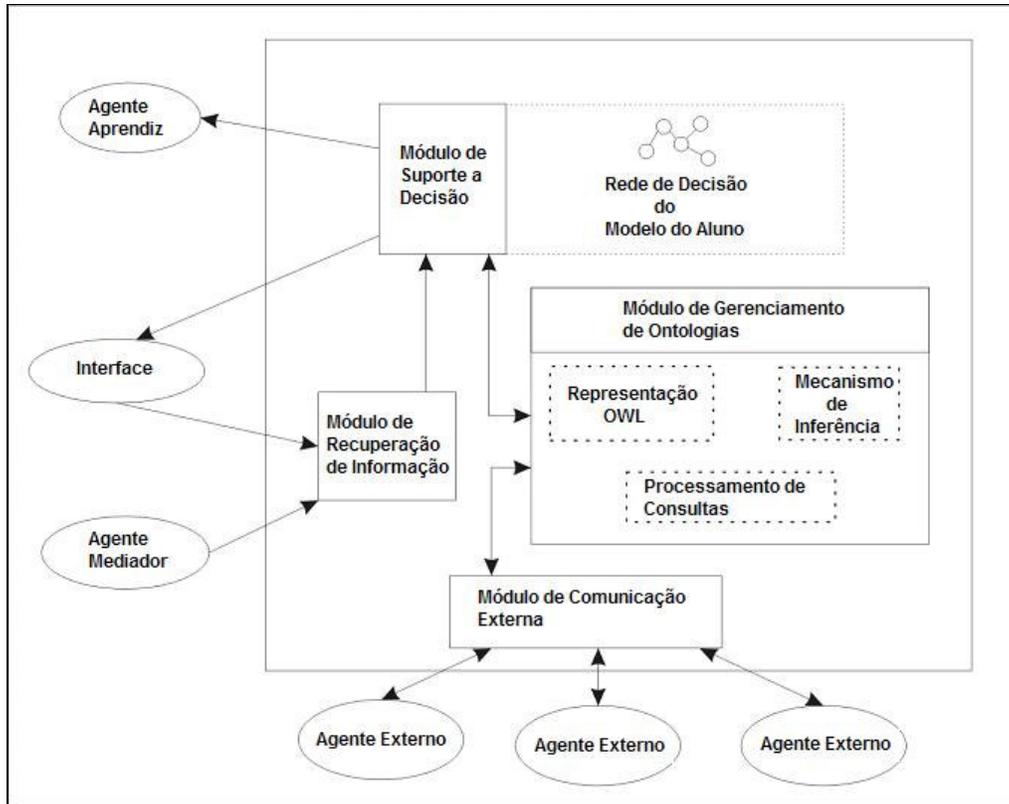


Figura 3.24: Arquitetura interoperável do Agente Social

Além das informações probabilísticas do agente, esta ontologia pode ser utilizada por especialistas para fornecer outras informações do domínio do AMPLIA para outros sistemas integrados ao PortEdu. Com os conceitos definidos nesta ontologia podem-se representar as redes dos agentes em OWL. Cada nodo da rede é processado e toda informação sobre ela (pais, filhos, CPT, etc.) é convertida para OWL criando instâncias de conceitos pré-definidos desta ontologia.

O Módulo de Comunicação Externa (*External Communication Module*) viabiliza a comunicação com agentes externos (do portal PortEdu, neste caso, ou outros agentes de ambientes de aprendizagem vinculados ao PortEdu). O Portedu foi desenvolvido como um sistema multiagente e usa os padrões da FIPA para promover interoperabilidade entre ambientes de aprendizagem diferentes. Não há nenhum padrão no conteúdo da mensagem usado na linguagem. O desenvolvedor pode usar, assim, a linguagem que se adapta melhor as suas necessidades. Neste trabalho, para aumentar a interoperabilidade foi usada a OWL.

Assim, o módulo de comunicação é capaz de enviar e receber mensagens usando FIPA-ACL. Ele é responsável por receber as consultas dos agentes, analisá-las e encaminhar o conteúdo da ontologia para o módulo de gerenciamento da ontologia. Uma vez recebida uma resposta do módulo da ontologia, já em OWL, a mensagem é envelopada, de acordo com a especificação FIPA ACL e a mensagem é retornada ao remetente, seguindo o protocolo da mensagem.

Para a implementação da comunicação foi utilizada FIPA-OS, um *middleware* para facilitar a implementação de aplicações multiagente e que segue os padrões estabelecidos pela FIPA. A arquitetura provê serviço de nomes (*names service*) e de diretórios (*directory facilitator*), transporte de mensagens, analisadores (*parser services*) e uma biblioteca de protocolos de interação FIPA. Para desenvolvimento de agentes, a FIPA-OS fornece APIs Java. Existem outras alternativas ao FIPA-OS, mas este trabalho utiliza FIPA-OS para facilitar a integração com o PortEdu, cuja implementação segue este mesmo padrão.

A ontologia de Redes Bayesianas forma uma base de conhecimento que armazena as situações das redes, as transições entre situação e as evidências. Esta base pode conter várias Redes Bayesianas diferentes. Cada modificação em uma RB caracteriza uma nova situação e a seqüência de situações representa o histórico da rede. A base de conhecimento mantém uma representação atualizada das redes do Agente Social de forma que possa ser facilmente interpretada por outros agentes. A ferramenta *Protegé* foi utilizada também para manter a base de conhecimento do Agente Social. Para a atualização da base de conhecimento foi utilizada a ferramenta Jena (Carroll, 2003), que provê suporte a aplicações usando OWL. A Jena API foi utilizada para criar e inserir novas situações na base de conhecimento e também executar as consultas.

A Figura 3.25 apresenta um exemplo da troca de conhecimento bayesiano entre o Agente Social (do PortEdu) e o Agente Aprendiz (do AMPLIA). A interação entre o Agente Social com os outros agentes segue as especificações FIPA, adotadas pela plataforma PortEdu. O Agente Social foi desenvolvido usando o framework JADE (Bellifemine, 1999), que provê um *middleware* compatível com FIPA para desenvolvimento de sistemas multiagente. O desenvolvimento de um agente com este tipo de abstração permite uma maior reutilização, seguindo o paradigma de programação orientada a agentes.

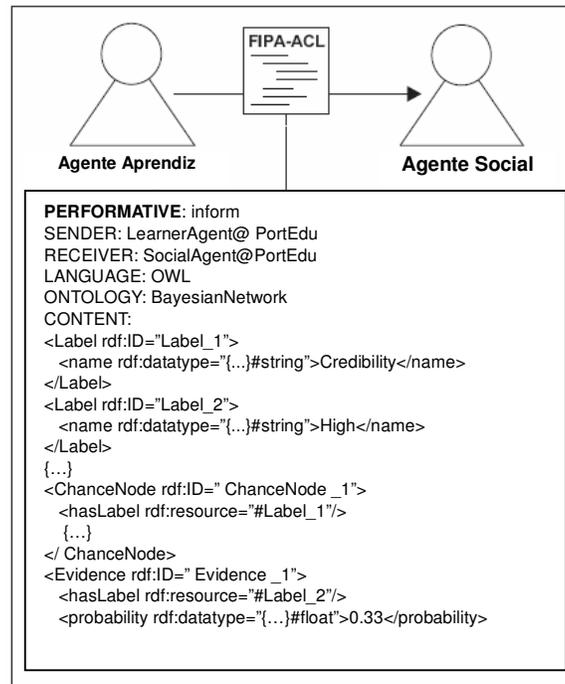


Figura 3.25: Mensagem FIPA-ACL entre Agente Social e Agente Aprendiz

A Figura 3.25 ilustra uma mensagem trocada entre o Agente Aprendiz e o Agente Social, usando FIPA-ACL. Esta mensagem contém os estados do nodo *Credibilidade*. Este nodo aparece na rede bayesiana do Agente Aprendiz e também na rede bayesiana do Agente Social. Porém, as probabilidades a priori deste nodo são definidas no Agente Aprendiz e informadas ao Agente Social. Na Figura 3.25 observa-se uma mensagem com performativa do tipo *inform* com conteúdo da linguagem em OWL. O conteúdo da mensagem contém nome do nodo *Credibilidade* (Credibilidade) e a evidência de 0.33 de probabilidade para o estado *High* (Alta).

3.4 Editor colaborativo do AMPLIA

O AMPLIA foi desenvolvido com o propósito de ser um ambiente de aprendizagem construtivista. A primeira versão do editor de Redes Bayesianas do AMPLIA (Flores, 2005) foi desenvolvida para uso individual (*standalone*) e não possibilitava o trabalho colaborativo. Seguindo as novas tendências da aprendizagem na área da medicina, baseadas na abordagem de aprendizagem baseada em problemas (*Problem-based Learning*) (Peterson, 1997), funcionalidades colaborativas foram desenvolvidas neste trabalho e incorporadas ao editor de Redes Bayesianas. Como resultado, além da possibilidade dos alunos trabalharem de forma individual, o editor possibilita o trabalho em grupos. As atividades colaborativas são apoiadas pelo editor colaborativo e pela ferramenta de bate-papo (*chat*) incorporados ao sistema. A atividade do grupo no editor é monitorada pelo Agente Social.

A implementação do editor colaborativo foi iniciada no trabalho de Sommer (2007) utilizando recursos da API Java. Optou-se pela implementação de uma interface em língua inglesa, de forma a ampliar a divulgação do trabalho para a comunidade científica. O editor possui recursos gráficos de edição de Redes Bayesianas. No editor é possível adicionar, alterar e remover variáveis (e seus estados) e arestas, bem como a

edição das tabelas de probabilidades dos nodos. Estas ações são replicadas aos usuários conectados na mesma rede por meio dos servidores. O editor exibe passo a passo à inferência probabilística baseada no algoritmo de árvore de junção, exibindo os resultados detalhadamente. Os arquivos das redes manipuladas no editor são em formato XML.

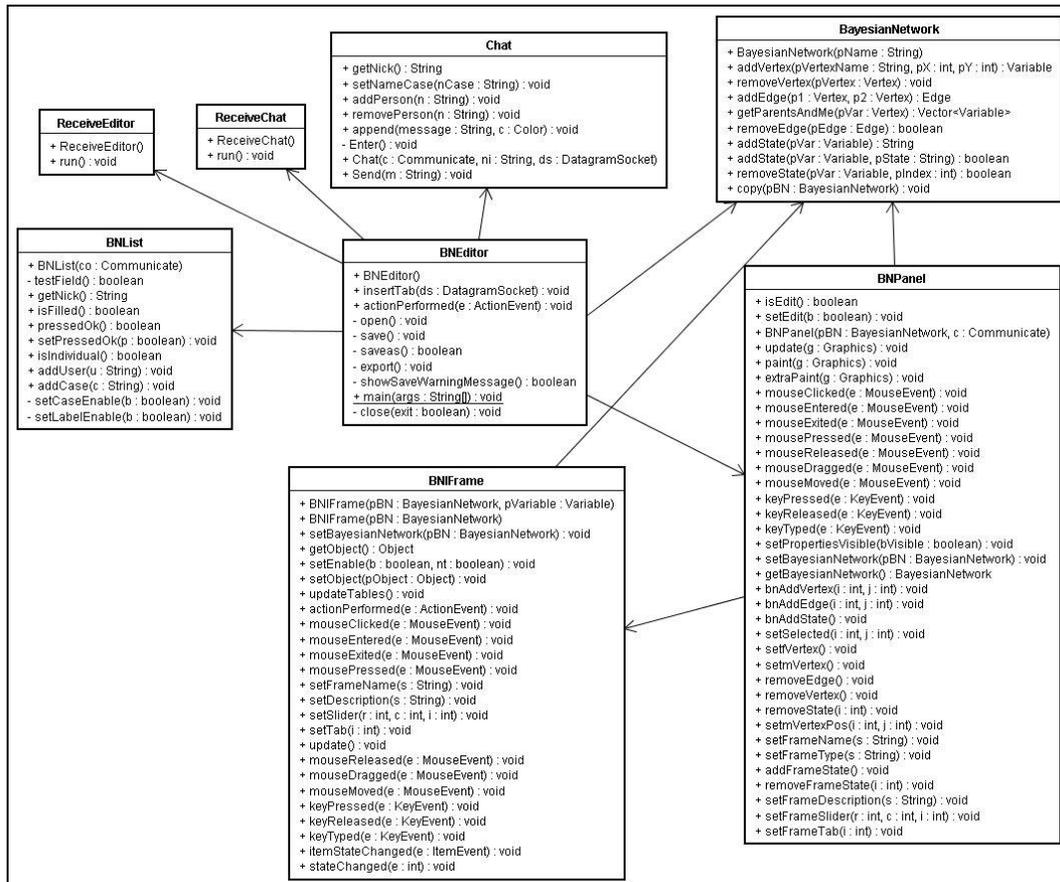


Figura 3.26: Diagrama de Classes do Editor Colaborativo

O editor colaborativo do AMPLIA foi desenvolvido em três módulos. O servidor de *chat*, o servidor do editor e o aplicativo cliente do editor colaborativo. Estes servidores são utilizados para que as ações executadas pelo usuário na elaboração da sua rede bayesiana sejam replicadas aos usuários conectados a esta rede. A versão original do editor de Redes Bayesianas do AMPLIA, desenvolvida no trabalho de Flores (2005) era de uso individual, não colaborativo. Para adaptarmos a versão original a uma colaborativa, foi desenvolvida uma camada entre o editor individual e os servidores criados. Esta camada é responsável por gerenciar o envio das ações de um usuário para todos conectados na mesma rede.

O Figura 3.26 apresenta um diagrama com as principais classes implementadas na aplicação do editor colaborativo. No ANEXO J DIAGRAMA DE CLASSES DO EDITOR COLABORATIVO, são apresentados os diagramas de classes do sistema completo, que é composto por uma API (*Application Programming Interface*) cuja função é a execução da rede (verificação da topologia da rede e propagação das probabilidades condicionais), servidor de *chat*, servidor do editor gráfico, aplicação cliente (editor gráfico) e editor das tabelas de probabilidade condicionais dos nodos

(variáveis) da rede. As classes representadas no diagrama da Figura 3.26 são:

- *BNEditor* – classe principal da aplicação cliente do editor gráfico de Redes Bayesianas. É dela que a aplicação é iniciada (pelo método *main*);
- *BNFrame* – classe com propriedades da janela de edição das Redes Bayesianas, tais como atualização da exibição da rede construída;
- *BNList* – classe que implementa a funcionalidade de apresentar ao aluno a lista de casos clínicos (Redes Bayesianas);
- *BNPanel* – classe que representa a área gráfica onde a rede bayesiana está sendo editada;
- *BayesianNetwork* – classe com as funcionalidades de edição da rede bayesiana, tais como inserção/remoção de nodo, inserção/remoção de arco e inserção/remoção de estados;
- *Chat* – classe que implementa as funcionalidades da ferramenta de bate-papo, tais como exibir lista de usuários conectados e apresentar as mensagens trocadas entre os usuários;
- *ReceiveChat* – representa as mensagens trocadas entre a aplicação (BNEditor) e o servidor de *chat*;
- *ReceiveEditor* – representa as mensagens trocadas entre a aplicação (BNEditor) e o servidor do editor.

Os servidores do editor (servidor de *chat* e do editor de redes) podem ser instalados em máquinas diferentes, pois há a possibilidade de configurar endereços para estes servidores. A fim de simplificar o funcionamento e a configuração da aplicação para o usuário, a configuração pré-determinada é feita em um servidor comum. A Figura 3.27, ilustra a forma de configuração dos servidores através do endereço IP das máquinas servidoras.

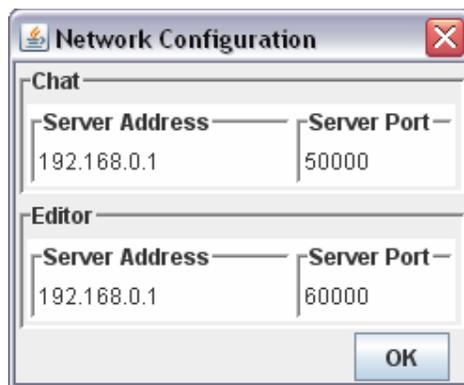


Figura 3.27: Tela de configuração de conexão aos servidores

Uma vez conectado ao editor, o usuário tem a opção de criar ou participar da elaboração de uma rede bayesiana para um caso clínico. A tela da Figura 3.28 exibe uma lista de casos para que os usuários escolham o caso no qual desejam trabalhar.

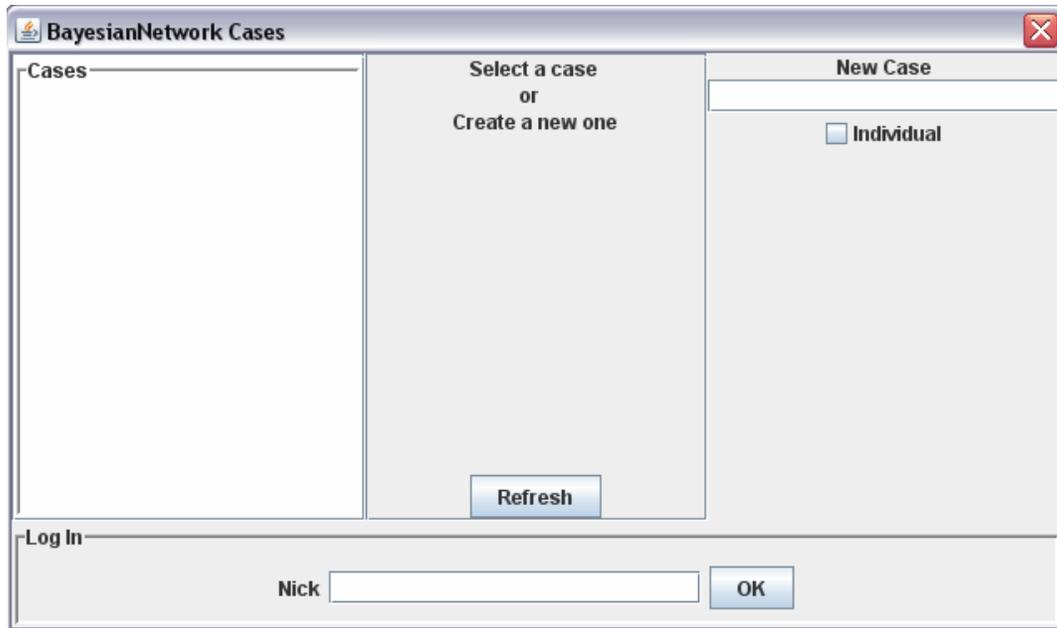


Figura 3.28: Tela de escolha de opção de caso de rede bayesiana

A tela da Figura 3.28 exibe a lista de casos clínicos (*Cases*) que estão em edição (abertos). O botão *Refresh* atualiza esta lista. Ainda na Figura 3.28, é apresentada a opção de iniciar a edição de um novo caso, através da opção “*New Case*”. O usuário que iniciar um novo caso clínico poderá optar por elaborá-lo de forma individual (marcando esta opção) ou deixá-lo aberto para que outros usuários possam abri-lo para trabalhar em grupo.

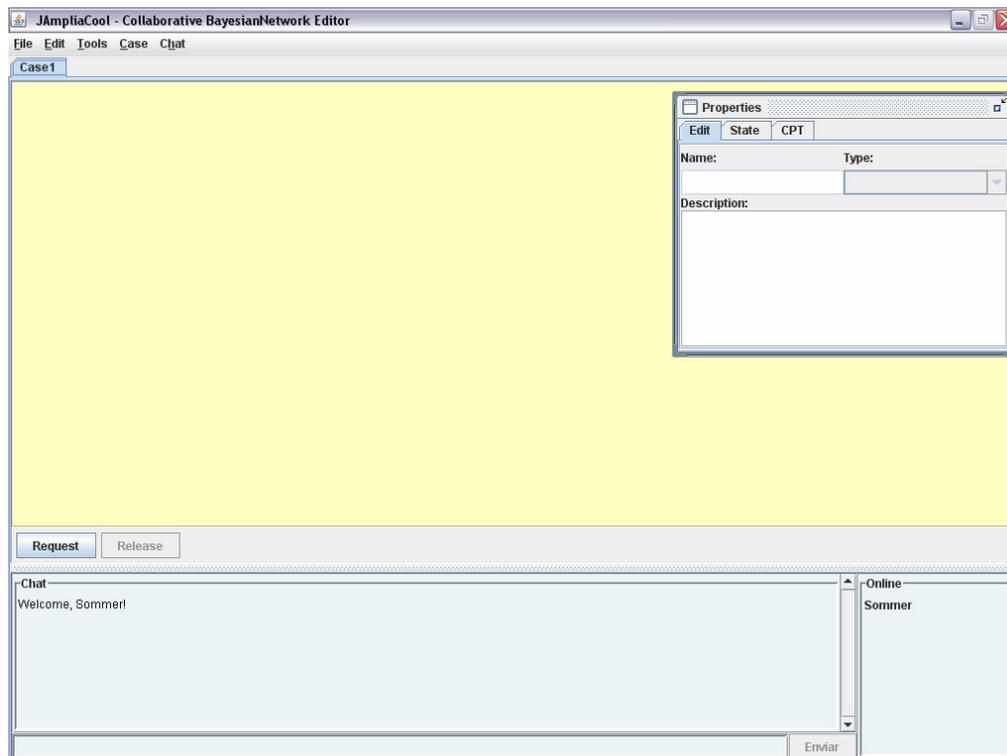


Figura 3.29: Tela inicial do editor

Para um novo caso chamado *Case1* e criado por *Sommer*, a tela inicial do editor colaborativo de Redes Bayesianas é mostrada na Figura 3.29. Uma mensagem de boas-vindas é exibida ao usuário para informar que está conectado ao editor.

Os botões *Request* e *Release* são as formas de *requisição* e *liberação*, respectivamente, de edição da rede bayesiana.

Os módulos do editor foram desenvolvidos na linguagem de programação Java por Sommer (2007). A comunicação é feita por meio de troca de mensagens, seguindo o modelo cliente-servidor.

O formato geral das mensagens é descrita na Tabela 3.2. Cada campo da mensagem é separado por dois pontos para posterior análise. Elas são pré-fixadas com o nome da rede, pois o mesmo usuário pode participar de uma ou mais redes.

Tabela 3.2: Formato Geral das Mensagens

Nome da Rede : Ação : Parâmetros

O *chat* foi desenvolvido para suportar a troca de mensagens textuais entre os usuários, de forma que pudessem trocar idéias durante a elaboração das suas redes. As ações do *chat* são replicadas por meio de cinco tipos de mensagens (Tabela 3.3). Três delas para sinalização, ingresso ou saída de um usuário ou indicação dos usuários que já estavam conectados à rede. Estas mensagens são utilizadas somente para controle interno do servidor. As mensagens de sinalização diferem somente no campo “Ação” (Tabela 3.3).

As mensagens da classe de comunicação são responsáveis pelo gerenciamento da conversa entre os usuários. As mensagens são perceptíveis ao usuário, pois a consequência delas é mostrada na caixa de texto destinada ao bate-papo. Esta pode ser feita em grupo ou individualmente.

Tabela 3.3: Formato das Mensagens do *Chat*

<i>Tipo da Mensagem</i>	<i>Formato</i>	<i>Descrição</i>
Entrada de Usuário	Nome da Rede : H : Nome do Usuário	O acrônimo “H” representa a palavra <i>Hello</i> , marcando a ação de entrada do usuário. Caso a rede não exista, ela é criada.
Saída de Usuário	Nome da Rede : B : Nome do Usuário	O acrônimo “B” (<i>Bye</i>) representa a ação de saída de um usuário da rede que estava editando.
Usuário Online	Nome da Rede : O : Usuário conectado	O acrônimo “O” (<i>Online</i>) informa que o usuário já está conectado à rede.
Mensagem para Todos	Nome da Rede : A : Nome do Usuário : Texto	A sigla “A” significa <i>All</i> , indicando que a mensagem enviada pelo usuário é pública, ou seja, visualizada por todos. A mensagem é enviada no campo “Texto” do protocolo de comunicação.
Mensagem em Modo privado	Nome da Rede : P : Remetente : Destinatário : Texto	Para conversas privadas, o protocolo é composto pelo

Tipo da Mensagem	Formato	Descrição
		acrônimo “P”, de <i>Private</i> .

O editor de Redes Bayesianas também possui mensagens para o envio de ações que seguem o formato geral (Tabela 3.2). Os tipos das mensagens trocadas entre o servidor e o cliente são definidos como de *informação*, *sinalização* e *sistema* (Tabela 3.4). *Mensagens de informação* retornam dados sobre as redes com edição em andamento e os usuários conectados a elas. *Mensagens de sinalização*, da mesma forma que no *chat*, indicam o ingresso (*login*) ou saída (*logout*) de um usuário. *Mensagens de sistema* são aquelas que dizem respeito à edição da rede bayesiana, a saber, ações de inclusão de nodos, atualização de campos e requisição de edição.

As *mensagens de informação* (mensagens *Casos Abertos* e *Usuários Conectados*) são utilizadas pelos usuários que estão se conectando ao sistema, ou aqueles que já estão editando uma rede bayesiana, ou ainda os que desejam participar da edição de outra rede.

As *mensagens de sistema* garantem que todos os usuários, de uma mesma sala, visualizem uma mesma rede, tanto para aquele que está editando, quanto para os que estão acompanhando. O controle da edição é feito pelas mensagens de *requisição* e *liberação de edição*.

Tabela 3.4: Formato das Mensagens do Editor

Tipo da Mensagem	Formato	Descrição
Casos Abertos	: C	Apresenta ao usuário uma lista de todas as salas abertas (casos em edição). Ao escolher um caso, a mensagem <i>Usuários Conectados</i> é disparada.
Usuários Conectados	: U : Nome da Rede	Lista o nome dos usuários conectados e participantes do caso escolhido pelo usuário solicitante.
Requisição de Edição	Nome da Rede : R : Nome do Usuário	Mensagem de sistema que solicita permissão para editar a rede. Ela possui três parâmetros que indicam a rede atual, a sigla “R” de <i>Request</i> e o nome do usuário solicitante.
Liberação de Edição	Nome da Rede : L : Nome do Usuário	Mensagem de sistema que libera a edição da rede. Ela possui três parâmetros que indicam a rede atual, a sigla “L” de <i>reLease</i> e o nome do usuário solicitante.
Adição de Nodo	Nome da Rede : A : x : y : V	A adição de um nodo, por meio de um duplo clique, faz com que o sistema envie uma mensagem indicando esta ação composta pelo acrônimo “A”, para <i>Add</i> (adição), posição relativa na tela que este nodo irá ocupar e “V” informando nodo (<i>Vertex</i>). As coordenadas

<i>Tipo da Mensagem</i>	<i>Formato</i>	<i>Descrição</i>
		(posição) de um ponto do plano cartesiano oculto da tela de edição são enviadas como parâmetro.
Remoção de Nodo	Nome da Rede : D : V	Para que um nodo seja excluído, o mesmo deve ser selecionado e em seguida o removido através da tecla <i>Delete</i> (do teclado).
Adição de Arco	Nome da Rede : A : x : y : E	A adição de um arco de ligação entre dois nodos dispara uma mensagem informando o nodo destino indicado pelos parâmetros. O nodo origem é identificado depois de selecionado, o que causa a mensagem de seleção.
Remoção de Arco	Nome da Rede : D : E	
Seleção	Nome da Rede : S : x : y	Esta mensagem é pré-requisito de muitas outras mensagens. Ela é enviada antes das outras para informar o objeto selecionado no momento.
Edição de Nome de Nodo	Nome da Rede : F : N : Novo Nome	Esta mensagem mostra como é mudado o nome de um nodo na janela <i>Properties</i> .
Edição de Descrição de Nodo	Nome da Rede : F : D : Nova Descrição	Esta mensagem mostra como é mudada a descrição de um nodo na janela <i>Properties</i> .
Edição de Probabilidade de Nodo	Nome da Rede : F : S : x : y : N	Como os nodos têm probabilidades, estes parâmetros também devem ser atualizados em todos os editores. Para isto, esta mensagem contém a linha e coluna da tabela que armazena esta probabilidade. O novo valor é informado no último parâmetro.
Adição de Estado de Probabilidade	Nome da Rede : F : A	Os estados de probabilidade padrões são <i>True</i> e <i>False</i> , mas caso seja de interesse do usuário, outros estados podem ser inseridos ou excluídos.
Remoção de Estado de Probabilidade	Nome da Rede : F : R	
Alteração de Posição de Nodo	Nome da Rede : P : x : y	Depois de inserido e selecionado, o nodo pode ter sua posição alterada. Esta nova posição é informada pela mensagem seguinte, tendo como antiga posição a

<i>Tipo da Mensagem</i>	<i>Formato</i>	<i>Descrição</i>
		referência dada pela seleção.

Os servidores (de *chat* e do editor) também armazenam as informações de cada sala. Desta forma, quando um usuário se conecta a um caso clínico ele pode visualizar a edição da rede do ponto onde está. Os servidores foram desenvolvidos de forma que trabalhem independentemente para distribuir a carga de trabalho e a escalabilidade não seja comprometida com o aumento de usuários e redes em edição.

Para seu funcionamento, cada servidor possui as listas de redes em andamento e usuários conectados. Os servidores repassam a todos os usuários de uma mesma rede as ações que estão acontecendo. As mensagens que chegam ao servidor são igualmente repassadas aos outros usuários. Algumas delas sofrem um tratamento diferenciado, pois envolvem um controle interno do servidor. Por exemplo, a requisição de edição de uma rede envolve consultar a disponibilidade dessa permissão. Essa permissão é armazenada no servidor e, quando concedida, o usuário assume a edição e retira a permissão do servidor. Depois da edição, o usuário devolve a permissão ao servidor, tornando assim possível que outra pessoa repita esse processo.

Também é papel dos servidores a criação e armazenamento de arquivos de *log* (registro), para facilitar posterior recuperação de informações de um professor ou especialista.

Apesar do editor colaborativo de RB ter sido desenvolvido como parte deste trabalho, ele fica localizado dentro do sistema AMPLIA, visto que o editor é o recurso que mantém o modelo do aluno deste STI. Cada STI integrado ao PortEdu possui uma forma de representar o modelo do seu aluno e sendo o Agente Social um agente projetado para uso geral (de qualquer STI), seu modelo está no PortEdu. Em função disso, é importante esclarecer que o editor não faz parte da arquitetura do Agente Social.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA PARA OS EXPERIMENTOS

Esta pesquisa foi desenvolvida partindo de métodos quantitativos (questionários objetivos) para qualitativos (interpretação das observações e identificação da intensidade ou grau que um conceito se manifesta). Este método foi adotado em função da natureza complexa do problema analisado, que envolve o processo dinâmico vivido por grupos sociais. Como toda pesquisa científica, foi dividida em três etapas: planejamento, coleta dos dados e análise da informação. Nas três etapas foram empregadas técnicas quantitativas e qualitativas. Embora a participação dos alunos nos experimentos práticos não tenha sido alta, ou seja, as amostras analisadas variaram de 3 a 17 alunos, uma análise quantitativa também foi importante a fim de verificar relações entre variáveis do modelo e resultado das ações dos alunos. No planejamento da pesquisa, os questionários foram previamente elaborados com a ajuda de estatísticos a fim de delimitar o problema estudado e permitir a identificação de casos representativos (ou não) em nível individual e grupal. Na coleta de dados, os questionários foram elaborados de forma objetiva para que fossem observadas as características da pesquisa no contexto delimitado. Já a análise das informações, as técnicas qualitativas permitiram verificar os resultados dos questionários e ampliar as relações descobertas.

A pesquisa qualitativa pode ser caracterizada como a tentativa de uma compreensão detalhada dos significados e características situacionais apresentadas pelos entrevistados, em lugar da produção de medidas quantitativas de características ou comportamentos. Segundo Richardson (1999), a abordagem qualitativa de um problema justifica-se por ser uma forma adequada para entender a natureza de um fenômeno social.

Segundo a classificação de Marconi (1996, pág. 19), esta pesquisa pode ser classificada como **aplicada** (pesquisa de interesse prático, ou seja, os resultados podem ser utilizados na solução de problemas reais), **experimental** (delineia o que será, ou seja, objetiva a aplicação ou modificação de alguma situação ou fenômeno, ou seja, busca através da manipulação de certos antecedentes, os fenômenos que deles derivam), **social** (pois visa melhorar a compreensão de grupos) e **interdisciplinar** (o problema pode ser focado de modo distinto, mas há uma correlação entre todos eles, por se tratar do mesmo fenômeno).

O objeto de pesquisa é a sugestão de formação de grupos de trabalho, através da análise do modelo individual do aluno e dos recursos de interação do ambiente AMPLIA.

Técnicas selecionadas para desenvolvimento desta pesquisa foram baseadas nas recomendações de Marconi (1996), e são: Pesquisa bibliográfica, Observação direta extensiva (questionários) e Observação direta intensiva (observação sistemática e observação em laboratório).

A pesquisa iniciou com a pesquisa bibliográfica e seguiu com a *observação*

sistemática, que é uma técnica estruturada, planejada, porém suas normas não são rígidas demais e com a *observação em laboratório* que buscou descobrir a ação e a conduta em condições cuidadosamente dispostas e controladas.

Apesar de instrumentos de pesquisa como questionários se adequarem ao problema abordado neste trabalho, podem apresentar algumas inconsistências, a saber: a dificuldade de compreensão por parte dos participantes da pesquisa, algumas perguntas ficam sem respostas, quando a pesquisa envolve questões sobre colegas de trabalho, nem sempre os participantes sentem-se a vontade para responder com total sinceridade. Para minimizar as inconsistências, os alunos voluntários participantes das oficinas tiveram orientação durante a aplicação dos questionários.

O estudo de caso apresentado para os três experimentos práticos (Experimento 1, 3 e 4) foi o mesmo. Porém, a rede de representação do raciocínio do Agente Social utilizada no Experimento 1 foi diferente da utilizada nos Experimentos 3 e 4. Isso se deve ao fato de que a rede aplicada no Experimento 1 estava ainda em fase de projeto e após o experimento, sofreu pequenas alterações (detalhes na seção 4.1).

4.1 Experimento 1

O primeiro experimento foi realizado em uma turma de primeiro ano do curso de medicina da FFFCMPA¹⁶ (Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre), da disciplina de Informática Médica. Este experimento foi conduzido em 4 etapas:

1. Coleta do perfil do usuário,
2. Apresentação da oficina de utilização do AMPLIA,
3. Prática individual dos alunos no AMPLIA e
4. Prática em grupo no AMPLIA.

O objetivo deste experimento foi validar os questionários de coleta de perfil do usuário e de avaliação do ambiente. Além disso, teve o objetivo de verificar se as questões elaboradas no questionário de coleta do perfil do usuário estavam de acordo com o modelo proposto. Para verificar esta coerência, foi analisado se o resultado de cada questão (ou grupo de questões) equivalia às variáveis de entrada (variáveis de *objetivos, estilo de aprendizagem e personalidade*) do modelo do Agente Social. Como estas variáveis foram adaptadas ao modelo original proposto por Conati (2002), uma nova validação justificou-se a fim de aferir as probabilidades *a priori* e condicionais. As variáveis utilizadas no modelo geraram um resultado (uma sugestão de ação) que deveria corresponder ao comportamento real dos alunos.

Os três alunos participantes da oficina foram testados em sala de aula em uma única aula com duração de 4 horas. Solicitou-se que o grupo de alunos (dois do sexo masculino e uma do sexo feminino) respondesse um questionário com informações sobre seu perfil. Foram incluídas perguntas sobre seus conhecimentos de informática, sobre seu estilo de aprendizagem e dados demográficos como idade, curso e nível. Além disso, os participantes examinaram uma lista contendo 64 descritores de personalidade e, a seguir, assinalaram em uma escala do tipo Likert¹⁷ (de 9 pontos) quão apropriado

¹⁶ A partir do ano de 2008 a FFFCMPA passou a se chamar UFCSPA - Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre.

¹⁷ A Escala de Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada comumente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação. Esta escala tem seu nome devido à publicação de um relatório explicando seu uso por Rensis Likert. As escalas de Likert, ou escalas Somadas, requerem que os entrevistados indiquem seu grau de concordância ou discordância com

era cada adjetivo para descrevê-los. A escala foi ancorada nas extremidades: "9" significa que o sujeito acredita que o adjetivo o descreve apropriadamente e "1" significa que o adjetivo não o descreve apropriadamente.

A testagem foi realizada pela própria autora desta pesquisa. Perguntas gerais eram respondidas, mas não se forneciam explicações ou sinônimos para os adjetivos. Foi garantido aos participantes sigilo e confidencialidade das respostas. Os participantes foram informados do objetivo do estudo e do caráter voluntário da participação.

A mesma forma de condução do experimento nesta etapa 1 (coleta do perfil do usuário) foi utilizada nos experimentos seguintes, descritos neste capítulo (Experimentos 3 e 4).

Dos alunos participantes, todos possuíam idade inferior a 20 anos e estavam cursando a 1ª série do curso de Medicina na FFFCMPA.

Na etapa 2, a professora titular da disciplina de Informática Médica apresentou aos alunos conceitos relacionados aos sistemas inteligentes de apoio à decisão na área médica e sobre as Redes Bayesianas. Esta apresentação foi fundamental para que os alunos pudessem realizar a atividade proposta. Ao final da explanação, foi proposto um caso para os alunos construírem uma rede bayesiana para testar suas hipóteses. O caso utilizado não foi específico da área médica, em função do nível de conhecimento dos alunos. Para que uma hipótese diagnóstica para um caso clínico possa ser comprovada, os alunos precisam apresentar um embasamento mais sólido na área. Assim, a prática deste estudo de caso serviu como teste de conceito (modelo de raciocínio do agente). O enunciado do estudo de caso era: *“Um grupo de amigos, que gosta de jogar futebol está planejando uma atividade para o fim de semana, independente do tempo (condições climáticas). O tio de um deles tem uma cancha coberta de futebol, que aluga a um preço razoável, com a bola incluída. Se for o caso, é possível alugar somente a bola. No bairro, há uma praça pública e ao lado do chafariz há um campinho, que normalmente está disponível. Justifique a sua hipótese para a atividade que este grupo irá realizar no fim de semana.”* Este mesmo estudo de caso foi utilizado nos experimentos 3 e 4.

No questionário (Anexo A) foram incluídas questões para inferir o estilo de aprendizagem do aluno. Neste trabalho, consideramos dois pares de estilos *Ativo e Reflexivo* e *Sensitivo e Intuitivo*, pois são características que influenciam diretamente na realização do trabalho proposto (desenvolvimento de raciocínio diagnóstico de forma individual e em grupo). Os estilos visual/verbal e seqüencial/global são importantes para definição da forma de apresentar os conteúdos e elementos nos softwares e ambientes de aprendizagem (mais detalhes sobre os Estilos de Aprendizagem no Capítulo 2). Para nosso caso específico, não estamos levando em consideração a apropriação do conteúdo na forma de leituras e exploração, mas na aprendizagem baseada em problemas (estudos de casos). Segundo Peterson (1997), a aprendizagem baseada em problemas (PBL) tem se tornado um método popular de ensino entre professores da área da saúde.

Os três alunos apresentaram perfis muito próximos. No par ativo/reflexivo, dois alunos apresentaram *leve* tendência ao estilo Ativo e um deles apresentou *leve* tendência ao estilo reflexivo. A predominância *leve, moderada* ou *forte* de um estilo é definida e detalhada no Capítulo 2.

No par sensitivo/intuitivo, os alunos apresentaram perfis diferentes. Um aluno

declarações relativas à atitude que está sendo medida. Atribui-se valores numéricos e/ou sinais às respostas para refletir a força e a direção da reação do entrevistado à declaração. As declarações de concordância devem receber valores positivos ou altos enquanto as declarações das quais discordam devem receber valores negativos ou baixos.

leve predominância de sensitivo, um aluno forte predominância de sensitivo e o outro aluno com leve predominância do estilo intuitivo.

No primeiro experimento, a avaliação foi a mesma para os três alunos. Eles apontaram a preferência por trabalhar em grupos formados espontaneamente, apesar de todos concordarem que o rendimento do grupo formado pelo agente foi bom e que trabalhariam novamente com os alunos deste grupo. Os três alunos concluíram que o rendimento dos seus trabalhos foi melhor quando trabalharam em grupo.

Este experimento também teve o objetivo de validar as variáveis incluídas (*objetivos, estilos de aprendizagem e personalidade*) no modelo do Agente Social. Para isso, os questionários para verificação do modelo do aluno foram aplicados e o grupo de questões analisado juntamente com os alunos. Observou-se que os alunos apresentaram dúvidas em relação a alguns adjetivos do questionário de traços de personalidade, apresentado no ANEXO B VERSÃO PRELIMINAR DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 2 (TRAÇOS DE PERSONALIDADE DOMINANTES). Constatou-se que estas dificuldades apareceram principalmente em função da tradução de termos da língua inglesa, que em alguns casos não possuem correspondência na língua portuguesa. Em função desta dificuldade, foi escolhido um novo inventário (Anexo C) para verificar os traços de personalidade predominantes dos alunos, proposto por Hutz (1998) e detalhado na seção 2.7 *Personalidade*. A opção por este inventário se baseou no fato de que os autores (psicólogos) utilizaram uma amostra de quase 1000 (mil) alunos para identificar os descritores (ou adjetivos) mais adequados para compor o instrumento adaptado à língua portuguesa.

Além da escolha de um novo inventário, o experimento serviu para a realização de pequenos ajustes no questionário de perfil do aluno, a fim de incluir questões que contemplassem os principais objetivos dos alunos ao utilizarem o ambiente de aprendizagem para área médica. Na versão utilizada neste experimento, não existia a opção de informar o objetivo. Uma questão subjetiva questionava sobre este item. O item “objetivo” deve ser contemplado no modelo de inferência de emoções, segundo o modelo OCC (Ortony, 1998). Detalhes sobre a variável “objetivos” foram apresentados na seção 3.1.6 *Objetivos*. Após a análise, chegou-se ao questionário apresentado no Anexo A.

4.2 Experimento 2

Após a consolidação do modelo de raciocínio do Agente Social, feita a partir da análise do primeiro experimento, um novo experimento foi conduzido a fim de verificar se os grupos de trabalho compostos pelo Agente Social estavam de acordo com as estratégias de formação de grupos, apresentadas na seção 3.2 *Estratégias para formação dos grupos*.

Neste experimento, os grupos foram compostos com base nas características de doze alunos. Foi utilizada a rede de composição de grupos apresentada na Figura 3.21 e nas estratégias apresentadas na seção 3.2 *Estratégias para formação dos grupos*. De acordo com estas estratégias, dois cenários foram considerados, como detalhado nas Tabela 4.1 e Tabela 4.2.

O cenário 1 apresenta três grupos compostos pelo Agente Social. O primeiro grupo apresenta uma distribuição balanceada de perfis de alunos. No segundo grupo foram agrupados quatro estudantes de diferentes perfis. A estratégia utilizada foi a de compor grupos heterogêneos, ou seja, mesclando alunos com diferentes traços de personalidade e papéis sociais. O terceiro grupo incluiu três alunos extrovertidos e somente um com traço de personalidade dominante de introversão. Mas, neste caso

particular, a intimidação que um aluno poderia sofrer frente a outros três alunos extrovertidos tende a ser pequena, visto que este aluno possui um alto desempenho no caso clínico em questão, além de apresentar um estado afetivo “Alegre”, que consiste em uma característica social positiva. Neste cenário, todos os alunos estão trabalhando na construção da mesma hipótese diagnóstica, denominada “Avaliação cardíaca”. O Agente Social sugeriu grupos heterogêneos, mas com pequenas diferenças entre os membros. Por exemplo, um aluno alegre ou com sentimento de repreensão pode trabalhar melhor com alunos com traço de personalidade dominante de “afabilidade” ou “extroversão” que estão em um estado afetivo de “alegria”. Neste cenário, é possível que alunos “orgulhosos” possam intimidar a participação de alunos muito introvertidos.

Tabela 4.1: Cenário 1

	<i>Traço de Personalidade Dominante</i>	<i>Perfil Social</i>	<i>Aceitação</i>	<i>Desempenho no caso clínico</i>	<i>Estado Afetivo</i>	<i>Hipótese diagnóstica</i>	<i>Sugestão de grupo</i>
<i>Aluno 1</i>	Extroversão	Alto	Alta	Médio	Orgulhoso	Avaliação cardíaca	1
<i>Aluno 2</i>	Extroversão	Médio	Alta	Médio	Alegre	Avaliação cardíaca	3
<i>Aluno 3</i>	Introversão	Baixo	Baixa	Baixo	Repreendido	Avaliação cardíaca	2
<i>Aluno 4</i>	Afabilidade	Médio	Baixa	Médio	Alegre	Avaliação cardíaca	2
<i>Aluno 5</i>	Extroversão	Médio	Baixa	Alto	Alegre	Avaliação cardíaca	1
<i>Aluno 6</i>	Introversão	Médio	Média	Alto	Alegre	Avaliação cardíaca	3
<i>Aluno 7</i>	Introversão	Baixo	Baixa	Médio	Repreendido	Avaliação cardíaca	1
<i>Aluno 8</i>	Introversão	Baixo	Baixa	Baixo	Repreendido	Avaliação cardíaca	1
<i>Aluno 9</i>	Extroversão	Alto	Média	Médio	Alegre	Avaliação cardíaca	3
<i>Aluno 10</i>	Extroversão	Alto	Alta	Alto	Alegre	Avaliação cardíaca	2
<i>Aluno 11</i>	Extroversão	Médio	Média	Alto	Orgulhoso	Avaliação cardíaca	3
<i>Aluno 12</i>	Extroversão	Médio	Média	Médio	Alegre	Avaliação cardíaca	2

O cenário 2 (Tabela 4.2) apresenta três grupos propostos pelo Agente Social com membros com perfis equilibrados.

Neste cenário, todos os alunos trabalharam na mesma hipótese diagnóstica, denominada "Neuropatia diabética". Os grupos criados pelo Agente Social foram compostos por três alunos com diferentes perfis. Cada grupo possuía como membro um aluno com um traço de personalidade diferente e um equilibrado (mas diversificado) grau de sociabilidade (*perfil social*), *aceitação* social, *Desempenho no caso clínico* (ou grau de desempenho na aprendizagem assunto) e *estado afetivo*. Neste exemplo, apareceram alguns alunos exatamente com o mesmo perfil (estudantes 8, 9 e 10). A fim de manter o grupo equilibrado, esses alunos foram distribuídos em diferentes grupos pelo Agente Social.

Tabela 4.2: Cenário 2

	<i>Traço de Personalidade Dominante</i>	<i>Perfil Social</i>	<i>Aceitação</i>	<i>Desempenho no caso clínico</i>	<i>Estado Afetivo</i>	<i>Hipótese diagnóstica</i>	<i>Sugestão de grupo</i>
<i>Aluno 1</i>	Extroversão	Alto	Média	Alto	Orgulhoso	Neuropatia Diabética	1
<i>Aluno 2</i>	Extroversão	Alto	Alta	Baixo	Alegre	Neuropatia Diabética	2
<i>Aluno 3</i>	Introversão	Baixo	Alta	Alto	Alegre	Neuropatia Diabética	1
<i>Aluno 4</i>	Afabilidade	Médio	Baixa	Médio	Alegre	Neuropatia Diabética	1
<i>Aluno 5</i>	Afabilidade	Alto	Média	Alto	Orgulhoso	Neuropatia Diabética	2
<i>Aluno 6</i>	Introversão	Baixo	Baixa	Baixo	Repreendido	Neuropatia Diabética	2
<i>Aluno 7</i>	Extroversão	Alto	Alta	Médio	Alegre	Neuropatia Diabética	3

<i>Aluno 8</i>	Introversão	Baixo	Baixa	Baixo	Repreendido	Neuropatia Diabética	1
<i>Aluno 9</i>	Introversão	Baixo	Baixa	Baixo	Repreendido	Neuropatia Diabética	2
<i>Aluno 10</i>	Introversão	Baixo	Baixa	Baixo	Repreendido	Neuropatia Diabética	3
<i>Aluno 11</i>	Introversão	Médio	Média	Médio	Alegre	Neuropatia Diabética	3
<i>Aluno 12</i>	Introversão	Médio	Média	Alto	Alegre	Neuropatia Diabética	3

O conjunto de idéias descritas neste experimento mostra a nossa perspectiva sobre a forma de analisar, interpretar e modelar o fenômeno complexo que ocorre no processo de ensino-aprendizagem, através da modelagem do aluno. A análise e validação das estratégias utilizadas neste experimento foram feitas nos próximos experimentos, com alunos do curso de medicina, através da construção de Redes Bayesianas no editor colaborativo projetado neste trabalho (seção 3.4 *Editor colaborativo do AMPLIA*).

4.3 Experimento 3

Em agosto de 2007 foi oferecida uma oficina de utilização do AMPLIA para alunos da FFCMPA (atual UFCSPA). Dos alunos convidados, 4 participaram da oficina, que teve duração de 4 horas. Desta amostra, todos eram do sexo masculino, três estavam cursando a 3ª série do curso de Medicina e um estava cursando a 2ª Série do mesmo curso. Três deles se enquadravam na faixa-etária até 20 anos e um deles estava entre 20 e 29 anos. Sobre os conhecimentos na área de informática, três declararam que possuíam conhecimentos mais avançados como instalação e configuração de programas, enquanto um deles colocou que possuía conhecimentos básicos, como softwares aplicativos, navegação na Internet e uso de e-mail. Todos eles afirmaram que utilizavam a informática para comunicações/interação (*e-mail, messenger, chat*), para fazer apresentações (*slides, projetor, vídeos*) e para realizar ou solicitar pesquisas.

A dinâmica da oficina deu-se em quatro momentos:

1. Apresentação do ambiente AMPLIA e do conceito e aplicação de Redes Bayesianas;
2. Coleta do perfil do usuário através de questionários;
3. Prática individual dos alunos no AMPLIA;
4. Prática em duplas formadas espontaneamente pelos alunos;
5. Prática em duplas formadas pelo Agente Social.

O principal objetivo deste experimento foi verificar se os grupos formados espontaneamente eram compatíveis com os grupos sugeridos pelo Agente Social. A avaliação das redes construídas pelos grupos foi feita no Experimento 4, apresentado na próxima seção. Além do objetivo principal, o experimento também buscou consolidar o modelo de raciocínio do Agente Social.

Na etapa 1, a professora da disciplina de Informática Médica da FFCMPA apresentou aos alunos conceitos relacionados aos sistemas inteligentes de apoio à decisão na área médica e sobre as Redes Bayesianas. Esta apresentação foi fundamental para que os alunos pudessem realizar a atividade proposta.

Na etapa 2, foram aplicados dois questionários para coleta do perfil dos usuários. Estes questionários foram utilizados na sua versão definitiva, após a validação das questões realizada no experimento 1. Estes questionários são apresentados nos ANEXO A INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 1 (MODELO DO ALUNO) e ANEXO C VERSÃO DEFINITIVA DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 2 (TRAÇOS DE PERSONALIDADE DOMINANTES). A testagem foi realizada pela própria autora desta pesquisa. Perguntas gerais eram respondidas, mas não se forneciam explicações detalhadas sobre o significado dos adjetivos utilizados para aferir os traços

de personalidade dominantes.

Na etapa 3, foi proposto um caso para os alunos construírem uma rede bayesiana para testar suas hipóteses. O caso sugerido foi o mesmo utilizado no experimento 1 (futebol), em função do nível de conhecimento dos alunos na área médica. Este caso foi utilizado nas etapas 3, 4 e 5 deste experimento.

Tabela 4.3: Composição dos grupos do Experimento 3

	<i>Grupo formado espontaneamente</i>	<i>Rearranjo dos grupos proposto pelo Agente Social</i>
<i>Grupo 1</i>	Aluno1 Aluno2	Aluno1 Aluno2
<i>Grupo 2</i>	Aluno3 Aluno4	Aluno3 Aluno4

A Tabela 4.3 apresenta os grupos de trabalho formados espontaneamente pelos alunos e os compostos pelo Agente Social. Vale ressaltar que os grupos sugeridos pelo Agente Social (da Tabela 4.3) agruparam alunos com maior probabilidade, segundo as estratégias definidas no agente, de formarem grupos com alunos de perfil heterogêneo. Uma segunda opção de agrupamento, ou seja, com menor probabilidade, seria entre os alunos 1 e 4 e 2 e 3. Porém, estes grupos não foram testados neste experimento.

Os resultados obtidos neste experimento mostraram que todos os alunos acharam produtivo o trabalho produzido pelo grupo sugerido pelo sistema (agente) e que voltariam a trabalhar com este grupo. Quanto à forma de trabalho, dois alunos apontaram que preferem trabalhar de forma individual e dois apontaram que preferiram trabalhar com os grupos formados pelo sistema. Um fato interessante, é que a avaliação dos alunos em relação a sua preferência quanto à forma de trabalho (individual ou em grupo) não é compatível com o perfil declarado nos questionários. Dos alunos que informaram a preferência pela atividade individual, um deles possui traço de personalidade da *Extroversão* fortemente dominante e leve preferência pelo estilo de aprendizagem *Ativo*. O outro aluno apresentou leve preferência pelo estilo de aprendizagem *Sensitivo* (prático) e leve predominância do traço de *Extroversão*.

4.4 Experimento 4

O quarto experimento conduzido envolveu 17 alunos do primeiro ano do curso de Medicina da Universidade de Caxias do Sul. Em função de estarem no início do curso, não tinham conhecimento aprofundado em áreas específicas da medicina e também não se conheciam há muito tempo. O objetivo deste experimento foi avaliar o desempenho dos grupos de alunos na prática colaborativa. O experimento foi realizado em cinco etapas:

1. Coleta do perfil do usuário através de questionários;
2. Apresentação da oficina de utilização do AMPLIA;
3. Prática individual dos alunos no AMPLIA;
4. Prática em grupo formado espontaneamente pelos alunos;
5. Prática em grupo formado pelo Agente Social.

Como “prática” entende-se a construção de uma rede bayesiana para comprovar uma hipótese diagnóstica utilizando o editor colaborativo do ambiente AMPLIA. Assim como no experimento 1, os alunos participantes eram iniciantes na área de conhecimento, por isso o caso utilizado para comprovação da hipótese não foi

específico da área médica.

Os alunos participantes da oficina foram testados em sala de aula em duas aulas com duração de 2 horas cada. Solicitou-se que o grupo de alunos (cinco do sexo masculino e doze do sexo feminino) respondesse um questionário com informações sobre seu perfil. Foram incluídas perguntas sobre seus conhecimentos de informática, sobre seu estilo de aprendizagem, personalidade e dados demográficos como idade, curso e nível. Assim como nos experimentos 1 e 3, a testagem foi realizada pela própria autora desta pesquisa. Perguntas gerais eram respondidas, mas não se forneciam explicações ou sinônimos para os adjetivos. Foi garantido aos participantes sigilo e confidencialidade das respostas. Os participantes foram informados do objetivo do estudo e do caráter voluntário da participação.

Dos alunos participantes, nove possuíam idade inferior a 20 anos e oito possuíam idade entre 20 e 29 anos. Em relação ao nível, oito estavam cursando a 1ª série, seis estavam cursando a 2ª série do curso e um cursava a 3ª série de Medicina na UCS.

As etapas do experimento foram estabelecidas em 5 etapas, visto que estavam sendo avaliados os grupos formados espontaneamente, a prática individual, os grupos formados pelo Agente Social e a qualidade das sugestões do Agente Social. Além disso, os alunos foram questionados sobre sua preferência quanto à forma de aprendizagem (individual ou colaborativa).

As etapas 1 a 4 aconteceram no mesmo dia. A etapa 5 foi desenvolvida na aula seguinte, uma semana após a primeira. As etapas foram distribuídas em dois momentos pelo fato de que se os alunos se submetessem a construção da mesma rede, no mesmo dia, de três maneiras diferentes (individual, grupo espontâneo ou grupo sugerido pelo sistema) os resultados seriam pouco conclusivos, pois corriam o risco de serem muito semelhantes.

Na etapa 2 o ambiente AMPLIA foi apresentado aos alunos de forma a detalhar o uso de Redes Bayesianas na construção de hipóteses diagnósticas. É importante ressaltar que os alunos não conheciam o conceito de RB.

Na etapa 3 todos os alunos construíram suas próprias Redes Bayesianas para comprovar uma hipótese diagnóstica. Esta etapa foi importante para os alunos iniciarem na apropriação dos conceitos relacionados à RB.

Na etapa 4, foi solicitado aos alunos que se organizassem espontaneamente em 6 grupos de trabalho. Nesta etapa, somente em alguns grupos foi designado a um aluno o papel de líder. Cada grupo construiu sua hipótese diagnóstica através do editor colaborativo, para o mesmo caso desenvolvido individualmente na etapa 3.

Tabela 4.4: Composição dos grupos do Experimento 4

	<i>Grupo formado espontaneamente</i>	<i>Rearranjo dos grupos proposto pelo Agente Social</i>
<i>Grupo 1</i>	Aluno1 Aluno2	Aluno12 Aluno18 ¹⁸
<i>Grupo 2</i>	Aluno3 Aluno4 Aluno5	Aluno3 Aluno13 Aluno16
<i>Grupo 3</i>	Aluno6 Aluno7	Aluno6 - Líder Aluno8 Aluno11

¹⁸ O Aluno18 não participou do primeiro dia do experimento e não respondeu antecipadamente ao questionário de inferência do perfil do usuário.

<i>Grupo 4</i>	Aluno8 Aluno9	Aluno4 Aluno5 Aluno15
<i>Grupo 5</i>	Aluno10 Aluno11	Aluno1 Aluno9 Aluno17
<i>Grupo 6</i>	Aluno13 Aluno14	Aluno2 - Líder Aluno10 Aluno14

Na etapa 5, os alunos foram reorganizados em 6 grupos sugeridos pelo Agente Social. Novamente alguns grupos possuíam um aluno com papel de líder. Os alunos que assumiram a responsabilidade de serem líderes de grupo na etapa 4, não foram designados como líderes nesta etapa (seguindo a estratégia de compartilhamento de papéis, apresentada na seção 3.2 *Estratégias para formação dos grupos*). Na última etapa, cada grupo construiu uma nova rede para um novo caso. Este caso foi igual para todos os grupos e diferente do resolvido nas etapas 3 e 4. A Tabela 4.4 apresenta os grupos de trabalho formados espontaneamente pelos alunos e os compostos pelo Agente Social. Vale ressaltar que os grupos sugeridos pelo Agente Social (da Tabela 4.4) agruparam alunos com maior probabilidade, segundo as estratégias definidas no agente, de formarem grupos com alunos de perfil heterogêneo.

O perfil dos 17 alunos participantes é apresentado no ANEXO H MODELO DO ALUNO.

A atribuição de papéis de líderes a participantes de dois grupos na última etapa do experimento não apresentou resultados conclusivos sobre a organização e resultado do grupo. As redes construídas por grupos que possuíam alunos com a responsabilidade coordenação dos participantes foram equivalentes às redes de grupos que não possuíam um aluno líder.

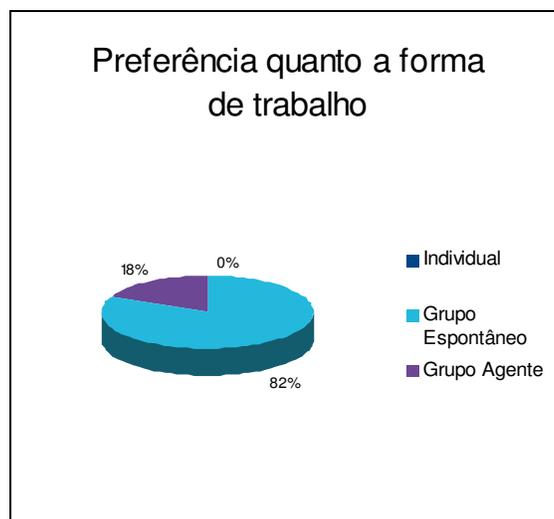


Figura 4.1: Preferência quanto à forma de trabalho

Ao final, os alunos responderam dois questionários de avaliação. Um deles avaliou o uso do AMPLIA como recurso pedagógico. O outro visou analisar a qualidade das redes construídas pelos grupos compostos pelo sistema (Agente Social).

Como esperado, 82% dos alunos preferiram trabalhar em grupos formados espontaneamente, como representado na Figura 4.1. Entretanto, 18% escolheram o grupo formado pelo Agente Social. Estes dados eram esperados, pois as pessoas, de maneira geral, preferem ter a liberdade de escolherem com quem trabalham. Apesar disso, quando questionados se voltariam a trabalhar com os grupos formados pelo Agente Social, 100% dos alunos respondeu afirmativamente.

Quando perguntados sobre o desempenho ou resultado da rede construída pelos grupos, 58% dos alunos apontaram que ambas as formações (espontânea e sugerida) tiveram desempenho similar (Figura 4.2). Apenas um aluno sugeriu que o grupo recomendado pelo Agente Social teve desempenho melhor, enquanto 36% consideraram que o grupo formado espontaneamente obteve melhor resultado.

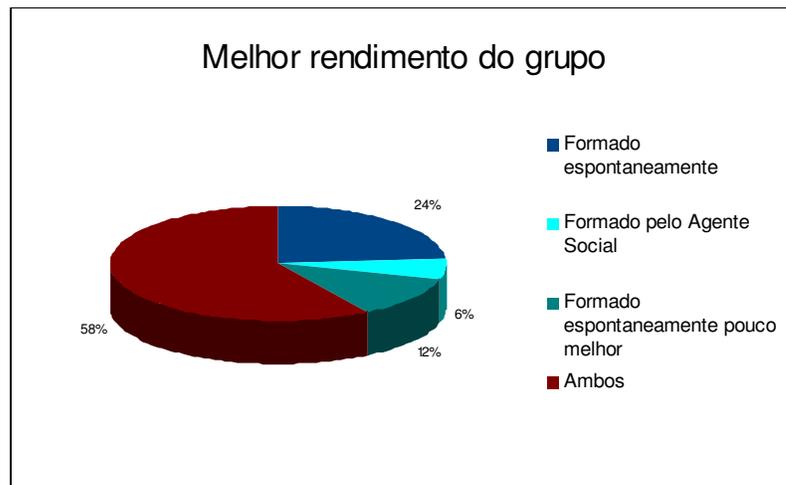


Figura 4.2: Rendimento dos grupos

Conforme representado na Figura 4.3, a grande maioria (94%) dos alunos apontou a preferência pela forma de trabalho em grupo em relação a individual. No contexto específico do trabalho, acredita-se que este resultado apareceu em função de duas questões: (1) o trabalho em grupo favorece a apreensão deste tipo de conteúdo, visto que se enquadra no método de aprendizagem baseada em problemas, atualmente muito utilizado na área da saúde e (2) os estilos de aprendizagem predominantes nos alunos foram os *ativos* e *sensitivos*. Como apresentado na seção 2.5.1 *Estilos de Aprendizagem*, os aprendizes ativos tendem a reter e entender melhor a informação quando fazem algo ativo com a informação e os aprendizes sensitivos tendem a aprender mais com fatos. Dos alunos participantes, 76,47% apresentaram preferência pelo estilo *ativo*, enquanto 23,53% dos alunos possuem preferência pelo estilo *reflexivo*. Já em relação ao par *sensitivo/intuitivo*, 100% dos alunos tiveram preferência pelo estilo *sensitivo*.



Figura 4.3: Preferência em relação à dinâmica de aprendizagem

Como apresentado na Figura 4.4, observou-se que os alunos aprovaram a forma de trabalho colaborativa. Somente 6% dos alunos consideram que a dinâmica de grupo não melhora sua aprendizagem, enquanto 59% deles afirmaram que o trabalho em grupo pode melhorar a aprendizagem e 35% dos alunos corroboraram que o trabalho em grupo definitivamente melhora sua aprendizagem.



Figura 4.4: Favorecimento da aprendizagem em grupos

Destacando a aprovação da colaboração entre os colegas em relação à aprendizagem individual, 94% dos alunos afirmaram que aprenderam com o grupo (Figura 4.5) e que a aprendizagem se deu de forma mais fácil durante a atividade do grupo. Somente 6% dos alunos sentiram-se inibidos durante a interação do grupo e consideraram que o trabalho em grupo não favoreceu sua aprendizagem.



Figura 4.5: Dinâmica de grupo

Finalmente, quando questionados sobre a qualidade das sugestões apresentadas pelo sistema (Agente Social), 52% dos alunos afirmaram que provavelmente as sugestões do sistema podem auxiliar na escolha entre os grupos disponíveis, enquanto 12% deles colocaram que a sugestão do sistema definitivamente os ajudaria na escolha do grupo. Considerando estas duas frações, 64% dos alunos ponderaram que as sugestões foram úteis. Somente 24% acreditaram que as sugestões do sistema não os ajudariam a tomar uma decisão sobre com qual grupo trabalhar (Figura 4.6).

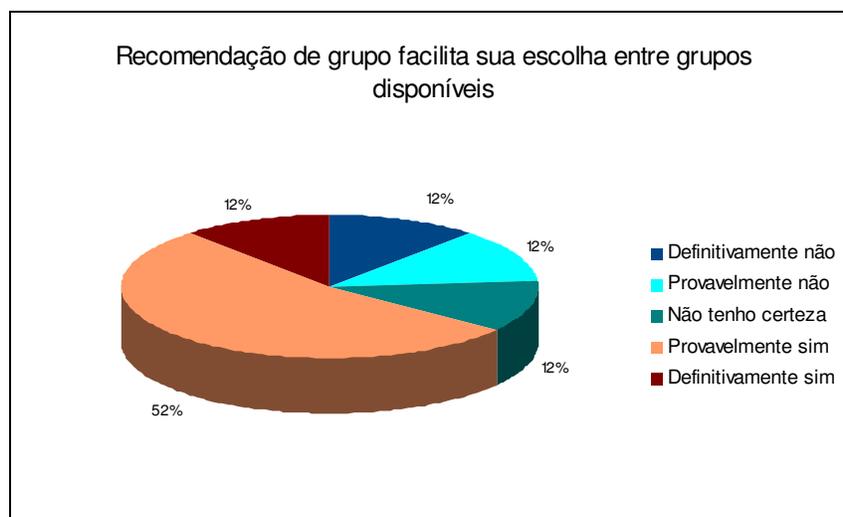


Figura 4.6: Qualidade das recomendações do Agente Social

Em relação à avaliação do AMPLIA como recurso pedagógico (Figura 4.7), observou-se que 70% dos alunos afirmaram que os recursos utilizados no ambiente são suficientes para o estudo de um caso clínico. Os recursos apresentados pelo AMPLIA para apoio a construção de RB para casos clínicos são o editor colaborativo, a ferramenta de bate-papo, textos e imagens sobre o conteúdo trabalho e sugestões de como o aluno pode melhorar sua rede.

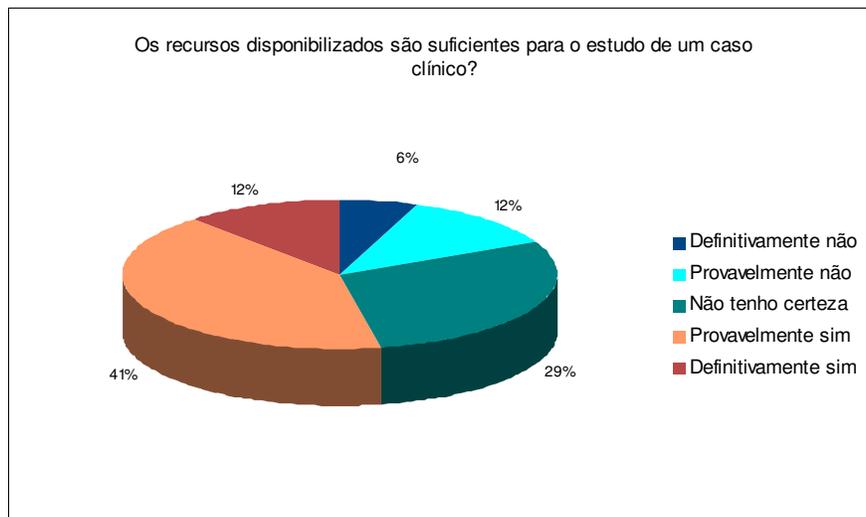


Figura 4.7: Avaliação dos recursos do AMPLIA

No que diz respeito à possibilidade de utilização do AMPLIA para estimular a discussão de casos entre a comunidade médica, novamente apareceram 70% dos alunos que consideram que o ambiente viabiliza esta ação (Figura 4.8).

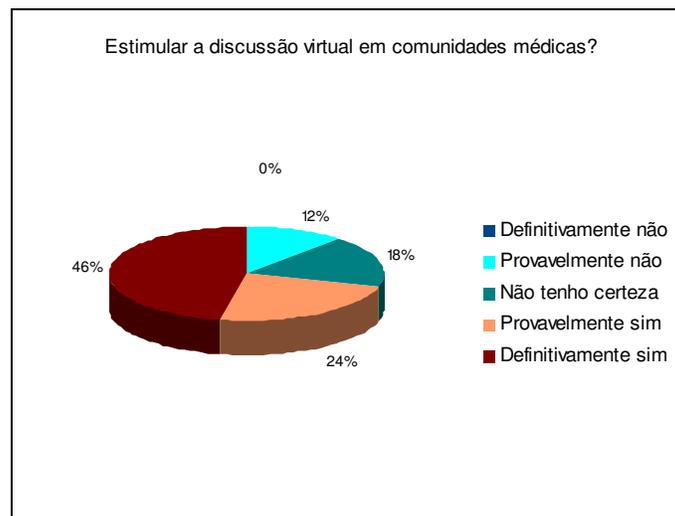


Figura 4.8: Possibilidade de discussão entre comunidades

Segundo a Figura 4.9, 81% dos alunos indicaram que o AMPLIA pode ser utilizado como um recurso adicional na educação médica. Já os 18% restantes acreditam que a forma tradicional de ensino-aprendizagem pode obter melhores resultados.

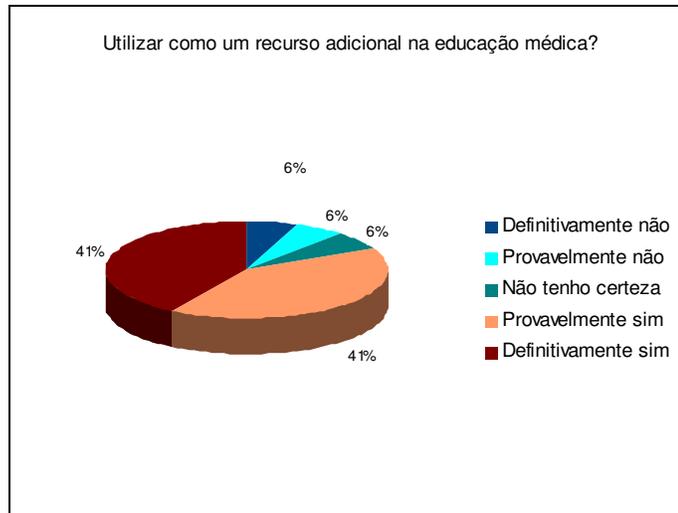


Figura 4.9: Recurso adicional para a educação médica

O AMPLIA oferece ferramentas que buscam viabilizar a aprendizagem individual ou em grupos, com ou sem a presença do professor. Acredita-se que em função dos recursos disponíveis no ambiente, 76% dos alunos concordaram que o AMPLIA favorece o estudo autônomo do aluno (Figura 4.10).

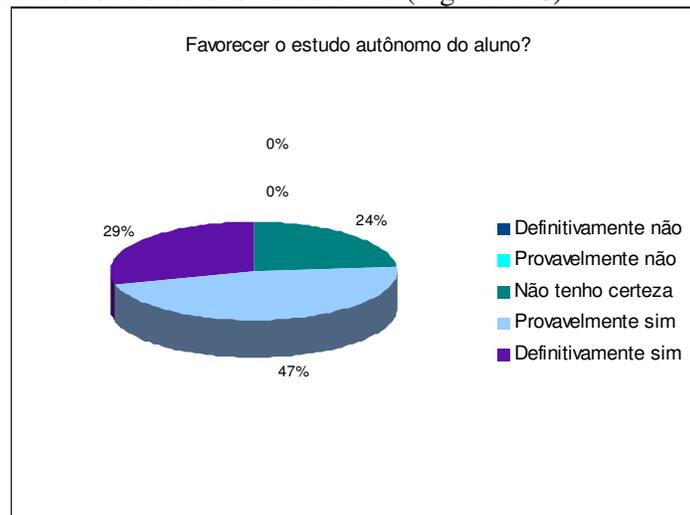


Figura 4.10: Favorecimento do estudo autônomo do aluno

Em relação ao padrão de interação apresentado pelos alunos (Figura 4.11), observou-se que 35% dos alunos preferem a discussão dos casos com os colegas. Enquanto 20% dos alunos consultam a base teórica frequentemente, outros 20% dos alunos consultam a base teórica eventualmente. O AMPLIA oferece algumas estratégias pedagógicas a fim de facilitar a aprendizagem. Estas estratégias foram seguidas por 20% dos alunos. Em relação à execução da rede bayesiana construída para o estudo de caso proposto, 10% dos alunos declararam que submetem a rede frequentemente para avaliação do sistema, enquanto outros 10% dos alunos apontaram que submetem eventualmente a rede para avaliação. Já 5% dos alunos preferem pedir ajuda ao grupo durante a resolução do estudo de caso.

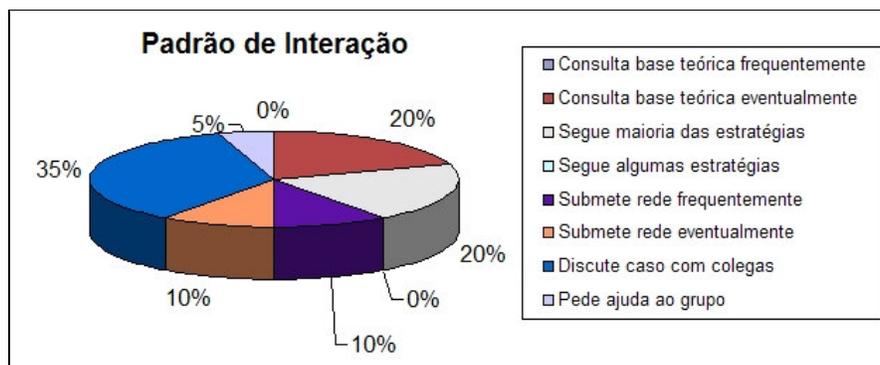


Figura 4.11: Padrões de Interação apresentado pelos alunos

Para concluir, este experimento demonstrou que os alunos preferiram trabalhar de forma colaborativa. Todos os alunos envolvidos no experimento declararam que trabalhariam novamente com o grupo proposto pelo Agente Social. Este fato revela que, embora a maioria das pessoas prefira trabalhar com colegas com quem considera ter afinidades, o sistema foi capaz de produzir recomendações satisfatórias para os alunos. Em relação ao resultado das redes construídas pelos grupos (desempenho), a maioria declarou que tanto as redes construídas pelos grupos espontâneos e sugeridos foram equivalentes. O sistema também ajudou, de maneira geral, os alunos a escolherem os grupos onde trabalhar. Adicionalmente, deve ser destacado que os grupos propostos pelo sistema obtiveram melhores soluções para o problema, ou seja, as redes construídas foram consideradas *completas* (nível máximo) ou *satisfatórias* (redes corretas, porém diferentes do especialista).

A partir deste experimento, todavia, não se pode afirmar com precisão se este melhor desempenho foi resultado da qualidade dos grupos formados pelo Agente Social, pois na última etapa do experimento deve ser considerada a experiência adquirida pelos alunos na resolução dos casos.

4.5 Conclusão sobre os experimentos

O processo de desenvolvimento e validação do conhecimento e raciocínio do Agente Social passou por várias etapas e os resultados foram apresentados nos experimentos descritos neste capítulo.

Inicialmente, foi elaborado um questionário para aferição do perfil dos usuários. Este questionário agrupou itens relativos à personalidade, estilo de aprendizagem, objetivos e padrão de interação dos alunos. Todos estes itens eram variáveis avaliadas na rede de raciocínio do Agente Social. Assim, o Experimento 1 foi conduzido a fim de validar as questões elaboradas e foi uma primeira tentativa de avaliar os grupos formados pelo Agente Social.

Após este experimento, os questionários receberam pequenas alterações. O instrumento que teve maior alteração foi o de aferição dos traços de personalidade. Optou-se pelo inventário proposto por Hutz (1998), uma adaptação a língua portuguesa do inventário utilizado no Experimento 1, proposto por Goldberg (1992). Observou-se que a tradução feita neste trabalho de alguns dos 100 adjetivos (ou marcadores) do instrumento de Goldberg (1992) causou dúvidas aos alunos. Assim, a escolha pelo instrumento de Hutz (1998) aconteceu naturalmente, visto que era uma versão brasileira consolidada do mesmo inventário.

Após os ajustes nos questionários de aferição do perfil do usuário e avaliação dos grupos e do sistema, foi realizado um novo experimento para verificar se os grupos sugeridos pelo Agente Social estavam de acordo com as estratégias modeladas na rede de raciocínio do agente. Foi utilizado no Experimento 2 o apoio do software *Hugin*, para executar a rede do Agente Social. A execução da rede, isto é, a aplicação da Teoria de Bayes (2.3 *Raciocínio Probabilístico*) apresenta a probabilidade a posteriori para os nodos *Grupo 1*, *Grupo 2* e *Grupo 3* (rede apresentada na seção 3.2 *Estratégias para formação dos grupos*). As evidências entradas neste modelo foram o Traço de Personalidade Dominante, o Perfil Social, a Aceitação, o Desempenho no caso clínico e Estado Afetivo. Supôs-se que todos os alunos trabalhavam no mesmo caso clínico. Assim, através do Experimento 2 foi possível consolidar o modelo de raciocínio do Agente Social, podendo passar para a próxima etapa, a testagem com usuários (alunos) reais.

Os Experimentos 3 e 4 foram realizados em sala de aula. Não tivemos a oportunidade de testar com alunos à distância, visto que a adaptação do ambiente AMPLIA para a Web encontra-se em andamento. A testagem com alunos separados geograficamente e que não se conhecem presencialmente é um desafio que será encarado como trabalho futuro.

O Experimento 3 contou com uma amostra de quatro alunos. Como o número de participantes era pequeno, as sugestões do Agente Social foram compatíveis com os grupos formados espontaneamente pelos alunos. Observou-se que a qualidade e correção das redes construídas pelos alunos melhoraram a cada etapa do experimento. Isso também se deve a gradual apropriação do conceito de Redes Bayesianas e da utilização do sistema, natural no processo de aprendizagem. Também por este fato, as redes construídas pelos grupos apresentavam melhor desempenho que as construídas individualmente. Como o Agente Social sugeriu os mesmos grupos compostos espontaneamente pelos alunos, na última etapa do experimento os alunos somente revisaram e refinaram suas redes, não alterando o desempenho das mesmas.

O Experimento 4 foi mais significativo em relação às possibilidades apresentadas pela amostra, 17 alunos. Neste experimento, puderam-se rearranjar os grupos de trabalho de forma diferente dos formados espontaneamente.

Nos três experimentos (1, 3 e 4) conduzidos com alunos reais, observou-se uma avaliação semelhante em relação aos grupos sugeridos pelo Agente Social. Assim como a maioria dos alunos prefere escolher os colegas com quem trabalha, ou seja, compor espontaneamente seu grupo, a maioria também aprovou o grupo sugerido pelo agente e voltaria a trabalhar com esta composição de grupo. Este fato aponta para a aceitação e validade das sugestões realizadas pelo Agente Social, bem como para a constatação das hipóteses 1 (H_1) e 2 (H_2) deste trabalho, refutando a hipótese nula (H_0) de ambas. Em relação à H_1 , verificou-se a relevância de se considerar aspectos das relações sociais, aspectos relacionados ao comportamento do aprendiz e aspectos relacionados à competência do aluno a fim de compor grupos, visto que estas características possibilitam aos participantes habilidades para contornar eventuais conflitos. Caso os conflitos não fossem contornáveis, a aceitação do grupo não seria alta como comprovado nos experimentos. Já em relação à H_2 , observou-se que os aspectos individuais dos alunos considerados pelo Agente Social foram suficientes, na amostra analisada, para que este selecionasse e aplicasse estratégias de grupos no contexto da aprendizagem colaborativa.

Conforme as teorias pedagógicas de Vygostky (1984), Piaget (1976) e Maturana (1995) que embasaram este trabalho, a aprendizagem pode ser construída no ambiente social. Os resultados obtidos nos experimentos mostraram que, na maioria dos casos, as

redes construídas pelos grupos obtiveram melhor classificação que as redes desenvolvidas de forma individual. Esta constatação confirma novamente as hipóteses 1 (H_1) e 2 (H_2) deste trabalho (Capítulo 1) de que a aprendizagem colaborativa em grupos deve ser baseada em grupos formados por alunos com perfis que se complementam. A constatação também vai ao encontro das teorias pedagógicas de Vygostky (1984), que postula que a inteligência é fruto da interação social, de Piaget (1976), sobre a *equilibração das estruturas* como estratégia para a formação de grupos e de Maturana (1995) que coloca a interação somente acontece quando há aceitação mútua entre os indivíduos.

Ao final do experimento 4 foi feita uma tentativa de analisar os grupos através da construção de sociogramas. Em função da baixa participação dos alunos nesta etapa, não foi possível obter conclusões precisas sobre quais alunos eram socialmente isolados ou mais populares.

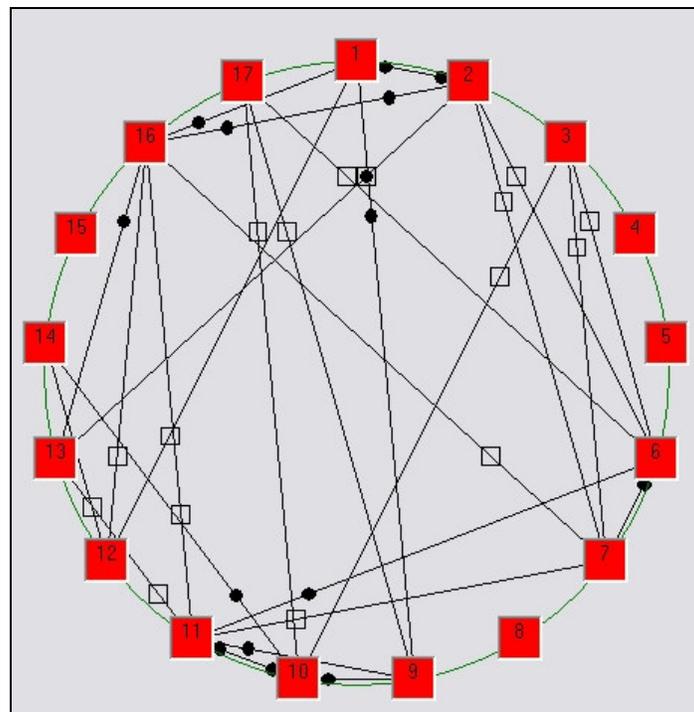


Figura 4.12: Sociograma da turma do Experimento 4

O resultado obtido é apresentado na Figura 4.12. Através deste gráfico, pode-se observar a popularidade do *Aluno 9*, quem teve o maior número de escolhas positivas (símbolo circular), três no total. Já os alunos *6*, *7* e *16* receberam o maior número de escolhas negativas (símbolo quadrado), três para cada aluno. Dos alunos relacionados neste gráfico com acentuada aceitação positiva e negativa, o Agente Social agrupou, em uma das suas sugestões o *Aluno 9* com o *Aluno 16*, respectivamente mais e menos populares. Os outros dois alunos menos populares desta amostra ficaram em grupos diferentes.

O sociograma da Figura 4.12 indicou as preferências de um grupo pequeno de alunos, visto que dos 17 alunos participantes do experimento, somente 6 responderam a este questionário. Com base no trabalho de Moreno (1993), cinco questões foram aplicadas aos alunos no final do experimento:

1. *Relacione, em ordem de preferência, o nome de três colegas com os quais você gostaria de trabalhar em grupo.*
2. *Relacione, em ordem de preferência, o nome de três colegas que você gostaria de ser gerenciado ou dirigido.*
3. *Relacione, em ordem de preferência, o nome de três colegas que você convidaria para um momento de diversão (ir ao cinema, balada, sair para jantar, ...)*
4. *Relacione, em ordem de preferência, o nome de três colegas que você menos gosta de trabalhar.*
5. *Relacione, em ordem de preferência, o nome de três colegas que você mais admira.*

Estas questões foram elaboradas conforme orientação de Moreno (1993) e incluía aferições positivas (1, 2, 3 e 5) e negativa (4).

O sociograma mostrou-se um instrumento interessante para analisar a aceitação social entre os participantes de um grupo. A aceitação social foi considerada neste trabalho, conforme o fundamento pedagógico apoiado em Maturana (1995).

A Tabela 4.5 apresenta as principais características de aplicações relacionadas a este trabalho. Estas aplicações foram selecionadas pelo fato de serem utilizadas no apoio a aprendizagem e de considerarem as características individuais do aluno a fim de oferecer maior autonomia e suporte ao processo de aprendizagem.

O ambiente AMPLIA foi projetado com uma concepção de ambiente de aprendizagem construtivista, onde o aluno possui um papel mais ativo, manipulando objetos, relacionando novos conceitos, construindo modelos e colaborando com outros colegas. O aprendiz também deve manter uma postura reflexiva e crítica. Além do AMPLIA, são encontrados outros sistemas tutores inteligentes utilizados para a aprendizagem. Estes sistemas possuem características relacionadas ao AMPLIA, a saber, a aplicação para a aprendizagem de medicina, o uso de Redes Bayesianas para construção de hipóteses diagnósticas, o apoio ao aluno com base nas suas características individuais (modelo do aluno) ou formação de grupos de trabalho. As principais características destes ambientes ou softwares estão relacionadas na Tabela 4.5.

A principal diferença entre o AMPLIA e os ambientes relacionados está no fato de que o primeiro considera aspectos sociais, afetivos e cognitivos em seu modelo de aluno. A maioria dos ambientes utiliza modelos baseados em conhecimento ou autoconfiança. Além disso, as estratégias utilizadas nestes ambientes consideram a interação entre o usuário e o ambiente, enquanto o AMPLIA também considera a interação entre os usuários (aluno-aluno, aluno-professor) através do Agente Social.

Tabela 4.5: Comparação entre modelos

	<i>Finalidade</i>	<i>Ferramentas de Interação</i>	<i>Forma de tutoria</i>	<i>Modelo do Aluno</i>	<i>Estratégias</i>	<i>Forma de Trabalho</i>
<i>I-Help (Cao, 2003)</i>	Assistente pessoal multiagente (auxílio aos alunos)	Fóruns Materiais online <i>Chat</i>	Assistente pessoal baseado em raciocínio probabilístico	Perfil do Aluno	Negociação entre agentes para encontrar sugestão adequada	Individual
<i>Prime Climb (Conati, 2002)</i>	Jogo educativo para auxiliar os alunos na aprendizagem da fatorização	Interface de manipulação direta	Agente pedagógico que prove ajuda personalizada, de forma autônoma ou por demanda	Rede Bayesiana para inferir emoções do aluno	Estado afetivo Leva o agente a definir uma ação	Individual
<i>AulaNet</i>	Agente para formação de grupos em um ambiente de aprendizagem	Tarefas (ferramenta específica para os grupos) Fórum <i>Chat</i>	Os grupos podem ser compostos de forma manual ou sugeridos pelo sistema	Interesse, Qualificação e Competência	Formação de grupos heterogêneos	Individual e Colaborativa
<i>COMET</i> ¹⁹	Resolução de problemas; Aprendizagem colaborativa	<i>Chat</i> Redes Bayesianas Imagens médicas	Tutor artificial para auxiliar a aprendizagem dos alunos	Conhecimento individual e dos grupos e atividades	Sugestões e discussão colaborativa	Individual e Colaborativa (através de <i>chat</i>)
<i>Bio World</i> ²⁰	Resolução de problemas	Textos Janelas Recursos Multimídia	Construção de hipóteses	Conhecimento Auto-confiança	Ajuda contextual	Individual
<i>Medikus (Möbus, 1995)</i>	Resolução de problemas	Redes Bayesianas	Construção do seu modelo	Conhecimento	Ajuda Sugestões	Individual
<i>Promedas</i> ²¹	Suporte a decisão diagnóstica	Redes Bayesianas	Apresentando achados	Conhecimento	Tutoriais	Individual
<i>AMPLIA</i>	Construção de hipóteses diagnósticas	Editor colaborativo; <i>Chat</i> ; Materiais online	Estratégias pedagógicas em relação ao conteúdo e Estratégias de formação de grupos para motivar a colaboração	Conhecimento; Auto-confiança; Aspectos sociais e afetivos para modelar indivíduos e grupos	Sugestões; soluções de problemas e discussões	Individual e Colaborativa

¹⁹ <http://www.cs.ait.ac.th/~haddawy/pubs/iui04.pdf>²⁰ <http://citeseer.ist.psu.edu/lajoie95establishing.html>²¹ <http://www.promedas.nl/>

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Experiências individuais podem obter maior sucesso quando os alunos possuem maior autonomia e dependem menos das orientações do professor. Nesta direção, este trabalho propôs um modelo de agente, denominado Agente Social, cujo conhecimento está representado em Redes Bayesianas e o mecanismo de raciocínio é baseado em conhecimento probabilístico. O Agente Social foi modelado para apoiar a aprendizagem colaborativa dos alunos, bem como de estimular a interação entre eles, conferindo maior autonomia às ações dos alunos. Para isso, o Agente Social considera aspectos relacionados ao perfil do aluno, como traços de personalidade, estilo de aprendizagem, estado afetivo, desempenho ou competência, perfil social e aceitação social.

Este agente faz parte de uma sociedade de agentes que compõe um portal educacional, PortEdu (Nakayama, 2005). A fim de validação da proposta, foi utilizado o sistema AMPLIA (Flores, 2005), ambiente educacional que utiliza os serviços do portal e que é considerado um ambiente consolidado. Tanto o portal PortEdu, como o ambiente de aprendizagem AMPLIA, foi desenvolvido sob a abordagem de agentes. Em função disso, a agregação de novas funcionalidades aos sistemas deve seguir o mesmo paradigma, como o caso da inserção da funcionalidade de formação de grupos na forma do Agente Social. O agente desenvolvido apresenta as principais propriedades que, segundo a concepção de Wooldridge (2002), e apresentado na seção 2.1 *Os Sistemas Multiagente*, uma entidade deve apresentar, a saber, *Autonomia*, visto que possui controle sobre suas ações e seu estado interno; *Habilidade Social*, através da troca de conhecimento bayesiano entre os agentes do PortEdu e AMPLIA; *Pró-atividade*, pois interage com os alunos usuários do sistema através da ferramenta de bate-papo, sugerindo composição de grupos e *Reatividade*, visto que observa as ações do usuário e as utiliza para realizar ações no seu mundo, ou seja, sugerir grupos.

Para possibilitar a comunicação entre agentes que habitam sociedades distintas na Web (agentes do PortEdu e do AMPLIA), foi utilizada a ontologia para troca de conhecimento bayesiano desenvolvida no trabalho de Santos (2006). Para adaptação das funcionalidades do agente ao AMPLIA, foi desenvolvido um editor de Redes Bayesianas, em Java, que permite o trabalho colaborativo e síncrono, através do editor gráfico e da ferramenta de bate-papo. Este foi o primeiro passo para a versão Web do ambiente AMPLIA, visto que esta versão Java já possui a característica de ser multiplataforma. A versão original do editor era para uso individual (aplicação *standalone*). No futuro, o grupo de pesquisa de IA tem o desafio de adaptar o editor para uma versão Web. Assim, com o ambiente sendo utilizado preferencialmente à distância, novos experimentos deverão ser conduzidos a fim de validar a formação de grupos de alunos que não se conhecem presencialmente, somente à distância.

Como todo trabalho interdisciplinar, este também traz a complexidade de transitar entre as diferentes áreas do conhecimento, relacionando-as e buscando contribuições para elas. Considera-se como a principal contribuição deste trabalho, o modelo computacional do Agente Social, que considera aspectos oriundos das áreas de Psicologia e Educação (traços de personalidade, estilo de aprendizagem, estado afetivo, desempenho) e das Ciências Sociais (perfil social e aceitação social) modelados através de uma técnica computacional que considera a incerteza de domínios complexos, as Redes Bayesianas.

Outras contribuições também podem ser relacionadas, conforme apresentadas na seção 1.5:

- O modelo computacional do Agente Social desenvolvido através de Redes Bayesianas e detalhado no Capítulo 3. As Redes Bayesianas têm se mostrado uma alternativa eficiente para a modelagem de domínios incertos, como o caso do processo de aprendizagem colaborativa. Nesta mesma direção, estão os modelos propostos por Conati (2002), Cao (2003) e os sistemas *COMET*, *Medikus* e *Promedas*, apresentados na Tabela 4.5, seção 4.5 *Conclusão sobre os experimentos*.
- Consideração, em agentes inteligentes, de aspectos sociais e afetivos dos seres humanos a fim de utilizá-los para melhorar a dinâmica de um ambiente virtual de aprendizagem. A respeito deste objetivo foi estendido o modelo de inferência de estados afetivos proposto por Conati (2002), considerado traços de personalidade conforme apresentado em Paiva (2005) e o perfil social, conforme sugerido no trabalho de Reategui (2008). Estas são algumas características relevantes que foram identificadas neste trabalho para a formação de grupos de trabalhos. Outras características dos alunos também podem ser incorporadas ao modelo em um trabalho futuro, tais como o *interesse* do aluno em relação aos tópicos de estudo, a *familiaridade* entre os alunos (considerando sexo, idade, série e interesses pessoais) e o perfil de *liderança* do aluno.
- Adaptação de modelos existentes para inferência de estados afetivos (Conati, 2002) (Zhou, 2003) a fim de adequá-los ao modelo do agente sócio-afetivo. Através da pesquisa realizada neste trabalho, verificou-se que além de estados afetivos, aspectos sociais e outros aspectos individuais devem ser considerados em uma dinâmica de grupo. O modelo do Agente Social agregou novas variáveis como o *desempenho do aluno*, já armazenado no modelo do aluno do AMPLIA e informado pelo Agente Aprendiz, *perfil social*, proposto neste trabalho e relacionado às idéias de Vygotsky (1984), *aceitação social*, com base em Maturana (1995), estilo de aprendizagem (Felder, 2008).
- Utilização de estratégias de formação de grupo a fim de serem utilizadas na atuação do Agente Social para selecionar participantes com perfis que possam solucionar seus conflitos. A definição destas estratégias foi baseada nos trabalhos de Piaget (1976)(1983), na teoria sócio-interacionista de Vygotsky (1984), compartilhamento de papéis (*role-sharing*) e aprendizagem baseada em problemas (*problem-based learning*) sugeridos por Peterson (1997) e nas características de grupos, apresentadas por Lima (2003). As

principais estratégias utilizadas foram a formação de grupos heterogêneos, mas não extremamente heterogêneos, e o compartilhamento de papéis, fazendo com que vários alunos possam experimentar o papel de líder do grupo. Estas estratégias foram definidas com base em Peterson (1997) e Lima (2003). A teoria pedagógica da Epistemologia Genética de Piaget (1983) trata o desenvolvimento e a formação do conhecimento. Desta teoria (seção 3.2 *Estratégias para formação dos grupos*) foi extraída a idéia de que no esquema de assimilação (significação de objetos) é preciso superar obstáculos, pois eles geram uma *perturbação*, que é seguida de uma *regulação* (retomada da ação). Observa-se uma relação entre esta teoria pedagógica e as teorias de formação de grupos, visto que elas relacionam a presença e resolução de conflitos como fatores para aprendizagem.

- Desenvolvimento de um editor colaborativo de Redes Bayesianas para o ambiente AMPLIA a fim de abrigar as funcionalidades do Agente Social. A nova versão do editor foi totalmente implementada em linguagem Java com vistas à disponibilização do sistema via Web. O editor agora possibilita o uso colaborativo (*online*) e dispõe de uma ferramenta de bate-papo para suportar a discussão de casos entre os alunos;
- Divulgação dos resultados deste trabalho a comunidade científica (como relacionado no Anexo I).

Outras estratégias para formação de grupos podem ser adotadas e adaptadas ao modelo do Agente Social, na busca da composição de grupos com melhor rendimento e coesão. Algumas estratégias propostas por Bowen and Jackson (1986) dizem respeito a: oferecer um bom *feedback* aos participantes do grupo, envolver alunos que não estão participando, enfrentar os problemas, mudar o papel de líder quando necessário, resumir e revisar as experiências aprendidas pelo grupo (analisar os dados a fim de descobrir porque o grupo foi mais ou menos eficiente e oferecer *feedback* aos participantes sobre suas contribuições) e festejar as realizações do grupo.

Uma estratégia que não foi testada neste trabalho foi a composição de grupos totalmente homogêneos ou com mais de um líder no mesmo grupo. O resultado do trabalho do grupo formado com estas estratégias pode indicar a necessidade de inclusão de novas variáveis no modelo.

Uma perspectiva interessante de trabalho futuro é a extensão do modelo do Agente Social para uma abordagem BDI (*Believe, Desire and Intentions*). Testes preliminares desta abordagem foram publicados em Boff (2008). A associação de estados mentais e Redes Bayesianas é feita através da correspondência de *crenças* a *redes*, e *desejos* e *intenções* a *estados de variáveis* possuídos pelo agente.

A arquitetura baseada em ontologia apresentada na Figura 3.24 provê interoperabilidade para conhecimento de Redes Bayesianas entre agentes heterogêneos (Santos, 2006). Esta arquitetura baseada em agentes pode ser utilizada como primeiro passo para uma adaptação a um modelo BDI que agrega conhecimento probabilístico. Uma abordagem bayesiana permite ao agente BDI definir graus de confiança aos seus estados mentais.

Enquanto as Redes Bayesianas são consideradas um modelo formalizado para

representação do conhecimento, não há um único modelo BDI para modelagem de agentes. O modelo BDI probabilístico proposto em Fagundes (2007) utiliza as Redes Bayesianas para representar as crenças do Agente Social. Estas redes são modelos gráficos que representam causalidade entre as variáveis, permitindo o raciocínio sobre a incerteza de uma forma consistente, eficiente e matematicamente factível. Manter as crenças atualizadas é uma tarefa crucial dos agentes, visto que na dinâmica do mundo real é necessário tomar decisões e executar ações levando em consideração o estado atual do mundo. A atualização das crenças corresponde a inferências probabilísticas, que são disparadas quando um agente acredita em uma nova evidência.

A rede para composição de grupos apresentada na Figura 3.21, ilustra as crenças do Agente Social. Esta rede é aplicada para cada aluno. O Agente Social representa as intenções dos desejos através dos estados das variáveis (nodos da rede). Conseqüentemente, desejos são subconjuntos de crenças. Os nodos *Grupo 1*, *Grupo 2* e *Grupo 3*, que compõem três perfis de grupo da rede, representam as crenças (e desejos neste caso) do Agente Social em relação à sugestão de um dos grupos a serem sugeridos ao aluno. Portanto, a rede representa o quanto um aluno se encaixa em cada grupo e, conseqüentemente, o quanto o agente deseja sugerir cada um dos grupos ao aluno. No Cenário (1) da Figura 3.23 é apresentado o desejo do agente de sugerir ao aluno o *Grupo 1*. Para que um desejo se torne uma intenção é necessário um suporte às crenças. Em outras palavras, o agente não tem intenção de um estado a menos que ele acredite na possibilidade de alcançar aquele estado. Este processo pode ser realizado através da verificação da probabilidade do estado desejado. Assim, voltando ao Cenário (1) da Figura 3.23, o agente vai desejar que o aluno participe do Grupo 1 quando ele acreditar que as condições atuais (nodos *Perfil do Aluno* e *Estratégia*) suportam este desejo.

Um comportamento pró-ativo é demonstrado quando um agente possui estados de mundo onde os desejos se tornam praticáveis. Este comportamento consiste em alcançar estados particulares das variáveis pais (condições) baseados nos valores da Tabela de probabilidade Condicional do estado desejado. Pode-se dizer que os desejos são conectados a um desejo através da causalidade.

As incompatibilidades entre os estados mentais podem ser detectadas quando alguma evidência indicando a realização de uma intenção afeta negativamente outra intenção, diminuindo suas chances de sucesso. Isso é explicado pelo fato de que os desejos podem compartilhar condições mutuamente exclusivas. Por isso, pode-se dizer que o modelo adota uma representação implícita de incompatibilidade. Por exemplo, considerando o desejo do Agente Social de sugerir o *Grupo 1*, cujo perfil é de alunos com alta sociabilidade. Como o agente visa compor grupos heterogêneos, ele deseja encontrar alunos com estados afetivos negativos ou alunos com baixo ou médio desempenho. No processo de deliberação, agentes BDI examinam quais desejos são possíveis, escolhendo entre desejos que possam ser alcançados. Este processo pode ser dividido em duas fases: a primeira verifica quais desejos são possíveis de serem alcançados e a segunda verifica a compatibilidade entre possíveis desejos e intenções. O algoritmo de deliberação e os diferentes comportamentos do agente podem ser consultados em Fagundes (2007). É importante ressaltar, que esta versão preliminar do modelo de deliberação não foram observadas questões como a verificação do desempenho da arquitetura de agentes proposta, metodologia de desenvolvimento, incerteza nas percepções e técnicas avançadas de planos (*planning*).

O modelo de grupo proposto possibilita ao agente três possibilidades de escolha.

Este modelo pode ser estendido para acomodar outras estratégias e uma validação do crédito da rede construída por cada grupo.

O modelo de grupo armazena os aspectos relacionados ao grupo, fruto da interação social entre os participantes do ambiente de aprendizagem colaborativo. Acredita-se, que importantes aspectos para estabelecimento e continuidade de um grupo são a *confiança* que um indivíduo tem em relação ao trabalho do grupo e a *coesão* dos membros do grupo. Estes fatores podem indicar o sucesso na realização de tarefas conjuntas.

A *confiança* é definida como a crença de um agente nos atributos tais como a confiabilidade, honestidade e competência do agente “confiado” em questão. A reputação de um agente define uma expectativa sobre seu comportamento, que é baseado nas observações do agente ou em informações sobre o comportamento passado do agente em um contexto específico em um dado momento. Suponha que há dois agentes, o agente A e o agente B. Quando o agente A não tem nenhuma interação direta com agente B ou não tem certeza sobre a confiabilidade de B, o agente A pode tomar decisões baseadas na reputação do agente B (obtida com outros agentes, ou seja, perguntando a outros agentes sobre a reputação). Uma vez que o agente A interagiu com agente B, ele pode verificar ou estabelecer sua confiança no agente B de acordo com seu grau de satisfação na interação e usar esta confiança para tomar decisões para futuras interações (Wang, 2003).

Mecanismos sobre confiança e reputação podem ser utilizados para os agentes distinguirem os bons dos maus (adequados ou inadequados) colaboradores. Assim, o Agente Social pode decidir qual aluno sugerir para um grupo de forma que este aluno traga mais benefício ao grupo.

Grupos coesos apresentam uma grande produtividade. A coesão é a atratividade que o grupo exerce pelos seus membros, que dele desejam continuar a participar, resistindo à idéia de abandoná-lo (Krüger, 1986). Pode-se avaliar a coesão pelo *teste sociométrico* (Moreno, 1993). Este teste é fácil de aplicar e pede para os participantes indicarem outros dois ou três colegas de sua preferência. Assim, monta-se uma rede de relações interpessoais (podem-se verificar pessoas excluídas, líderes ou pessoas socialmente ativas). A *coesão grupal* é a solidariedade e estabelecimento de lealdade em um grupo e medi-la pela quantidade de vezes que as mesmas pessoas escolhem interagir.

A Figura 5.1 apresenta uma sugestão de modelo de conhecimento do grupo social. O objetivo desta rede é destacar a influência estabelecida entre os nodos da rede.

Considerando esta rede, a tupla que define o Agente Social pode ser estendida acrescentando-se o parâmetro G , que representa a avaliação do grupo. Assim, a tupla $ISA(L, G)$ define o Agente Social, a partir das informações obtidas na rede probabilística do conhecimento do Agente Social.

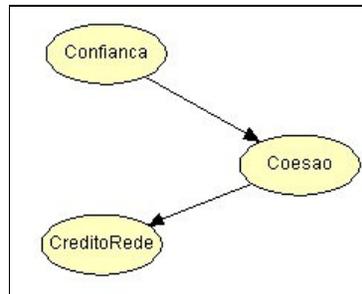


Figura 5.1: Proposta preliminar da rede bayesiana para avaliação do modelo do grupo

O modelo do grupo é dado pela tupla $G(cf, cs)$, onde o parâmetro cf representa a confiança que um aluno possui no grupo de trabalho e cs é a coesão do grupo de trabalho, medida pelo teste sociométrico.

A confiança cf em um grupo g pode ser medida pelo número de sugestões aceitas por um aluno x , dada por um aluno y . Ou seja,

$$cf_g = \text{número de sugestões aceitas} / \text{total de sugestões}$$

O resultado desta equação é um valor entre 0 e 1, sendo que os valores mais próximos a 1 indicam maior confiança do aluno x em relação ao aluno y .

Pode-se verificar o comprometimento de um aluno pelo tempo que ficou no grupo e pela quantidade de interações que o aluno fez com os colegas do grupo. Além disso, um grupo coeso pode atingir o sucesso de forma mais efetiva.

O modelo de Agente Social proposto neste trabalho é uma contribuição da área de Computação para a área de Educação e Psicologia Social. Este modelo buscou uma decisão, ou sugestão de grupo, a partir de um domínio incerto que é processo de aprendizagem colaborativa. A partir deste modelo, outros trabalhos na área de Educação podem ser iniciados buscando investigar aspectos específicos da aprendizagem neste contexto social.

Embora o principal objetivo deste trabalho tenha sido alcançado, algumas questões ainda não puderam ser respondidas completamente. Nesse sentido, foram identificadas algumas limitações na investigação. Quanto aos subsídios pedagógicos, ou seja, às variáveis utilizadas para a modelagem cognitiva do Agente Social, vê-se a necessidade de agregar outras variáveis e relacioná-las à aprendizagem colaborativa. Nesta investigação, não foi possível chegar a uma conclusão afirmativa ou não em relação à organização e produtividade dos grupos que possuíam um aluno com o papel de líder. É provável que tais conclusões sejam alcançadas em uma forma de condução dos experimentos diferente da que foi utilizada nesta pesquisa.

No que diz respeito à metodologia, as experimentações com grupos não aleatórios e presenciais (em sala de aula convencional) foram justificadas pela necessidade de viabilizar a investigação e permitir a aproximação a situações reais que também deveriam ser analisadas.

Sobre o tamanho da amostra, o número obtido dependeu da disponibilidade dos participantes e do professor para a atividade de laboratório. Esta dificuldade é recorrente

em testagens com alunos reais. Em função disso, os dados estatísticos podem ficar enfraquecidos dificultando algumas conclusões.

A utilização de um agente de software em um ambiente de aprendizagem traz o seguinte questionamento: os agentes também podem aprender? Podem aprender a partir da sua interação com os alunos? Ou a partir da interação com outros agentes? Da forma como o agente foi projetado, não é possível aprender com a interação entre agentes, eles somente cooperam na realização de suas tarefas. Já sobre os alunos é possível aprender através das modificações que ocorrerem durante a utilização do ambiente. Estas modificações ficam armazenadas no modelo do aluno. Uma possibilidade de trabalho futuro é o desenvolvimento de um modelo de grupo. Enquanto o modelo do aluno guarda as informações individuais de cada aprendiz, o modelo do aluno armazenaria informações referentes ao grupo e sua dinâmica (como confiança e coesão).

Estas sugestões de trabalhos futuros foram pensadas durante o desenvolvimento deste trabalho e algumas delas, como a extensão para o modelo BDI, já foram preliminarmente testadas em um esforço conjunto do grupo de IA da UFRGS. Em função da complexidade das áreas envolvidas, o modelo apresentado permite um número grande de possibilidades para a pesquisa na área de Inteligência Artificial aplicada a Educação, o que pode, também, ser considerada mais uma contribuição para a comunidade científica.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, P. R.; GÖTTEMS, K. F. R. Análise de Estratégias de Capacitação de Professores do Ensino Superior em Tecnologias Educacionais. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, WIE, 6.; CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 20., 2000, Curitiba. **Integração Universidade-Empresa: anais**. Curitiba: PUC-PR, 2000. p. 125.
- ANDRADE, A.; JAQUES, P.; VICARI, R. M.; BORDINI, R.; JUNG, J. A Computational Model of Distance Learning Based on Vygotsky's Socio-Cultural Approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON EDUCATION, AI-ED, 10., 2001. **Workshop Papers: multi-agent architectures for distributed learning environments**. [S.l.:s.n.], 2001. p. 33-40.
- ANDRE, E.; RIST, T.; MULLER, J. Employing AI methods to control the behavior of animated interface agents. **Applied Artificial Intelligence**, Philadelphia, PA, v. 13, n. 4/5, p. 415-448, May 1999.
- BALLONE G. J. **Personalidade**. Texto revisto em 2003. Disponível em: <<http://www.psiqweb.med.br/persona/personal.html>>. Acesso em: nov. 2005.
- BARROS, L. A. **Suporte a Ambientes Distribuídos para Aprendizagem Cooperativa**. 1994. Tese (Doutorado) - COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro.
- BASSETTI, C. M.; ORTEGA, A. C.; RODRIGUES M. P. A Interação Social de Crianças no Jogo de Regras. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1-2, p. 28-45, 2005.
- BELLIFEMINE, F., POGGI, A.; RIMASSA, G. JADE – A FIPA-compliant agent framework. In: INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION ON THE PRACTICAL APPLICATION OF INTELLIGENT AGENTS AND MULTI-AGENT TECHNOLOGY, 4., 1999. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1999. p. 97-108.
- BERNERS-LEE, T., HENDLER, J.; LASSILA, O. The Semantic Web. **Scientific American**, [S.l.], v.284, n.5, p.35-43, May 2001.
- BOFF, E. **Ambiente para Construção Cooperativa de Histórias em Quadrinhos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Faculdade de Informática, PUCRS, Porto Alegre.
- BOFF, E., GOMES, E. R.; VICARI, R. M. Social, Affective and Pedagogical Agents for the Recommendation of Student Tutors. In: WORKSHOP ON SOCIAL AND EMOTIONAL INTELLIGENCE IN LEARNING ENVIRONMENTS; INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, ITS, 7., 2004, Maceió. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2004.
- BOFF, E.; REATEGUI, E. B.; VICARI, R. M. Using Social Agents to Model a Virtual

- Character for the Recommendation of Students Tutors. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER ANIMATION AND SOCIAL AGENTS, CASA, 2005. **Proceedings...** Hong Kong: [s.n.], 2005. p.139-144.
- BOFF, E.; SANTOS, E. R.; FAGUNDES, M. S.; VICARI, R. M. Interoperable Bayesian Agents for Collaborative Learning Environments. In: CONFERENCIA DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, CAEPIA, 12., 2007, Salamanca, Spain. **Selected Papers**. Berlin: Springer, 2007. p. 31-39. (Lecture Notes in Computer Science, v. 4788).
- BOFF, E.; VICARI, R. M.; FAGUNDES, M. S. Using a Probabilistic Agent to support Learning in Small Groups. In: EUROPEAN CONFERENCE ON MODELING AND SIMULATION, ECMS, 22., 2008. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2008.
- BOWEN D. D.; JACKSON, C. N. Curing those ol' "Omigod-Not-Another-Group-Class" blues. **Organizational Behavior Teaching Review**, [S.l.], v. 10, n.4, p. 21-23, 1986.
- BRATMAN, M.E.; ISRAEL, D.J.; POLLACK, M.E. Plans and resource-bounded practical reasoning. **Computational Intelligence**, [S.l.], v. 4, p. 349-355, 1988.
- BUSETTA, P.; ZANCANARO, M. Open Social Agent Architecture for Distributed Multimedia. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 2., 2003, Melbourne, Australia. **Proceedings...** New York: ACM, 2003.
- CAÑAMERO, D. **Issues in the Design of Emotional Agents**. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/437878.html>>. Acesso em: 01 ago. 2008.
- CAÑAMERO, D.; FREDSLUND, J. How Does It Feel? Emotional Interaction with a Humanoid LEGO Robot. In: DAUTENHAHN, K. (Ed.). **Socially Intelligent Agents: The Human in the Loop**. Menlo Park, CA: AAAI Press, 2000. p. 23-28.
- CAÑAMERO, D. **Emotional and Intelligent II: The Tangled Knot of Social Cognition: Selected Papers**. Menlo Park, CA: AAAI Press, 2001. p. 22-30.
- CAÑAMERO, D. Designing Emotions for Activity Selection in Autonomous Agents. In: TRAPPL, R.; PETTA, P.; PAYR, S. (Ed.). **Emotions in Humans and Artifacts**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2003. p. 115-148.
- CAÑAMERO, D. **A Hormonal Model of Emotions for Behavior Control**. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/canamero97hormonal.html>>. Acesso em: maio 2005.
- CAO, Y.; SHARIFI, G.; UPADRASHTA, Y.; VASSILEVA, J. Interpersonal Relationships in Group Interaction in CSCW Environments. In: USER MODELLING, UM, 2003. **Workshop Papers: Assessing and Adapting to User Attitudes and Affect**. [S.l.:s.n.], 2003.
- CARNEIRO, M. L. F. Groupware e os ambientes para EAD. **Informática na educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 11-21, nov. 2002.
- CARROLL, J. J. et al. **Jena: Implementing the semantic web recommendations**, [S.l.]: Hewlett Packard Laboratories, 2003. Technical Report.
- CASTELFRANCHI, C.; ROSIS, F de.; FALCONE, R. Social Attitudes and Personalities in Agents. In: AAAI FALL SYMPOSIUM, 1997, Cambridge. **Socially Intelligent Agents**. Menlo Park: AAAI Press, 1997.

- CASTELFRANCHI, C.; FALCONE, R. Principles of Trust for MAS: Cognitive Anatomy, Social Importance and Qualification. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIAGENT SYSTEMS, ICMAS, 3., 1998. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1998.
- CASTELFRANCHI, C. Affective Appraisal versus Cognitive Evaluation in Social Emotions and Interactions. In: PAIVA, A. (Ed.). **Affective Interactions, Towards a New Generation of Computer Interfaces**. Berlin: Springer, 2000. p. 76-106. (Lecture Notes in Computer Science, v.1814).
- CASTELFRANCHI, C.; TAN, Y. **Trust and Deception in Virtual Societies**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 257p.
- CERVO, A.; BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.
- CHAVEZ, R. Ch.; CARDENAS, M. The affective dimension in bilingual/bicultural education: What's the status? In: PADILLA, R. V. (Ed.). **Ethnoperspectives in bilingual education research, 1979-1980**: Theory in bilingual education. Ypsilanti: Eastern Michigan University, 1980.
- CHENG R.; VASSILEVA, J. User Motivation and Persuasion Strategy for Peer-to-peer Communities. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, HICSS, 38., 2005. Mini-track on Online Communities in the Digital Economy/Emerging Technologies. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2005.
- COELHO, H. **Inteligência Artificial em 25 lições**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbinkian, 1995.
- COLOM, R. **O estudo da origem das diferenças individuais**. Laboratório de Avaliação das Diferenças Individuais da Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.fafich.ufmg.br/~ladi/ladiartigos.htm>>. Acesso em: out 2005.
- CONATI, C. Probabilistic assessment of user's emotions in educational games. **Journal of Applied Artificial Intelligence**, Washington, v. 16, n.7-8, p.555-575, 2002.
- CONTE, R.; DIGNUM, F. From Social Monitoring to Normative Influence. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, Guildford, UK, v. 4, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/2/7.html>>. Acesso em: jun. 2005.
- CONTE, R.; SICHTMAN, J. S. Dependence Graphs: Dependence Within and Between Groups. **Computational and Mathematical Organization Theory**, Boston, v. 8, n.2, p. 87-112, 2002.
- COSTA, P.; LASKEY, K. B.; LASKEY, K. J. PR-OWL: A Bayesian Ontology Language for the Semantic Web In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB CONFERENCE, 2005. **Workshop Papers**: Uncertainty Reasoning for the Semantic Web. [S.l.:s.n.], 2005.
- CRAIG, S. D.; GHOLSON, B.; DRISCOLL, D. M. Animated Pedagogical Agents in Multimedia Educational Environments. **Journal of Educational Psychology**, [S.l.], v. 94, n. 2, p.428-434, 2002.
- DAMÁSIO, A. R. **O erro de Descartes**: emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 330 p.
- DEAN, M.; SCHREIBER, G. **OWL Web Ontology Language Reference**. [S.l.]: W3C, 2004. Technical Report.

- DE ANGELI, A.; LYNCH, P.; JOHNSON, G. Personifying the e-market: A framework for social agents. In: IFIP TC.13 CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, Interact, 8., 2001. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2001.
- DIAS, J.; PAIVA, A. Feeling and Reasoning: A Computational Model for Emotional Characters. In: CONFERÊNCIA PORTUGUESA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EPIA, 12., 2005. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2005. p. 127-140.
- D'INVERNO, M.; LUCK, M. Sociological Agents for Effective Social Action. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTI-AGENT SYSTEMS, 4., 2000. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2000. p. 379-380.
- DILLON, J. L. An expository review of Bernoullian decision theory. **Review of Marketing and Agricultural Economics**, [S.l.], v. 38, n.1, p.1-80, 1971.
- DILLENBOURG, P. et al. The evolution of research on collaborative learning. In: REIMANN, P.; SPADA, H. (Ed.). **Learning in humans and machines: Towards an interdisciplinary learning science**. London: Pergamon, 1995. p. 189- 211.
- DING, L. et al. Using Ontologies in the Semantic Web: A Survey. In: **Ontologies in the Context of Information Systems**. [S.l.]: Springer-Verlag, 2005.
- DOISE, W.; MUGNY, G. **Psicologia social e desenvolvimento cognitivo**. Lisboa: Instituto Piaget, 2002. 272 p.
- ELLIOTT, C.D.; RICKEL, J.; LESTER, J. Lifelike Pedagogical Agents and Affective Computing: An Exploratory Synthesis. In: WOOLDRIDGE, M.; VELOSO, M. (Ed.), **Artificial Intelligence Today**. Berlin: Springer, 1999. p.195-212. (Lecture Notes in Computer Science, n. 1600).
- FAGUNDES, M. S.; VICARI, R. M.; COELHO, H. Deliberation Process in a BDI Model with Bayesian Networks. In: PACIFIC RIM INTERNATIONAL WORKSHOP ON MULTI-AGENTS, PRIMA, 10., 2007. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2007.
- FASLI, M. Reasoning About the Dynamics of Social Behaviour. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS & MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 2., 2003. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2003. p.988 – 989.
- FELDER, R. M. Reaching the Second Tier: learning and teaching styles in College Science Education. **J. College Science Teaching**, v.23, n.5, p.286-290, 1993. Disponível em: <<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Secondtier.html>>. Acesso em: mar. 2008.
- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning Styles and Teaching Styles in Engineering Education. **Engineering Education**, [S.l.], v. 78, n.7, p.674-681, 1998.
- FELDER, R. M.; SOLOMAN, B. A. **Learning Styles and Strategies**. Disponível em: <<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm>>. Acesso em: mar. 2008.
- FIORAVANTI, A. C. M. **Propriedades Psicométricas do Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE)**. 2006. 66p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Psicologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- FLORES, C.D.; HÖHER, C.L.; LADEIRA, M.; VICARI, R.M. Una experiencia en el uso de redes probabilísticas para el diagnóstico médico: Una experiencia brasileira. **Informática Médica**, Argentina, v. 8, n. 8, p. 25-29, 2001.

- FLORES, C. D. **Negociação pedagógica aplicada a um ambiente multiagente de aprendizagem colaborativa**. 2005. 121 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- FRANCIS, L. J.; MONTGOMERY, A. Personality and school-related attitudes among 11- to 16-year-old girls. **Personality and Individual Differences**, [S.l.], v.14, n.5, p.647-654, 1993.
- FIPA: Foundation for Intelligent Physical Agents. Disponível em: <<http://www.fipa.org>>. Acesso em: ago. 2005.
- GILLY, M.; FRAISSE, J.; ROUX, J.-P. Resolución de problemas en díadas y progresos cognitivos en niños de 11 a 13 años: Dinámicas interactivas y mecanismos socio-cognitivos. In: PERRET-CLERMONT, A.-N.; NICOLET, M. (Org.). **Interactuar y conocer**. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores, 1992. p. 71-90.
- GOLDBERG, L. The Development of Makers for de Big-Five Factor Structure. **Psychological Assessment**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 26-41, 1992.
- GRAND, S. The Emergence of Personality. In: DAUTENHAHN, K. (Ed.). **Human cognition and social agent technology**. Amsterdam: John Benjamins, 2000. 447 p.
- GRASHA, A. F. Observations on Relating Teaching Goals to Student Response Styles and Classroom Methods. **American Psychologist**, [S.l.], n.27, p.144-147, 1972.
- GRASHA, A. F.; RIECHMANN, S. A Rational Approach to Developing and Assessing the Construct Validity of a Student Learning Scale Instrument. **The Journal of Psychology**, [S.l.], n.87, p.213-223, 1974.
- GUYE-VUILLÈRME, A.; THALMANN, D. Requirements for an Architecture for Believable Social Agents. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS, 4., 2000. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2000. p. 48-49.
- HOWARD, R. A.; MATHESON, J. E. Influence diagrams. In: HOWARD, R. A.; MATHESON, J. E. (Ed.). **Readings on the Principles and Applications of Decision Analysis**. Menlo Park CA: Strategic Decisions Group, 1984. v.2.
- HUTZ, C. S. et al. O desenvolvimento de marcadores para a avaliação da personalidade no modelo dos cinco grandes fatores. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, [S.l.], v.11, n.2, p.395-411, 1998.
- ISBISTER, K.; YOUNG, D. SageTalk: Designing a Tool for Designing Successful Web-based Social Agents. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS, AGENTS, 5., 2001. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2001. p. 182-183.
- JAQUES, P. A.; VICCARI, R. M. A BDI Approach to Infer Student's Emotions in an Intelligent Learning Environment. **Computers and Education**, [S.l.], v. 49, n. 2, p. 360-384, 2007.
- JENNINGS, N. R.; CAMPOS, J. R. Towards a Social Level Characterization of Socially Responsible Agents. **Software Engineering**, [S.l.], v. 144, n.1, p. 11-25, 1997.
- KOLB, D. A. **Learning Style Inventory Technical Manual**. Boston: Hay McBer, 1985.
- KRÜGER, H. **Introdução à psicologia social**. São Paulo: EPU, 1986. 103 p.
- LASKEY, K. B.; COSTA, P. Of Klingons and Starships: Bayesian Logic for the 23rd Century. In: CONFERENCE ON UNCERTAINTY IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE,

21., 2005. **Proceedings...** Edinburgh, Scotland: AUA Press, 2005.

LEONTIEV, A. N. **Activity, Consciousness, and Personality**. Hillsdale: Prentice-Hall, 1978.

LESTER, J. C. et al. Cosmo: A life-like animated pedagogical agent with deictic believability. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IJCAI, 15., 1997. **Workshop Papers: Animated Interface Agents: Making them Intelligent**. [S.l.:s.n.], 1997. p. 23-29.

LÉVY, P. **A Inteligência Coletiva: Por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Edições Loyola, 1998.

LIGHT, P.; PERRET-CLERMONT, A. N. Social context effects in learning and testing. In: LIGHT, P.; SHELDON, S.; WOODHEAD, M. (Org.). **Learning to think**. London/New York: Open University States of America, 1991. p. 136-149.

LIMA, M. de F. W. do P. **Construção Coletiva do conhecimento: forma de atuação dos sujeitos em ambientes digitais/virtuais de aprendizagem**. 2003. Tese (Doutorado) - PGIE, Porto Alegre.

LOPES, W. M. G. **ILS – Inventário de Estilos de Aprendizagem de Felder-Saloman: investigação de sua validade em estudantes universitários de Belo Horizonte**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo: Atlas, 1996. 231 p.

MARIETTO, M. G. B. et al. Proposta Preliminar de uma Nova Classificação para a Área de Inteligência Artificial Distribuída: Focos de Interesse e Sistemas Computacionais Relacionados. In: IBEROAMERICAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IBERAMIA, 8., 2002. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2002. p. 229-238.

MATURANA, H.; VARELA, F. **Árvore do conhecimento**. Campinas: Ed. Psy, 1995.

MCCRAE, R. R.; COSTA, P. T. More reasons to adopt the Five-Factor Model. **American Psychologist**, [S.l.], v. 44, p. 451-452. 1989.

MÓRA, M. C.; LOPES, J.G.; COELHO, J.G.; VICCARI, R. Modelling agents with extended logic programming. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENGINEERING OF INTELLIGENT SYSTEMS, 1998. **Proceedings...** Alberta: ICSC, 1998. v.3, p. 362-370.

MORAES, R.; RAMOS, M. G. **Construindo o conhecimento: uma abordagem para o ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1988.

MORENO, J. L. **Quem Sobreviverá: Fundamentos da Sociometria, Psicoterapia de Grupo e Sociodrama**. Goiânia: Dimensão, 1992.

MORENO, J. L. **Psicoterapia de grupo e psicodrama: introdução à teoria e à prática**. São Paulo: Ed. Psy, 1993.

MORIN, E. **O método: O conhecimento do conhecimento**. Porto Alegre: Sulina, 1986.

MORIN, J. F.; LELOUCHE, R. Tutoring Knowledge Modelling as Pedagogical Agents in an ITS. In: WORLD CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN

- EDUCATION, AIED, 8., 1997. **Workshop Papers: Pedagogical Agents**. [S.l.:s.n.], 1997.
- MOURA, M. L. S. A interação social e solução de problemas por crianças: questões metodológicas, resultados empíricos e implicações educacionais. **Temas em Psicologia**, [S.l.], n.3, p. 39-47, 1993.
- MYERS, I. B.; MCCAULLEY, M. H. **Manual: a guide to the development and use of the Myers-Briggs type indicator**. Palo Alto: Consulting Psychologist Press, 1986.
- NAKANISHI, H. et al. Can software agents influence human relations? - Balance theory in agent-mediated communities. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 2., 2003. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2003. p. 717 – 724.
- NAKAYAMA, L.; VICCARI, R. M.; COELHO, H. An Information Retrieving Service for Distance Learning. **Transactions On Internet Research**, [S.l.], v. 1, p. 49-56, 2005.
- NIELSEN, J. **Heuristic Evaluation**. Disponível em: <<http://www.useit.com/papers/heuristic>>. Acesso em: nov. 2005.
- NITZKE, J. A.; CARNEIRO, M. L. F.; GELLER, M. Criação de ambientes de aprendizagem colaborativa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 10., 1999. **Proceedings...** Curitiba: UFPR, 1999.
- NITZKE, J. A.; CARNEIRO, M. L. F. Ambientes de aprendizagem cooperativa apoiados por computador para a educação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, COBENGE, 29., 2001. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2001.
- OLIVEIRA, F. M.; VICARI, R. M. Are learning systems distributed or social systems. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, 1996. **Proceedings...** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.
- ORTONY, A. et al. **The cognitive structure of emotions**. UK: Cambridge Univ. Press, 1998.
- OTSUKA, J.; TAROUÇO, L. Proposta de um sistema de apoio à aprendizagem colaborativa baseado na WWW. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 8., 1997. **Proceedings...** São José dos Campos: ITA, 1997. p. 18-20.
- PAIVA, A. et al. Learning by Feeling: evoking empathy with synthetic characters. **Applied Artificial Intelligence**, [S.l.], v. 19, p.235–266, 2005.
- PACHECO, L.; SISTO, F. F. Aprendizagem por interação e traços de personalidade. **Psicologia Escolar e Educacional**, [S.l.], v.7, n.1, p.69-76, 2003.
- PALKOVIC, L. Influencing the Achievement of children in experimental learning by verbal reinforcement. **Psychologia a Patopsychologia Dietada**, [S.l.], v. 14, p. 27-36, 1979.
- PANDZIC, I. S.; OSTERMANN, J.; MILLEN, D. User Evaluation: Synthetic Talking Faces for Interactive Services. **The Visual Computer**, New York, v. 15, p. 330–340, 1999.
- PANDZIC, I. S. Life on the Web. **Software Focus Journal**, NY, p. 52-58, 2001.
- PEREIRA, A. S. **Um Estudo de Aplicações de Ensino na Internet Orientadas a**

- Agentes.** 1997. 34 f. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- PERRET-CLERMONT, A. **Desenvolvimento da inteligência e interação social.** Lisboa: Instituto Piaget, 1978. 362 p.
- PETERSON, M. **Skills to Enhance Problem-based Learning.** 1997. Disponível em: <<http://www.med-ed-online.org/f0000009.htm>>. Acesso em: set. 2007.
- PIAGET, J. **Estudos Sociológicos.** Rio de Janeiro: Forense, 1973. 243p.
- PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema geral do desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- PIAGET, J. **A Tomada de consciência.** São Paulo: Melhoramentos: EDUSP, 1977.
- PIAGET, J. **A epistemologia genética, sabedoria e ilusões da filosofia, problemas de psicologia genética.** São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- PRADA, R.; PAIVA, A. Believable Groups of Synthetic Characters. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 4., 2005. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2005. p. 25-29.
- PRENDINGER, H.; ISHIZUKA, M. Evolving social relationships with animate characters. In: SYMPOSIUM ON ANIMATING EXPRESSIVE CHARACTERS FOR SOCIAL INTERACTIONS, 2002. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2002. p. 73-78.
- PROTEGÉ. **The Protegé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System.** Disponível em: <<http://protege.stanford.edu>>. Acesso em: out. 2005.
- REATEGUI, E.; BOFF, E.; CAMPBELL, J. A. Personalization in an Interactive Learning Environment through a Virtual Character. **Computers and Education**, [S.l.], v. 51, p. 530-544, 2008.
- RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** São Paulo: Atlas, 1999. 334 p.
- RODRIGUES, M. R.; COSTA, A. C da R.; BORDINI, R. H. A System of Exchange Values to Support Social Interactions in Artificial Societies. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 2., 2003. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2003.
- RONG P. et al. A Bayesian Network Approach to Ontology Mapping. In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB CONFERENCE, 4., 2005. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2005.
- ROSATELLI, M. C. **Um Ambiente Inteligente para Aprendizagem Colaborativa no Ensino a Distância Utilizando o Método de Casos.** 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- SABATER, J.; SIERRA, C. Reputation and Social Network Analysis in Multi-Agent systems. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 1., 2002. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2002.
- SANTOS, E. R. **Uma abordagem baseada em ontologias para interoperabilidade de**

- agentes heterogêneos.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- SCHMECK, R. R. et al. **Learning Strategies and Learning Styles.** New York: Plenum Press, 1988.
- SCHULTZ, D. P.; SCHULTZ, S. E. **Teorias da personalidade.** São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, 2002.
- SEIXAS, L. J. Avaliação de ambientes colaborativos textuais em rede. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, RIBIE, 2000. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2000.
- SEIXAS, L.; FLORES, C. D.; GLUZ, J.; VICCARI, R. M. Acompanhamento do processo de construção do conhecimento por meio de um agente probabilístico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 15., 2004. **Proceedings...** Manaus: UFAM, 2004.
- SEIXAS, L. J. **Estratégias Pedagógicas para um Ambiente Multi-agente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem – AMPLIA.** 2005. Tese (Doutorado) – PGIE, UFRGS, Porto Alegre.
- SHACHTER, R. Evaluating Influence Diagrams. **Operations Research**, [S.l.], v.34, n.6, p.871-882, 1986.
- SHERMAN, L. W. **Sociometry in the Classroom:** How to do it. 2004. Disponível em: <http://www.users.muohio.edu/shermalw/sociometryfiles/socio_introduction.htmlx>. Acesso em: maio 2005.
- SICHMAN, J. S. DEPINT: Dependence-Based Coalition Formation in an Open Multi-Agent Scenario. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, [S.l.], v. 1, n.2, 1998.
- SILVEIRA, S. R. **Formação de Grupos Colaborativos em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet:** um estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos. 2005. Tese (Doutorado) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- SKLAR, E. Agents for Education: When too much intelligence is a bad thing. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 2., 2003. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2003.
- SKLAR, E.; RICHARDS, D. The Use of Agents in Human Learning Systems. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 5., 2006. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], Japan. 2006.
- SLOMAN, A. Architectural Requirements for Human-Like Agents Both Natural and Artificial. In: DAUTENHAHN, K. (Ed.). **Human cognition and social agent technology.** Amsterdam: John Benjamins, 2000. 447 p.
- SHAW, E.; JOHNSON, W. L.; GANESHAN, R. Pedagogical agents on the web. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS, 3., 1999. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1999. p. 283-290.
- SOLLER, A. Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, IJAIED, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 40-62, 2001.

SOLOMAN, B. A.; FELDER, R. M. **Index of Learning Styles Questionnaire**. Disponível em: <<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>>. Acesso em: jun. 2008.

SOMMER, R. **Interface colaborativa em Java para o sistema Amplia**. 2007. 48 f. Trabalho de Conclusão (Graduação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre

SPARROWE, R. T.; LIDEN, R. C.; KRAIMER, M. L. Social networks and the performance of individuals and groups. **Academy of Management Journal**, [S.l.], v.44, n.2, p.316-325, 2001.

VASSILEVA, J. Multi-agent architectures for distributed learning environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, AIED, 10., 2001. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2001. p. 1060-1069.

VICCARI, R. M.; GLUZ, J. C. An Intelligent Tutoring System (ITS) view on AOSE. **International Journal of Agent-Oriented Software Engineering**, [S.l.], v. 1, p. 295-333, 2007.

VIZCAINO, A.; DU BOULAY, B. Using a Simulated Student to Repair Difficulties in Collaborative Learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN EDUCATION, ICCE, 2002. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2002.

VON NEUMAN, J.; MORGENSTERN, O. **Theory of games and economic behavior**. [S.l.]: Princeton University Press, 1947.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WAINER, J.; BRAGA, D. P. Symgroup: Applying Social Agents in a Group Interaction System. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUPPORTING GROUP WORK, GROUP, 2001. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2001. p. 224 – 231.

WANG Y.; VASSILEVA J. Bayesian Network-Based Trust Model. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEB INTELLIGENCE, WI, 2003. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2003.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social networkanalysis**. Methods and Applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/context/1109714/0>>. Acesso em: ago. 2006.

WIBERG, C.; WIBERG, M. Configuring Social Agents. In: CONFERENCE OF UNIVERSIAL ACCESSABILITY IN HUMAN COMPUTER INTERACTION, 2001. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2001.

WOOLDRIDGE, M. **An introduction to multiagent systems**. Chichester: J. Wiley, 2002. 348 p.

YANG, H.; TANG, J. Effects of Social Network on Students' Performance: A Web-Based Forum Study in Taiwan. **Journal of Asynchronous Learning Networks**, [S.l.], v. 7, n. 3, 2003.

ZIMERMAN, D. E.; OSÓRIO, L. et al. **Como Trabalhamos com Grupos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 424p.

ANEXO A INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 1 (MODELO DO ALUNO)

Oficina: Ambiente de Aprendizagem Inteligente de Apoio ao Desenvolvimento do Raciocínio Diagnóstico – AMPLIA

Instrumento de coleta de dados 1: Modelo do aluno

Prezado(a) usuário(a),

Sugerimos que você responda o questionário a seguir, para que possamos avaliar o AMPLIA como um ambiente de aprendizagem na área da saúde.

Sua contribuição é valiosa para nós.

Agradecemos sua colaboração.

Equipe AMPLIA.

PERFIL DO USUÁRIO

1. Em qual perfil você se enquadra melhor (assinale apenas uma opção)

- Médico (área _____)
- Professor (área _____)
- Residente (área _____)
- Aluno graduação (área _____, nível (série) _____)
- Aluno Pós-graduação (área _____, nível _____)
- Outro: _____

2. Nível da Residência (se for o caso):

- R1
- R2
- R3
- Outro: _____

3. Sexo:

- Masculino
- Feminino

4. Idade:

- () menos de 20 anos
- () 20 a 29 anos
- () 30 a 39 anos
- () 40 anos ou mais

5. Como você classifica a sua familiaridade ou experiência com informática: (assinale a opção mais complexa, que você realiza com segurança)

- () Instalo e configuro programas
- () Uso programas diversos
- () Uso programas básicos (word, acesso internet, e-mail)
- () Uso somente word
- () Não tenho experiência com informática
- () Outros: _____

6. Você utiliza a informática na Educação: (assinale todas as opções que você utiliza)

- () Para comunicações - *e-mail, messenger, chat*
- () Para fazer apresentações - slides, *datashow, vídeos*
- () Para realizar ou solicitar pesquisas - Internet, Bancos de dados
- () Utiliza outros recursos - *software* educativo, ambientes de aprendizagem, Ensino à Distância
- () Não utilizo a informática na educação (com meus alunos)
- () Outros: _____

7. Qual seu objetivo ao utilizar um ambiente de aprendizagem na área de Medicina?²²

- () Exploração
- () Comprovação de hipótese (Comprovar conceitos que acredita saber)
- () Aprender algo novo
- () Outro: _____

8. Quanto ao seu estilo de aprendizagem (responda somente uma alternativa em cada questão)²³:

1) Eu entendo melhor um conteúdo depois de:

- () tentar colocá-lo em prática
- () pensar sobre ele

2) Eu me considero uma pessoa:

²² A questão 7 deste questionário visa selecionar o objetivo do usuário ao utilizar o sistema. Esta informação é necessária para compor o modelo de inferência de estados afetivos, proposto por Conati (2002), com base no modelo OCC (Ortony, 1998) e estendido neste trabalho (seção 3.1 Modelagem do Agente Social e Figura 3.9).

²³ Os 22 itens que compõem a questão 8 se referem à inferência dos estilos de aprendizagem. Este questionário foi traduzido do original de língua inglesa proposto por Solomon e Felder (Disponível na Internet em: <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>) e detalhado na seção 2.5.1 Estilos de Aprendizagem.

- realista
 - inventiva
- 3) Quando aprendo algo novo, o que mais me ajuda é:
- falar sobre o que aprendi
 - pensar sobre o que aprendi
- 4) Se eu fosse um professor, preferiria ensinar em um curso que:
- tratasse de fatos e situações reais da vida
 - tratasse com idéias e teorias
- 5) Num grupo de estudo, em que se esteja trabalhando sobre conteúdos difíceis, é provável que:
- rapidamente eu contribua com idéias
 - fique apenas escutando
- 6) Eu acho mais fácil:
- aprender com os fatos
 - aprender com conceitos
- 7) Durante os treinamentos:
- geralmente procuro conhecer todos os demais colegas
 - raramente procuro conhecer todos colegas
- 8) Ao ler livros que não sejam de ficção prefiro:
- que me ensinam fatos novos ou ensine como fazer algo
 - que me estimulam a pensar novas idéias
- 9) Quando começo a fazer uma tarefa:
- começo imediatamente a trabalhar na solução
 - tento primeiro entender o problema
- 10) Prefiro:
- ter certeza sobre algo
 - teorizar sobre algo
- 11) Prefiro estudar:
- em grupo
 - sozinho
- 12) É provável que eu possa ser considerado como:
- uma pessoa cautelosa com os detalhes de meu trabalho
 - uma pessoa inovadora na maneira de fazer o meu trabalho
- 13) Primeiramente, considero:
- tentativa e erro
 - pensar sobre o que eu vou fazer
- 14) Ao ler por prazer, gosto de escritores que:
- expressam com clareza o que querem dizer
 - expressam-se de uma maneira criativa e interessante
- 15) Eu lembro com mais facilidade de:
- algo que fiz
 - algo que tenha pensado muito
- 16) Quando tenho que fazer uma tarefa, prefiro:

- saber previamente como fazê-la
 - inventar novas maneiras de fazê-la
- 17) Quando tenho que trabalhar em grupo sobre um projeto, eu primeiramente:
- faço uma "tempestade de idéias" (*brainstorming*), onde todos contribuem com idéias
 - uma "tempestade de idéias", individualmente, e então reúno o grupo para comparar as idéias
- 18) Eu considero um ótimo elogio chamar alguém de:
- sensível
 - imaginativo
- 19) Eu posso ser considerado:
- uma pessoa de fácil convivência
 - uma pessoa reservada
- 20) Eu prefiro cursos que enfatizem:
- conteúdos concretos (fatos, informações)
 - conteúdos abstratos (conceitos, teorias)
- 21) Ter que fazer a minha tarefa com um colega ou com o grupo todo:
- atrai-me
 - não me atrai
- 22) Ao fazer cálculos difíceis procuro:
- repetir todos os passos, checando meu trabalho com cuidado
 - penso que checar meu trabalho é cansativo e me forço a fazê-lo

ANEXO B VERSÃO PRELIMINAR DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 2 (TRAÇOS DE PERSONALIDADE DOMINANTES)

**Oficina: Ambiente de Aprendizagem Inteligente de Apoio ao
Desenvolvimento do Raciocínio Diagnóstico – AMPLIA**
Instrumento de coleta de dados 2: Traços de Personalidade Dominantes

Prezado(a) usuário(a),

O questionário a seguir busca apontar como você se descreve. Use esta lista de traços humanos comuns para descrevê-lo o mais fidedignamente possível. Descreva-se como você se vê no momento, e não como você quer se ver no futuro. Descreva-se como você é em geral ou tipicamente, comparado com outras pessoas que você conhece do mesmo sexo e idade.

Antes de cada traço (característica) escreva um número indicando o quanto ele descreve você usando a seguinte escala:

Inexato

- 1 – Extremamente
- 2 – Muito
- 3 – Completamente
- 4 – Levemente

Neutro

- 5 – Não

Exato

- 6 – Levemente
- 7 – Completamente
- 8 – Muito
- 9 – Extremamente

Sua contribuição é valiosa para nós.
Agradecemos sua colaboração.

Equipe AMPLIA.

Ativo	Extrovertido	Negligente	Confiável
Sociável	Temível	Nervoso	Não-Aventureiro
Ansioso	Impertinente/Zangado	Organizado	Não-caridoso
Artístico	Generoso	Filosófico	Não-cooperativo
Afirmativo	Casual	Agradável	Não-Criativo
Acanhado	Áspero	Prático	Não-Exigente
Arrojado	Útil	Alerta	Inseguro
Brilhante	Enrolado	Quieto	Não-emocional
Cuidadoso	Criativo	Relaxado	Solidário
Descuidado	Sem visão	Reservado	Desestimulado
Frio	Imperturbável	Rude	Sem imaginação
Complexo	Não-prático	Tem pena de si mesmo	Não curioso/Não investigador
Escrupuloso	Volúvel	Egoísta	Ignorante
Prudente	Ineficiente	Superficial	Estúpido
Cooperativo	Inibido	Retraído	Grosseiro
Criativo	Inovativo	Simples	Impulsivo
Audaz	Incerto/Arriscado	Trapaceiro	Livre/Desenfreado
Profundo	Intelectual	Constante	Ingênuo
Exigente	Introspectivo	Simpático	Antipático
Desorganizado	Introvertido	Metódico	Não-sistemático
Desconfiado	Irritável	Falante	Reservado
Eficiente	Ciumento	Temperamental	Verbal
Romântico	Gentil	Determinado	Vigoroso
Enérgico	Melancólico	Tímido	Caloroso
Invejoso	Puro	Sentimental	Ajustado

ANEXO C VERSÃO DEFINITIVA DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 2 (TRAÇOS DE PERSONALIDADE DOMINANTES)

Oficina: Ambiente de Aprendizagem Inteligente de Apoio ao Desenvolvimento do Raciocínio Diagnóstico – AMPLIA

Instrumento de coleta de dados 2: Traços de Personalidade Dominantes

Prezado(a) usuário(a),

O questionário a seguir busca apontar como você se descreve. Use esta lista de traços humanos comuns para descrevê-lo o mais fidedignamente possível. Descreva-se como você se vê no momento, e não como você quer se ver no futuro. Descreva-se como você é em geral ou tipicamente, comparado com outras pessoas que você conhece do mesmo sexo e idade.

Antes de cada traço (característica) escreva um número indicando o quanto ele descreve você usando a seguinte escala:

Inexato

- 1 – Extremamente
- 2 – Muito
- 3 – Completamente
- 4 – Levemente

Neutro

5 – Não

Exato

- 6 – Levemente
- 7 – Completamente
- 8 – Muito
- 9 – Extremamente

Sua contribuição é valiosa para nós.
Agradecemos sua colaboração.

Equipe AMPLIA.

Eu me vejo como uma pessoa:

Aborrecida	Engraçada
Acanhada	Envergonhada
Afável	Esforçada
Afirmativa	Estudiosa
Agradável	Extrovertida
Amável	Feliz
Amigável	Filosófica
Ansiosa	Fria
Antipática	Generosa
Apaixonada	Gentil
Artística	Honesta
Assídua	Honrada
Audaciosa	Imaginativa
Aventureira	Impulsiva
Bondosa	Infeliz
Calada	Inibida
Compenetrada	Insegura
Compreensível	Intelectual
Comunicativa	Introvertida
Corajosa	Meticulosa
Criativa	Metódica
Cuidadosa	Organizada
Curiosa	Pessimista
Dedicada	Quieta
Delicada	Responsável
Deprimida	Romântica
Desembaraçada	Sentimental
Desorganizada	Simpática
Dócil	Sociável
Eficiente	Solitária
Egoísta	Tímida
Enérgica	Triste

Esta tabela agrupa 64 questões adaptadas do modelo de Goldberg (1992) ao português brasileiro por Hutz (1998). A relação entre os adjetivos e os fatores que descrevem os traços de personalidade é apresentada na Tabela C.1.

Tabela C.1: Relação dos adjetivos com cada um dos Cinco Grande Fatores ("Big-Five")

	<i>Fator 1 Extroversão</i>	<i>Fator 2 Socialização</i>	<i>Fator 3 Escrupulosidade</i>	<i>Fator 4 Neuroticismo</i>	<i>Fator 5 Abertura</i>
<i>Adjetivos</i>	Acanhada Extrovertida Comunicativa Desembaraçada Introvertida Envergonhada Tímida Quieta Inibida Calada	Afável Dócil Sociável Agradável Generosa Romântica Gentil Amável Compreensível Amigável Fria Bondosa Apaixonada Simpática Sentimental Delicada	Honrada Responsável Dedicada Esforçada Estudiosa Honestas Desorganizada Eficiente Cuidadosa Metódica Organizada Meticulosa Assídua Compenetrada	Pessimista Feliz Aborrecida Afirmativa Egoísta Infeliz Deprimida Insegura Antipática Solitária Ansiosa Triste	Curiosa Engraçada Criativa Filosófica Corajosa Enérgica Aventureira Audaciosa Imaginativa Intelectual Artística Impulsiva

ANEXO D INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 3 (AVALIAÇÃO DOS GRUPOS FORMADOS PELO AGENTE SOCIAL DO AMPLIA)

Oficina: Ambiente de Aprendizagem Inteligente de Apoio ao Desenvolvimento do Raciocínio Diagnóstico – AMPLIA

Instrumento de coleta de dados 3: Avaliação dos Grupos do AMPLIA

Prezado(a) usuário(a),

Sugerimos que você responda o questionário a seguir, para que possamos avaliar o AMPLIA como um ambiente de aprendizagem na área da saúde.

Sua contribuição é valiosa para nós.

Agradecemos sua colaboração.

Equipe AMPLIA.

AVALIAÇÃO DO TRABALHO INDIVIDUAL E EM GRUPO

1. Quanto à forma de trabalho, você preferiu trabalhar:

- () Individual
- () Grupo formado espontaneamente
- () Grupo formado pelo professor (sistema)

2. Você trabalharia novamente com os colegas do grupo formado pelo professor (sugerido pelo sistema)?²⁴

- () sim
 - () não
 - () sim, com alguns colegas. Quais?
-
-

3. Em caso de resposta negativa à questão 2, aponte o motivo pelo qual

²⁴ A questão 2 indica se o aluno considerou válida a sugestão do Agente Social e, com base na teoria de Maturana (1995) apresentada na seção 2.6 *Colaboração e Formação de Grupos*, verifica a aceitação social de um aluno em relação ao grupo. Para Maturana (1995) a aceitação do outro é uma condição necessária para manter interação e, conseqüentemente, para o desenvolvimento social.

não trabalharia novamente com este grupo (pode ser marcada mais de uma opção):²⁵

- () As pessoas envolvidas neste grupo não possuem afinidade na forma de conduzir o trabalho
- () O grupo foi dominado pela opinião de um colega
- () O grupo foi dominado pela opinião de alguns colegas
- () Um(ns) membro(s) do grupo não contribuiu(ram) com o trabalho pois não tinha(m) conhecimento suficiente
- () Um(ns) membro(s) interagiu(m) pouco com o grupo e por isso não contribuiu(ram) com o trabalho
- () Alguns membros do grupo não contribuíram com o trabalho
- () O grupo interagiu de forma homogênea, porém nenhum membro tinha respostas para as dúvidas comuns
- () Alguns colegas não se mostraram receptivos para responder as questões/dúvidas comuns
- () _____) Outro:
-

4. Você considera que o grupo formado espontaneamente trabalhou melhor que o grupo formado pelo professor (sistema)?

- () Sim
- () Não
- () Parcialmente
- () Ambos trabalharam bem

5. Ao trabalhar em grupo, você:

- () Deixou-se levar pelo grupo na condução do seu aprendizado
- () Sentiu-se inibido para interagir com os colegas
- () Considerou que o grupo atrapalhou sua aprendizagem
- () Descobriu conceitos/questões que possivelmente não se daria conta se trabalhando sozinho

6. Você considera que apreende melhor um conteúdo/assunto quando:²⁶

- () Trabalha individualmente
- () Discute com um grupo de colegas

7. Ao utilizar o AMPLIA, você tende a:²⁷

- () Consultar a base teórica frequentemente

²⁵ A questão 3 foi elaborada a fim de auxiliar na identificação das melhores estratégias para formação do grupo.

²⁶ A questão 6 foi elaborada com base na teoria sócio-interacionista de Vygotsky (1984) e de Maturana (1995).

²⁷ A questão 7 foi elaborada para identificar o padrão de interação dos alunos presente no modelo do Agente Social (seção 3.1.9 Padrões de Interação), informação necessária para o modelo de inferência dos estados afetivos, proposto por Conati (2002), com base no modelo OCC (Ortony, 1998) e estendido neste trabalho (seção 3.1 Modelagem do Agente Social).

- Consultar a base teórica eventualmente
- Seguir a maioria das estratégias sugeridas
- Seguir algumas estratégias sugeridas
- Submeter freqüentemente a rede
- Submeter eventualmente a rede
- Discutir o caso clínico com um colega
- Pedir ajuda do grupo de trabalho
- Outros _____

8. Você considera que a possibilidade de trabalhar em grupo favorece o aprendizado?²⁸

- Definitivamente não
- Provavelmente não
- Não tenho certeza
- Provavelmente sim
- Definitivamente sim

9. A possibilidade do sistema recomendar/sugerir um grupo para o aluno trabalhar, facilita sua decisão referente a qual grupo ingressar?

- Definitivamente não
- Provavelmente não
- Não tenho certeza
- Provavelmente sim
- Definitivamente sim

²⁸ A questão 8 foi elaborada com base na teoria sócio-interacionista de Vygotsky (1984) e de Maturana (1995).

ANEXO E INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 4 (AVALIAÇÃO DO AMPLIA)

Oficina: Ambiente de Aprendizagem Inteligente de Apoio ao Desenvolvimento do Raciocínio Diagnóstico – AMPLIA

Instrumento de coleta de dados 4: Avaliação do AMPLIA

Prezado(a) usuário(a),

Sugerimos que você responda o questionário a seguir, para que possamos avaliar o AMPLIA como um ambiente de aprendizagem na área da saúde.

Sua contribuição é valiosa para nós.

Agradecemos sua colaboração.

Equipe AMPLIA.

AVALIAÇÃO DO AMPLIA

Quanto à metodologia:

1. O AMPLIA influencia a maneira de pensar em um diagnóstico?

() Definitivamente não; () Provavelmente não; () Não tenho certeza; () Provavelmente sim; () Definitivamente sim

2. O AMPLIA favorece o pensar em um diagnóstico a partir das evidências?²⁹

() Definitivamente não; () Provavelmente não; () Não tenho certeza; () Provavelmente sim; () Definitivamente sim

3. O AMPLIA fortalece pensar nas probabilidades de diferentes diagnósticos e na tomada de decisão por um deles?

() Definitivamente não; () Provavelmente não; () Não tenho certeza; () Provavelmente sim; () Definitivamente sim

4. Comentários adicionais:

²⁹ As questões 2 e 3 deste questionário de avaliação são baseadas na teoria pedagógica de Maturana (1995), que diz “*só é possível conhecer o que se faz*” (seção 2.6 *Colaboração e Formação de Grupos*) e na estratégia de formação de grupos de Peterson (1997), que propõe a aprendizagem baseada em problemas (seção 3.2 *Estratégias para formação dos grupos*).

Quanto à viabilidade de uso na educação médica, você aposta no potencial do AMPLIA para:

5. Interferir na relação pedagógica professor X aluno?³⁰

- Definitivamente não; Provavelmente não; Não tenho certeza; Provavelmente sim; Definitivamente sim

6. Favorecer o estudo autônomo do aluno?

- Definitivamente não; Provavelmente não; Não tenho certeza; Provavelmente sim; Definitivamente sim

7. Utilizar como um recurso adicional na educação médica?

- Definitivamente não; Provavelmente não; Não tenho certeza; Provavelmente sim; Definitivamente sim

8. Estimular a discussão virtual em comunidades médicas?

- Definitivamente não; Provavelmente não; Não tenho certeza; Provavelmente sim; Definitivamente sim

9. Comentários adicionais:

Quanto ao software propriamente dito:³¹

10. A interface do AMPLIA é de uso intuitivo?

- Definitivamente não
 Provavelmente não
 Não tenho certeza
 Provavelmente sim
 Definitivamente sim

11. Os recursos disponibilizados (informações de texto, imagens, links) são suficientes para o estudo de um caso clínico?

- Definitivamente não
 Provavelmente não
 Não tenho certeza
 Provavelmente sim
 Definitivamente sim

12. Comentários adicionais:

³⁰ As questões 5, 6 e 7 apontam para a viabilidade de utilização do AMPLIA para a aprendizagem individual e colaborativa na modalidade à distância.

³¹ Este grupo de questões (11 e 12) visa avaliar de forma bem geral e superficial (visto que não são foco deste trabalho) a usabilidade de interface e os recursos pedagógicos disponibilizados.

ANEXO F TERMO DE ACORDO DO ENTREVISTADO

TERMO DE ACORDO DO ENTREVISTADO

Projeto AMPLIA: Avaliação da Formação de Grupos de Trabalho
Projeto de Doutorado de Elisa Boff – Instituto de Informática/UFRGS

Termo de acordo dos entrevistados

Eu,.....
. declaro que concordo em participar voluntariamente do projeto
"Formação de Grupos de Trabalho no AMPLIA" e autorizo a utilização
das atividades realizadas para estudo, análise e divulgação dos
resultados, preservando a minha identidade.

Porto Alegre, dede 2007.

ANEXO G QUESTIONÁRIO PARA INFERÊNCIA DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM

O questionário abaixo é uma versão traduzida do original (Soloman & Felder, 2008), disponível na Internet em <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>.

Questões	Estilo que se refere
1) Eu entendo melhor um conteúdo depois de:	
▪ tentar colocá-lo em prática	(ativo)
▪ pensar sobre ele	(reflexivo)
2) Eu me considero uma pessoa:	
▪ realista	(sensitivo)
▪ inventiva	(intuitivo)
3) Quando penso sobre o que fiz ontem, penso com:	
▪ imagens	(visual)
▪ palavras	(verbal)
4) A minha tendência é de:	
▪ entender os detalhes de um conteúdo, mas a estrutura geral não fica clara para mim	(seqüencial)
▪ entender a estrutura geral de um conteúdo, mas os detalhes não ficam claros para mim	(global)
5) Quando aprendo algo novo, o que mais me ajuda é:	
▪ falar sobre o que aprendi	(ativo)
▪ pensar sobre o que aprendi	(reflexivo)
6) Se eu fosse um professor, preferiria ensinar em um curso que:	
▪ tratasse de fatos e situações reais da vida	(sensitivo)
▪ tratasse com idéias e teorias	(intuitivo)
7) Eu prefiro obter novas informações através de:	
▪ gráficos, diagramas, imagens, ou mapas	(visual)
▪ instruções escritas, informação verbal	(verbal)
8) Uma vez entendido:	

<ul style="list-style-type: none"> ▪ todas as partes de um conteúdo, entendendo o todo ▪ o todo de um conteúdo, vejo se as partes se encaixam 	(seqüencial) (global)
9) Num grupo de estudo, em que se esteja trabalhando sobre conteúdos difíceis, é provável que:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ rapidamente eu contribua com idéias ▪ fique apenas escutando 	(ativo) (reflexivo)
10) Eu acho mais fácil:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ aprender com os fatos ▪ aprender com conceitos 	(sensitivo) (intuitivo)
11) Quando vejo um livro com várias imagens e gráficos:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ dou uma olhada cuidadosa nas imagens e gráficos ▪ focalizo mais no texto escrito 	(visual) (verbal)
12) Ao resolver problemas matemáticos:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ geralmente trabalho melhor sobre soluções sistemáticas ▪ geralmente vejo a solução, e me esforço para construir os procedimentos a serem tomados 	(seqüencial) (global)
13) Durante as aulas:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ geralmente procuro conhecer todos os demais colegas ▪ raramente procuro conhecer todos colegas 	(ativo) (reflexivo)
14) Ao ler livros que não sejam de ficção prefiro:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ que me ensinam fatos novos ou ensine como fazer algo ▪ que me estimulam a pensar novas idéias 	(sensitivo) (intuitivo)
15) Prefiro professores que:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ utilizem vários diagramas no quadro ▪ apresentem só aulas expositivas 	(visual) (verbal)
16) Quando eu estou analisando uma história ou um romance:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ eu penso a respeito dos incidentes e tento relacioná-los para chegar à idéia central do texto ▪ eu só fico sabendo qual é a idéia central do texto quando eu termino a leitura; então, eu tenho de voltar e encontrar os incidentes que dão suporte a ela 	(seqüencial) (global)
17) Quando começo a fazer uma tarefa:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ começo imediatamente a trabalhar na solução ▪ tento primeiro entender o problema 	(ativo) (reflexivo)
18) Prefiro:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ter certeza sobre algo ▪ teorizar sobre algo 	(sensitivo) (intuitivo)
19) Lembro melhor:	

▪ do que eu vejo	(visual)
▪ do que eu escuto	(verbal)
20) É mais importante para mim que o instrutor	
▪ coloque o material em seqüência clara	(seqüencial)
▪ dê a estrutura geral e a relacione com outros assuntos	(global)
21) Prefiro estudar:	
▪ em grupo	(ativo)
▪ sozinho	(reflexivo)
22) É provável que eu possa ser considerado como:	
▪ uma pessoa cautelosa com os detalhes de meu trabalho	(sensitivo)
▪ uma pessoa inovadora na maneira de fazer o meu trabalho	(intuitivo)
23) Quando obtenho informações sobre como chegar em um lugar prefiro:	
▪ um mapa	(visual)
▪ instruções por escrito	(verbal)
24) Eu aprendo:	
▪ seguindo um ritmo sistemático e, se me esforçar mais, consigo	(seqüencial)
▪ por meio de tentativa e erro, ficando confuso até as coisas fazerem sentido	(global)
25) Primeiramente, considero:	
▪ tentativa e erro	(ativo)
▪ pensar sobre o que eu vou fazer	(reflexivo)
26) Ao ler por prazer, gosto de escritores que:	
▪ expressam com clareza o que querem dizer	(sensitivo)
▪ expressam-se de uma maneira criativa e interessante	(intuitivo)
27) Quando vejo diagramas ou esquemas nos treinamentos, me lembro mais:	
▪ das imagens	(visual)
▪ do que o instrutor comentou sobre eles	(verbal)
28) Quando me deparo com muita informação:	
▪ focalizo nos detalhes e perco o todo	(seqüencial)
▪ procuro entender o todo antes de obter os detalhes	(global)
29) Eu lembro com mais facilidade de:	
▪ algo que fiz	(ativo)
▪ algo que tenha pensado muito	(reflexivo)
30) Quando tenho que fazer uma tarefa, prefiro:	
▪ saber previamente como fazê-la	(sensitivo)
▪ inventar novas maneiras de fazê-la	(intuitivo)

- 31) Quando alguém me mostra informações eu prefiro:
- tabelas e gráficos (visual)
 - um texto resumizando os resultados (verbal)
- 32) Quando redijo um texto eu:
- trabalho sobre (penso ou escrevo) o começo do texto e vou em frente (seqüencial)
 - trabalho sobre (penso ou escrevo) partes diferentes do texto e depois os coloco em ordem (global)
- 33) Quando tenho que trabalhar em grupo sobre um projeto, eu primeiramente:
- faço uma 'tempestade de idéias', onde todos contribuem com idéias (ativo)
 - uma 'tempestade de idéias', individualmente, e então reúno o grupo para comparar as idéias (reflexivo)
- 34) Eu considero um ótimo elogio chamar alguém de:
- sensível (sensitivo)
 - imaginativo (intuitivo)
- 35) Quando encontro as pessoas numa festa, é provável que eu me lembre:
- a aparência (visual)
 - o que elas disseram sobre si mesmas (verbal)
- 36) Quando estou aprendendo algo novo, eu prefiro:
- focalizar-me naquele assunto e aprender o máximo que puder (seqüencial)
 - tentar fazer conexões entre aquele assunto e outros assuntos relacionados (global)
- 37) Eu posso ser considerado:
- uma pessoa de fácil convivência (ativo)
 - uma pessoa reservada (reflexivo)
- 38) Eu prefiro cursos que enfatizem:
- conteúdos concretos (fatos, informações) (sensitivo)
 - conteúdos abstratos (conceitos, teorias) (intuitivo)
- 39) Para lazer eu prefiro:
- assistir tv (visual)
 - ler um livro (verbal)
- 40) Alguns professores iniciam suas aulas dando em linhas gerais o que eles vão tratar. Tais linhas gerais:
- de alguma forma me auxiliam (seqüencial)
 - são muito válidas (global)
- 41) Ter que fazer a minha tarefa com um colega ou com o grupo todo:

▪ atraí-me	(ativo)
▪ não me atraí	(reflexivo)
42) Ao fazer cálculos difíceis procuro:	
▪ repetir todos os passos, checando meu trabalho com cuidado	(sensitivo)
▪ penso que checar meu trabalho é cansativo e me forço a fazê-lo	(intuitivo)
43) Eu tenho a tendência de imaginar os lugares onde estive:	(visual)
▪ com facilidade e precisão	(verbal)
▪ com dificuldade e sem muitos detalhes	
44) Quando resolvo problemas em grupo:	
▪ penso nos passos que devem ser dados para chegar à solução	(seqüencial)
▪ penso nas possíveis conseqüências e na aplicação das soluções numa gama mais ampla de situações	(global)

ANEXO H MODELO DO ALUNO

As tabelas apresentadas neste Anexo relacionam todas as características dos alunos que participaram dos experimentos. Estas características compõem o modelo do aluno e são utilizadas como evidências para execução da rede que seleciona o perfil do aluno através da consulta a este modelo de aluno. Os resultados da execução da rede que modela o conhecimento do Agente Social são apresentados nos experimentos do Capítulo 4.

Tabela H.1: Evidências sobre os Estilos de Aprendizagem

	<i>Ativo</i>	<i>Reflexivo</i>	<i>Sensitivo</i>	<i>Intuitivo</i>
<i>Experimento 1</i>				
<i>Aluno1</i>	0.09	0	0.27	0
<i>Aluno2</i>	0.27	0	0.99	0
<i>Aluno3</i>	0.27	0	0	0.27
<i>Experimento 3</i>				
<i>Aluno1</i>	0	0.09	0.27	0
<i>Aluno2</i>	0	0.09	0.45	0
<i>Aluno3</i>	0.09	0	0	0.09
<i>Aluno4</i>	0.63	0	0.45	0
<i>Experimento 4</i>				
<i>Aluno1</i>	0	0.09	0.45	0
<i>Aluno2</i>	0.63	0	0.81	0
<i>Aluno3</i>	0	0.27	0.27	0
<i>Aluno4</i>	0	0.09	0.45	0
<i>Aluno5</i>	0.63	0	0.81	0
<i>Aluno6</i>	0.09	0	0.09	0
<i>Aluno7</i>	0	0.27	0.81	0
<i>Aluno8</i>	0.27	0	0.09	0
<i>Aluno9</i>	0.27	0	0.45	0
<i>Aluno10</i>	0	0.09	0.63	0
<i>Aluno11</i>	0.63	0	0.63	0
<i>Aluno12</i>	0.09	0	0.63	0

<i>Aluno13</i>	0.09	0	0.45	0
<i>Aluno14</i>	0.09	0	0.45	0
<i>Aluno15</i>	0.27	0	0.63	0
<i>Aluno16</i>	0.63	0	0.81	0
<i>Aluno17</i>	0.27	0	0.99	0

Na Tabela H.1 as probabilidades foram definidas como segue. Os resultados 1 e 3, segundo (Felder, 2008), indicam uma preferência *fraca* ao estilo de aprendizagem. Estes índices foram convertidos para uma probabilidade de 0.09 para 1 e 0.27 para 3. Os resultados 5 e 7, segundo (Felder, 2008), indicam uma preferência *moderada* ao estilo de aprendizagem. Estes índices foram convertidos para uma probabilidade de 0.45 para 5 e 0.63 para 7. Os resultados 9 e 11, segundo (Felder, 2008), indicam uma *forte* preferência ao estilo de aprendizagem. Estes índices foram convertidos para uma probabilidade de 0.81 para 9 e 0.99 para 11.

A Tabela H.2 agrupa as características dos alunos relacionadas aos traços de personalidade. Estes resultados foram obtidos nos experimentos, descritos no Capítulo 4, e foram utilizados como evidências acerca do traço de personalidade dominante para cada aluno. A partir desta amostra, observou a predominância de alunos no Fator 2 (Socialização). Esta conclusão refere-se apenas a amostra selecionada, alunos iniciantes (de 1ª a 3ª série) do curso de Medicina, faixa-etária de 17 a 25 anos e de ambos os sexos (13 mulheres e 11 homens).

Tabela H.2: Evidências sobre os Traços de Personalidade

	<i>Fator 1</i> <i>Extroversão</i>	<i>Fator 2</i> <i>Socialização</i>	<i>Fator 3</i> <i>Escrupulosidade</i>	<i>Fator 4</i> <i>Neuroticismo</i>	<i>Fator 5</i> <i>Abertura</i>
<i>Experimento 1</i>					
<i>Aluno1</i>	0,4000	0,9028	0,6984	0,4907	0,6296
<i>Aluno2</i>	0,4556	0,7917	0,7143	0,5463	0,4537
<i>Aluno3</i>	0,6333	0,7014	0,6667	0,5741	0,5370
<i>Experimento 3</i>					
<i>Aluno1</i>	0,7000	0,5903	0,6508	0,7963	0,7037
<i>Aluno2</i>	0,5444	0,7292	0,6587	0,5833	0,6481
<i>Aluno3</i>	0,3444	0,5694	0,5873	0,2778	0,6481
<i>Aluno4</i>	0,4778	0,7639	0,7619	0,4167	0,6667
<i>Experimento 4</i>					
<i>Aluno1</i>	0,5778	0,8264	0,7619	0,3333	0,7500
<i>Aluno2</i>	0,5111	0,7917	0,7302	0,3981	0,6204
<i>Aluno3</i>	-0,3333*	0,7639	0,7778	0,6574	0,5926
<i>Aluno4</i>	0,4222	0,6806	0,6508	0,5833	0,5926
<i>Aluno5</i>	0,6111	0,8194	0,7619	0,4815	0,6481
<i>Aluno6</i>	-0,1444*	0,6736	0,7540	0,5741	0,6389
<i>Aluno7</i>	0,6222	0,7431	0,6667	0,5185	0,5463
<i>Aluno8</i>	0,1556	0,1944	0,2222	0,0926	0,2315
<i>Aluno9</i>	0,5667	0,7153	0,6190	0,4444	0,6296

<i>Aluno10</i>	0,5556	0,6319	0,6746	0,5370	0,5463
<i>Aluno11</i>	0,5000	0,7569	0,7302	0,3796	0,6019
<i>Aluno12</i>	-0,2889*	0,4861	0,4206	0,4444	0,5370
<i>Aluno13</i>	0,6556	0,7292	0,7222	0,5741	0,6667
<i>Aluno14</i>	-0,0667*	0,7153	0,6587	0,3333	0,6389
<i>Aluno15</i>	0,5444	0,7361	0,5794	0,6019	0,5370
<i>Aluno16</i>	0,3333	0,8889	0,7222	0,3333	0,6111
<i>Aluno17</i>	-0,2111*	0,7431	0,6667	0,3796	0,6667

Ainda sobre a Tabela H.2 pode-se observar que os alunos 3, 6, 12, 14 e 17 do Experimento 4 possuem característica negativa no fator correspondente a extroversão. Este dado indica que estes alunos possuem característica de *Introversão*. Os valores negativos mais próximos a zero indicam uma leve tendência à *introversão* (como é o caso dos alunos 6, 14 e 17). Os valores positivos próximos a zero indicam uma leve tendência à *extroversão*, enquanto os valores positivos próximos a 1 (*um*) indicam uma forte predominância do traço de *extroversão*.

Tabela H.3: Evidências sobre os Objetivos

	<i>Exploração</i>	<i>Comprovação de Hipótese</i>	<i>Aprender Algo Novo</i>
<i>Experimento 1</i>			
<i>Aluno1</i>	0	0	1
<i>Aluno2</i>	0	0	1
<i>Aluno3</i>	0	0	1
<i>Experimento 3</i>			
<i>Aluno1</i>	0	0	1
<i>Aluno2</i>	1	1	1
<i>Aluno3</i>	1	0	1
<i>Aluno4</i>	1	0	1
<i>Experimento 4</i>			
<i>Aluno1</i>	0	0	1
<i>Aluno2</i>	1	0	0
<i>Aluno3</i>	0	0	1
<i>Aluno4</i>	1	0	0
<i>Aluno5</i>	1	0	0
<i>Aluno6</i>	0	0	1
<i>Aluno7</i>	0	0	1
<i>Aluno8</i>	0	0	1
<i>Aluno9</i>	1	0	0
<i>Aluno10</i>	0	0	1
<i>Aluno11</i>	1	0	0
<i>Aluno12</i>	0.5	0	0.5
<i>Aluno13</i>	0	0	1

<i>Aluno14</i>	0	0	0
<i>Aluno15</i>	0.5	0	0.5
<i>Aluno16</i>	0	0	0
<i>Aluno17</i>	0	1	0

A Tabela H.3 apresenta as evidências acerca dos objetivos dos alunos ao utilizarem um ambiente de aprendizagem para medicina. Observou-se através dos questionários aplicados nos experimentos, que 57% dos alunos indicaram que seu principal objetivo durante a utilização de um ambiente de aprendizagem para sua área do conhecimento era “aprender algo novo”. Já 36% dos alunos apontaram sua preferência pelo objetivo “exploração” do ambiente, enquanto apenas 7% declararam ter o objetivo de “comprovar uma hipótese diagnóstica”. Certamente estes percentuais refletem o desconhecimento dos alunos em relação ao ambiente e a sua proposta. Alunos mais experientes costumam utilizar o ambiente mais freqüentemente para testarem suas hipóteses diagnósticas.

ANEXO I PRODUÇÃO CIENTÍFICA

A seguir é apresentada a relação das publicações produzidas durante o período do desenvolvimento deste trabalho.

Artigos completos publicados em periódicos

REATEGUI, Eliseo Berni ; BOFF, Elisa. ; CAMPBELL, John A . Personalization in an Interactive Learning Environment throught a Virtual Character. *Computers & Education*, v. 49, p. 1, 2007.

RIBEIRO, João Pedro Accorsi; REATEGUI, Eliseo Berni; BOFF, Elisa. Integrando um Agente Pedagógico para Recomendação de Tutores a um Sistema de Gerência de Cursos. *RENOTE*. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 5, p. 7d, 2007.

REATEGUI, Eliseo Berni; BOFF, Elisa; CERON, Rafael Fernando; VICARI, Rosa Maria. Kurrupako: Um Agente Animado Sócio-Afetivo para Ambientes de Aprendizagem. *RENOTE*. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 4, p. a27_21184, 2006.

REATEGUI, Eliseo Berni ; BOFF, Elisa. ; CERON, Rafael Fernando ; VICARI, Rosa Maria . Um Agente Animado para Ambientes de Aprendizagem Colaborativos. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 14, p. 27-38, 2006.

BOFF, Elisa. ; GOMES, Eduardo Rodrigues ; VICARI, Rosa Maria . Using Social Agents to Improve the Intelligent Learning Enviroments' Dynamics. *Revista Tecnologia da Informação*, v. 4, p. 77-84, 2004.

Capítulos de livros publicados

BOFF E., FLORES C., RESPÍCIO A. and VICARI R. Promoting collaboration in a computer-supported medical learning environment. In: Zaraté, P., Belaud, J.P., Camilleri, Gand Ravat, F. *Collaborative Decision Making: Perspectives and Challenges*. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Vol. 176, June 2008, IOS Press, Amesterdam, Netherlands. ISBN: 978-1-58603-881-6

BOFF, Elisa. ; FLORES, Cecília Dias. Social and Affective Agents to motivate Collaboration on Agent-based Intelligent Tutoring Systems. In: Rosa Maria Vicari; Patrícia Jaques; Regina Verdin. (Org.). *Agent-Based Tutoring Systems by Cognitive and Affective Modeling*. IDEA Group, 2008, v. , p. 202-227.

BOFF, Elisa. ; VICARI, Rosa Maria . A Collaborative Editor to Medical Learning Environments. In: Ned F. Kock. (Org.). *Encyclopedia of E-Collaboration*. Hershey,

USA: Idea Group, 2007, v. 1, p. 74-80.

Trabalhos completos publicados em anais de congressos

BOFF, Elisa; FLORES, Cecília Dias; RESPÍCIO, Ana; VICARI, Rosa Maria. Promoting collaboration in a computer-supported medical learning environment. In: *IFIP International Conference on Collaborative Decision Making (CDM 2008)*. Toulouse, France.

BOFF, Elisa; VICARI, Rosa Maria; FAGUNDES, Moser S. Using a Probabilistic Agent to support Learning in Small Groups. In: *22nd European Conference on Modeling and Simulation (ECMS 2008)*. Nicosia, Cyprus.

REATEGUI, Eliseo Berni ; BOFF, Elisa. ; CAMPBELL, John A . Using Virtual Characters to Personalized Recommendation. In: *38th ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 2007, Covington, Kentucky, USA : ACM Press, 2007. v. 39. p. 180-184.

BOFF, Elisa. ; FLORES, Cecília Dias ; SILVA, Michele ; VICARI, Rosa Maria . A Collaborative Bayesian Net Editor to Medical Learning Environments. In: *The IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Applications, AIA 2007*, Innsbruck, Austria. p. 549-129.

BOFF, Elisa. ; SANTOS, Elder Rizzon ; FAGUNDES, Moser S. ; VICARI, Rosa Maria . Interoperable Bayesian Agents for Collaborative Learning Environments. In: *XII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial (CAEPIA)*, 2007, Salamanca. Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI 4788). Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2007. p. 31-39.

BOFF, Elisa. ; VICARI, Rosa Maria ; FLORES, Cecília Dias ; REATEGUI, Eliseo Berni . A Probabilistic Agent to support Collaboration in a Medical Learning Environment. In: *13th Portuguese Conference on Artificial Intelligence (EPIA)*, 2007, Guimarães. 4th Workshop on Multi-Agent Systems: Theory and Applications, 2007.

FLORES, Cecília Dias ; SEIXAS, L. J. ; BOFF, Elisa. ; VICARI, Rosa Maria ; PANDIKOW, Helena M Arenson . Preliminary Results of a Learning Environment Using Pedagogic Negotiation. In: *IADIS International Conference on Intelligent Systems and Agents (ISA)*, 2007, Lisbon. IADIS International Conference on Intelligent Systems and Agents, 2007.

SANTOS, Elder Rizzon ; VICARI, Rosa Maria . Semantic Web Technologies Applied to Interoperability on an Educational Portal. In: *8th Conference on Intelligent Tutoring Systems*, 2006, Jhongli, Taiwan. Lecture Notes in Computer Science, 2006.

BOFF, Elisa. ; SANTOS, Elder Rizzon ; VICARI, Rosa Maria . Social Agents to improve collaboration on an Educational Portal. In: *International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2006, Kerkrade. The 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2006.

BOFF, Elisa. ; REATEGUI, Eliseo Berni ; VICCARI, Rosa Maria . An affective agent-based virtual character for learning environments. In: *12th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED)*, 2005, Amsterdam. Workshop on Motivation and Affect in Educational Software, 2005.

BOFF, Elisa. ; REATEGUI, Eliseo Berni ; VICCARI, Rosa Maria . Modelling Social Agents as a Virtual Character for Recommendation of Students Tutors. In: *International Conference on Computer Animation and Social Agents (CASA)*. Hong Kong. 2005. p. 139-144.

REATEGUI, Eliseo Berni ; BOFF, Elisa. ; LORENZATTI, Alexandre. Proposta e Avaliação Preliminar de um Assistente Virtual para Recomendação de Conteúdos. In: *XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2005*, Juiz de Fora - MG. XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2005.

BOFF, Elisa. ; GOMES, Eduardo Rodrigues ; VICARI, Rosa Maria . Social, Affective and Pedagogical Agents for the Recommendation of Student Tutors. In: *7 International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS), 2004*, Maceió. *Workshop on Social and Emotional Intelligence in Learning Environments*, 2004.

Resumos publicados em anais de congressos

BOFF, Elisa. ; SANTOS, Elder Rizzon ; FAGUNDES, Moser S. ; VICARI, Rosa Maria. Interoperable Bayesian Agents for Collaborative Learning. In: *The 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2007*, Niigata, Japan. IEEE Computer Society Press, 2007.

REATEGUI, Eliseo Berni ; BOFF, Elisa. ; CAMPBELL, John A . Endowing a Virtual Character with Personalization Capabilities. In: *The 18th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)*. Washington D.C. IEEE Press, 2006. p. 220-224.

ANEXO J DIAGRAMA DE CLASSES DO EDITOR COLABORATIVO

Neste anexo são apresentados os diagramas de classes que detalham a arquitetura do editor colaborativo. A fim de facilitar a visualização, foram elaborados vários diagramas que explicam as relações entre as classes do editor gráfico de Redes Bayesianas, da tabela de probabilidade condicional e dos servidores de *chat* e editor. Os diagramas foram elaborados no software *Jude*³².

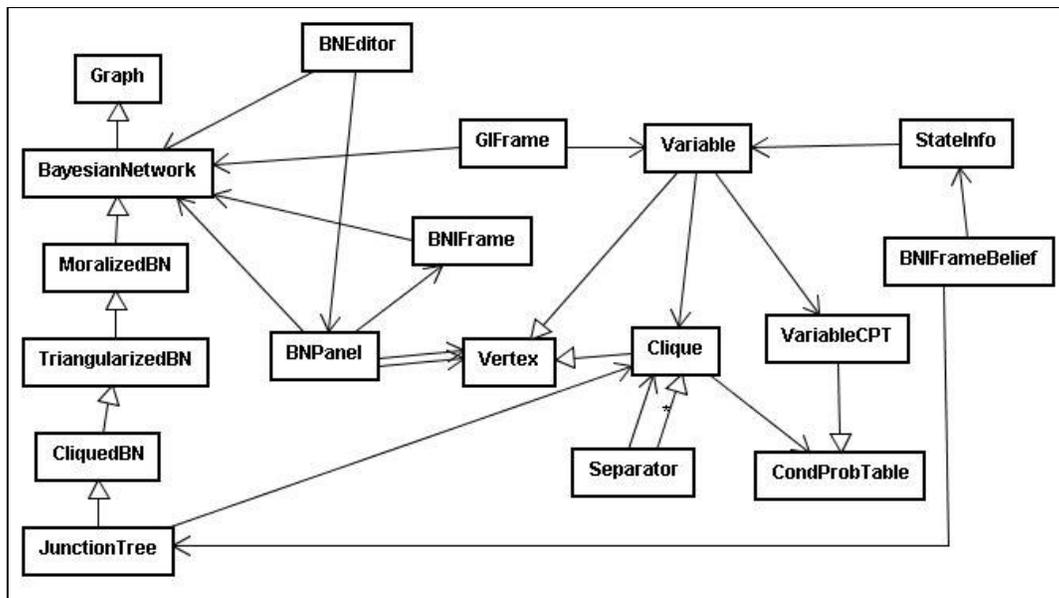


Figura J.1: Diagrama de Classes da API de Execução das Redes Bayesianas (sem os métodos)

A versão original do editor de Redes Bayesianas (versão *standalone*) desenvolvida por Flores (2005) é composta por uma API (*Application Programming Interface*) implementada em linguagem *Delphi*. Esta API possui a finalidade de fazer a verificação e execução das redes elaboradas no editor. Por isso, a API verifica a correção da topologia da rede, bem como procede a propagação das probabilidades nos nodos (vértices). Para o desenvolvimento do editor colaborativo apresentado neste trabalho (seção 3.4 *Editor colaborativo do AMPLIA*) esta API foi implementada em linguagem Java. A Figura J.1 apresenta a relação entre as classes implementadas desta API e as Figura J.2 e Figura J.3 detalham o diagrama de classes completo da API

³² <http://jude.change-vision.com/jude-web/product/community.html>

(versão com os métodos implementados). O sistema completo do editor colaborativo também inclui:

- Classes que implementam a área gráfica do editor (onde são desenhadas as redes), detalhadas no diagrama de classes da Figura J.5 (diagrama completo) e na Figura J.4 (diagrama resumido somente com a relação entre classes);
- Classes dos servidores de *chat* e editor que fazem a distribuição entre as aplicações clientes das mensagens e desenho das redes, respectivamente (Figura J.6);
- Classes que implementam as probabilidades condicionais atribuídas aos nodos, ou variáveis, da rede elaborada na área gráfica do editor (Figura J.7).

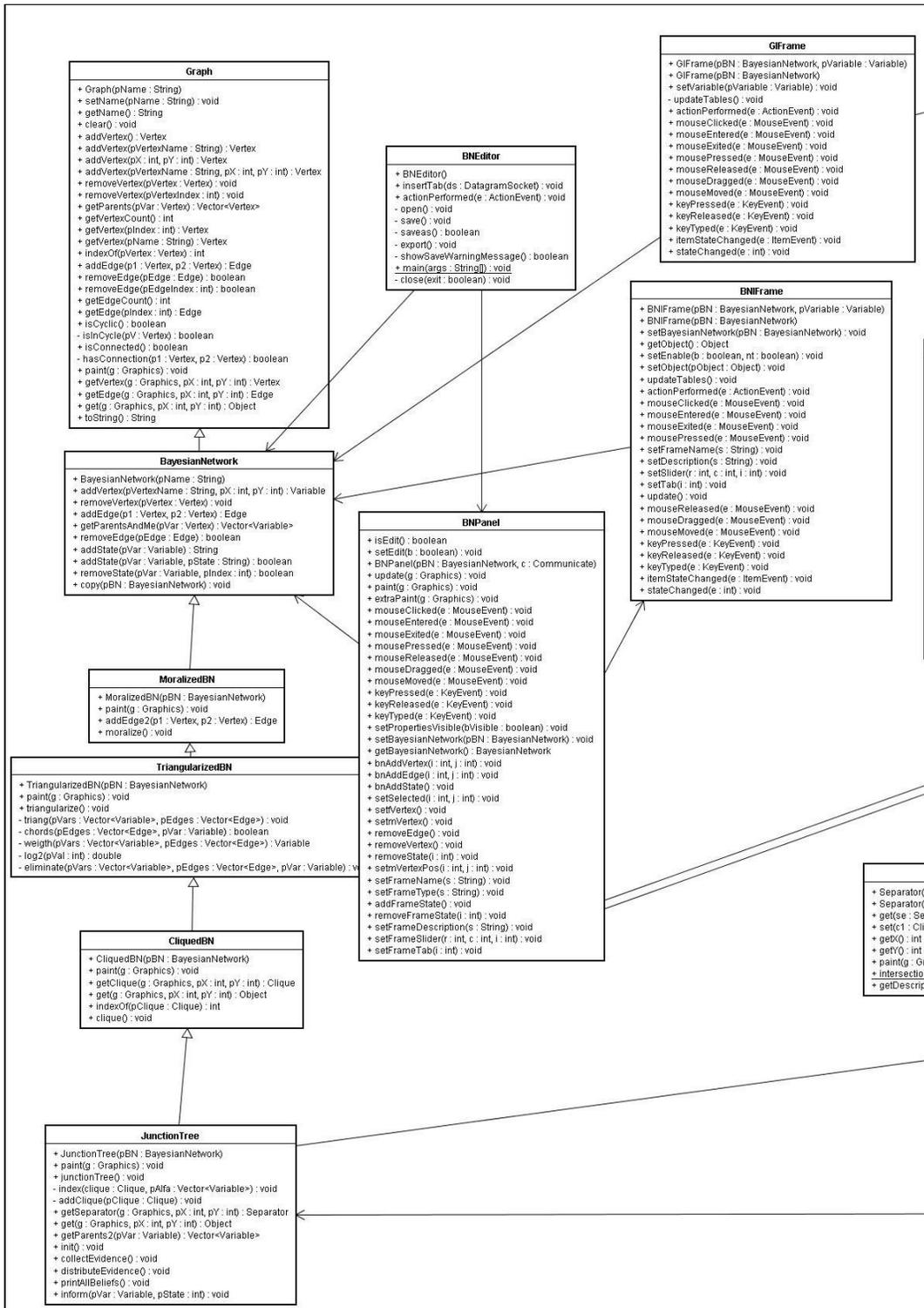


Figura J.2: Diagrama de Classes da API de Execução das Redes Bayesianas (Parte I)



Figura J.3: Diagrama de Classes da API de Execução das Redes Bayesianas (Parte II)

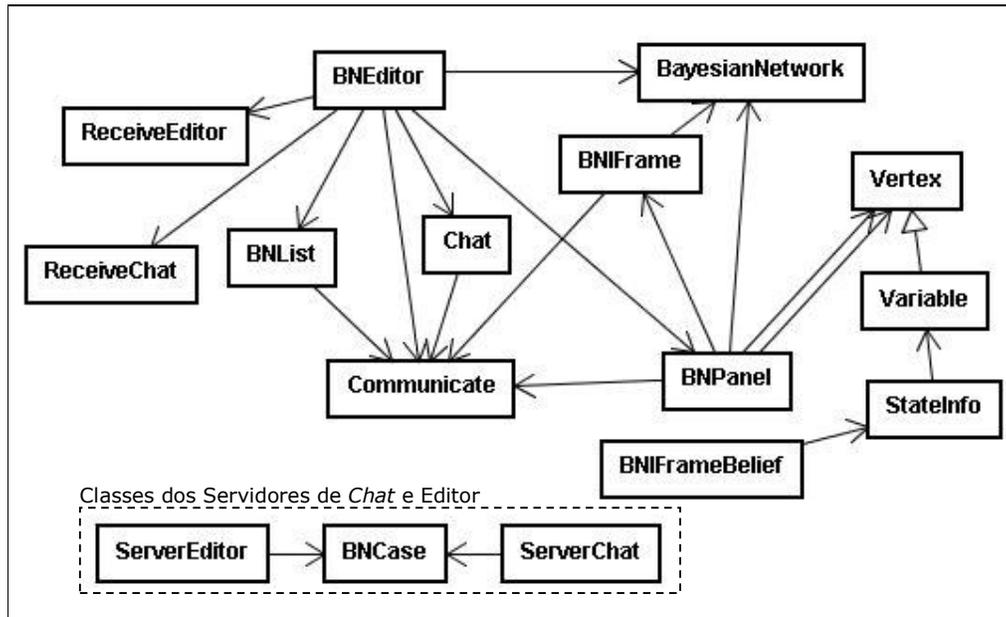


Figura J.4: Diagrama com as classes principais do editor, servidores do sistema (sem os métodos)

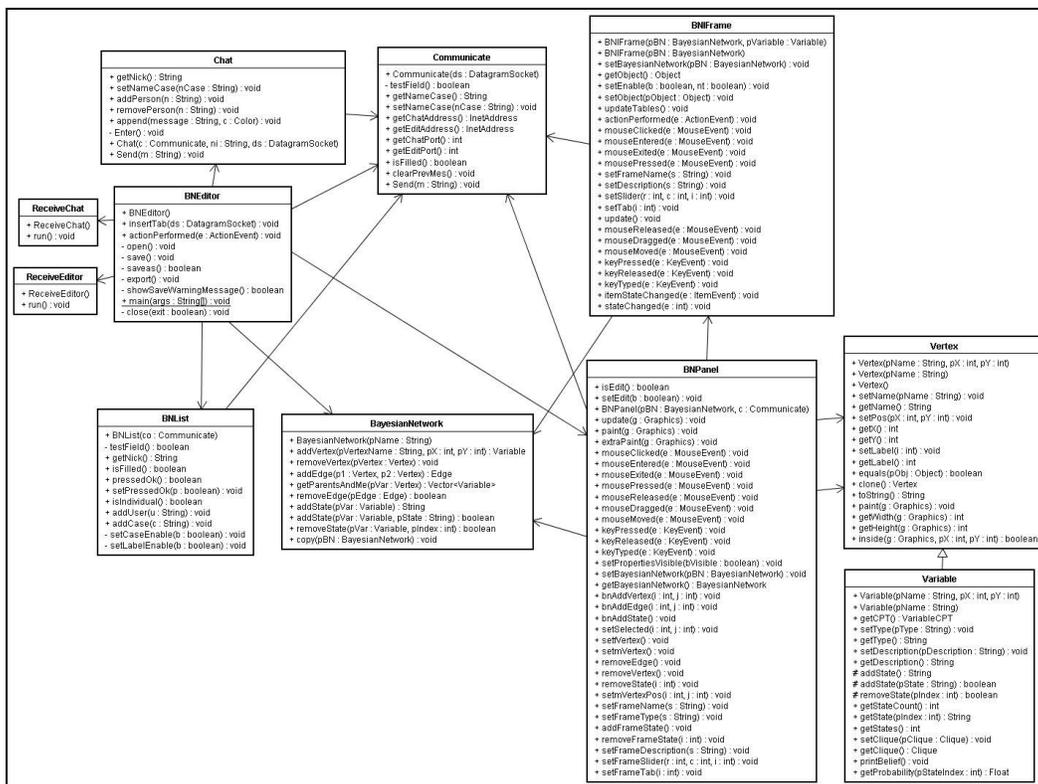


Figura J.5: Diagrama de Classes do Editor Colaborativo

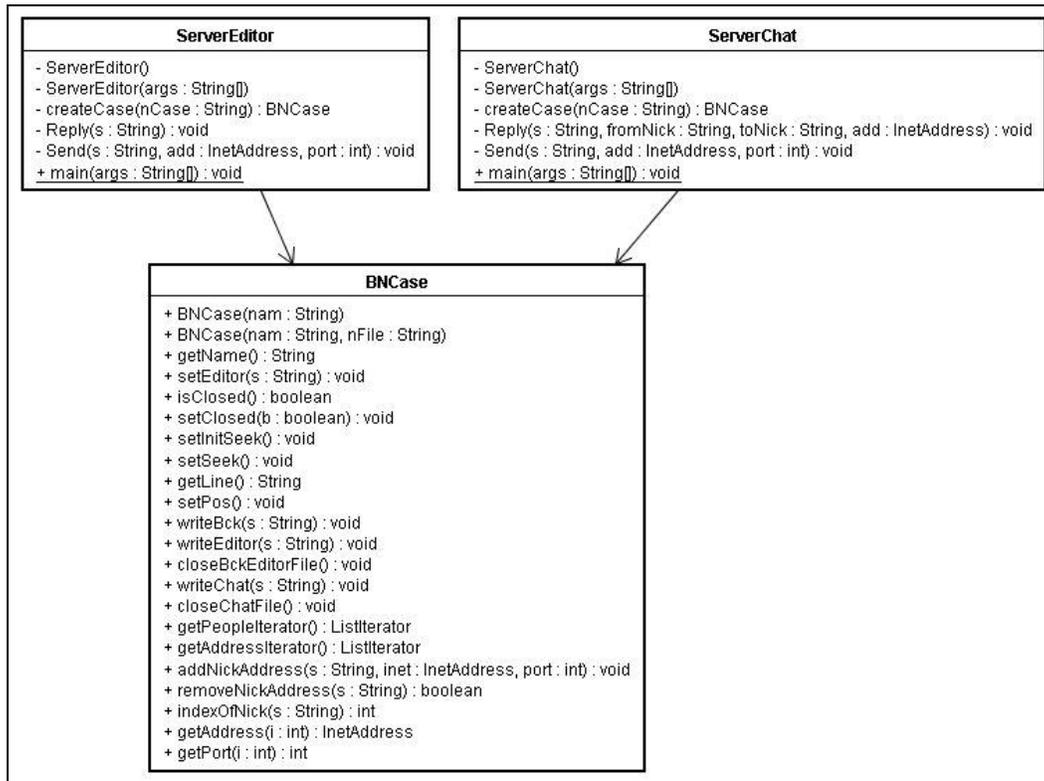


Figura J.6: Diagrama de Classes dos Servidores de *Chat* e Editor

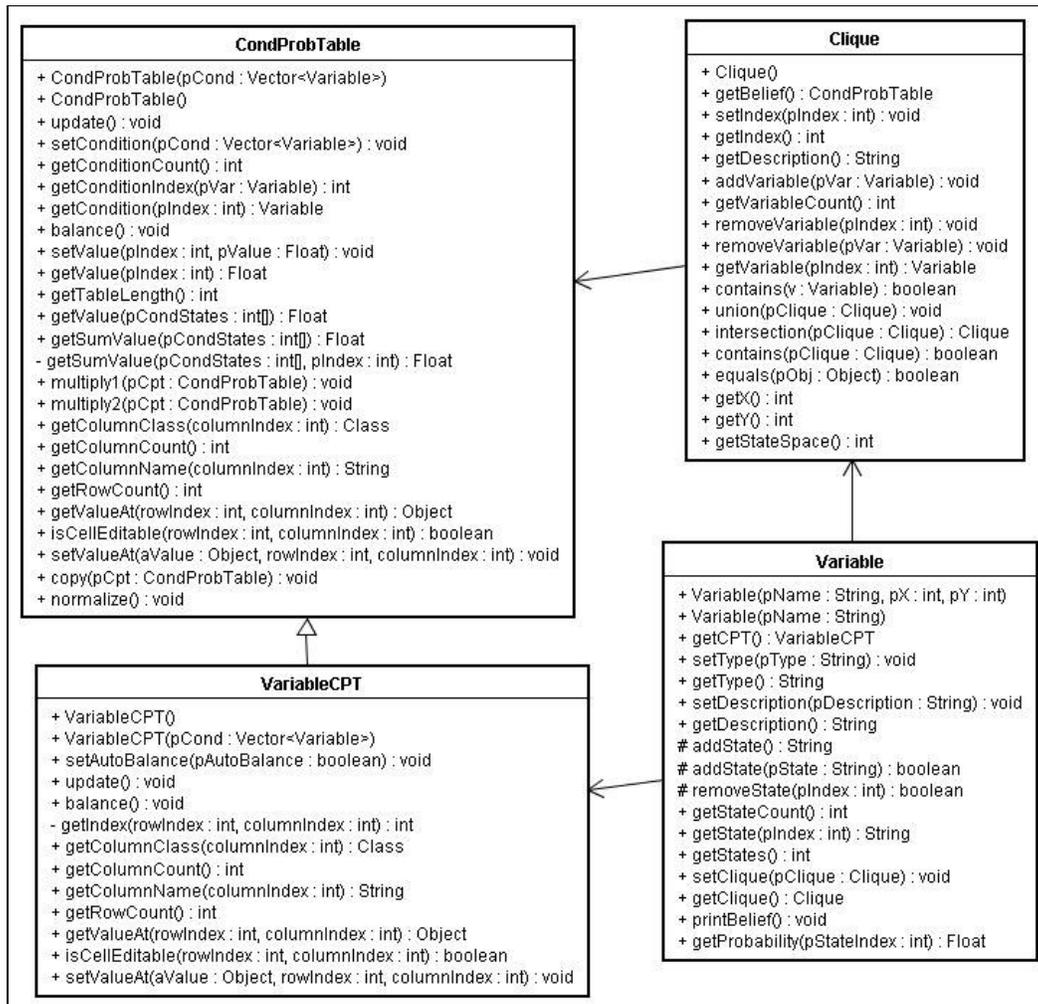


Figura J.7: Diagrama de Classes da Tabela de Probabilidade Condicional do Nodo (Variável)

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agente Social · 1, 10, 16, 17, 20, 28, 35, 52, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 96, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 124, 125, 134
Ambiente de Aprendizagem · 13, 18, 58, 64, 76, 85, 98, 99, 100, 103, 105, 115, 116, 124, 127, 136
AMPLIA · 7, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 29, 35, 42, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 61, 62, 64, 65, 74, 75, 76, 77, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 113, 115, 119, 121, 124, 125, 127, 128, 129

C

Cognição · 10, 12, 14, 37, 39, 50
Colaboração · 12, 13, 14, 15, 18, 22, 24, 38, 41, 42, 43, 44, 56, 92, 99, 115, 119, 121, 124, 127
Conati · 14, 15, 18, 19, 29, 30, 31, 49, 50, 51, 57, 58, 59, 63, 99, 101, 108, 116, 125

E

Emoções · 14, 22, 24, 28, 32, 49, 50, 57, 58, 62, 63, 85, 99
Estado Afetivo · 16, 22, 39, 50, 57, 68, 69, 70, 71, 72, 86, 100
Estilos de Aprendizagem · 14, 39, 40, 64, 91, 116
Estratégias de formação de grupos · 10, 86

F

FIPA · 23, 24, 53, 75, 76, 106, 109

J

Java · 75, 77, 80, 100, 101, 113, 140

O

Ontologias · 22, 36, 37, 74, 112
OWL · 7, 36, 37, 74, 75, 76, 108

P

Personalidade · 14, 15, 22, 24, 29, 32, 39, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 57, 58, 63, 64, 70, 84, 85, 86, 88, 89, 96, 100, 101, 109, 111, 112, 122, 135
Piaget · 12, 14, 37, 38, 42, 51, 65, 72, 73, 97, 101, 108, 112
PortEdu · 23, 35, 51, 52, 56, 65, 74, 75, 76, 100

R

Redes Bayesianas · 10, 15, 20, 29, 36, 37, 53, 62, 87, 96, 98, 99, 101, 102, 140
Redes Probabilísticas · 10, 15, 18, 20, 29, 100, 141, 142
Relações Sociais · 13, 14, 39, 43, 50, 51, 62

S

Sistemas Multiagente · 12, 13, 15, 18, 22, 23, 24, 30, 51, 52, 75, 76, 99, 109
SMA · 7, 10, 12, 22, 53

T

Teoria de Bayes · 34, 96