

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

VINÍCIUS NÓBILE DE ALMEIDA

**Geração de Parâmetros de Busca  
Baseada em Perfis de Usuário**

Dissertação apresentada como requisito  
parcial para a obtenção do grau de Mestre em  
Ciência da Computação

Profa. Dra. Rosa Vicari  
Orientadora

Porto Alegre, novembro de 2004.

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Almeida, Vinícius Nóbile de

Geração de Parâmetros de Busca Baseada em Perfis de Usuário / Vinícius Nóbile de Almeida. – Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Computação, 2004.

78f :il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, BR-RS, 2004. Orientadora: Rosa Vicari.

1. Perfil do Usuário. 2. Recuperação da Informação. 3. Ensino a Distância. I Vicari, Rosa. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Vice-Reitor: Prof. Pedro Cezar Dutra Fonseca

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Profa. Valquiria Link Bassani

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

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

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais que muito me auxiliaram nesta empreitada da minha vida.

“ ... I can give you nothing that has not already its being within yourself. I can throw open to you no picture gallery but your own soul. All I can give you is the opportunity, the impulse, the key. I can help you to make your own world visible. That is all.”

Hermann Hesse

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Graziella, minha namorada, pela paciência e força nas horas difíceis, aos colegas Evandro, Leandro e Lauro que muito me auxiliaram durante minha estada em Porto Alegre e em especial à minha família por todo o apoio prestado.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>10</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 Contexto</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2 Organização do Texto</b> .....	<b>15</b>
<b>2 ÁREAS QUE FUNDAMENTAM ESTE TRABALHO</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 Inteligência Artificial</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2 Inteligência Artificial Distribuída</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3 Agentes</b> .....	<b>17</b>
<b>2.4 Propriedades de Agentes</b> .....	<b>19</b>
2.4.1 Autonomia .....	19
2.4.2 Reatividade .....	19
2.4.3 Comunicabilidade .....	20
2.4.4 Sociabilidade.....	20
2.4.5 Cooperação .....	20
2.4.6 Pró-atividade .....	20
<b>2.5 Educação a Distância</b> .....	<b>20</b>
<b>2.6 Sistemas de Recomendação</b> .....	<b>22</b>
<b>3 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1 FIPA</b> .....	<b>23</b>
3.1.1 Descrição.....	24
3.1.2 Comunicação entre Agentes FIPA.....	25
3.1.3 Atos da Fala .....	26
3.1.4 FIPA-ACL .....	27
<b>3.2 PMA3</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3 AMPLIA</b> .....	<b>30</b>

3.3.1	Agente Aprendiz .....	33
3.3.2	Agente Mediador .....	33
3.3.3	Agente de Domínio .....	33
3.3.4	FACIL .....	34
<b>3.4</b>	<b>Integração das tecnologias.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>O PROBLEMA.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Trabalhos Relacionados.....</b>	<b>37</b>
4.1.1	Toogle .....	37
4.1.2	Fênix .....	37
4.1.3	Foxtrot.....	38
<b>5</b>	<b>SOLUÇÃO PROPOSTA .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1</b>	<b>Arquitetura Geral .....</b>	<b>42</b>
<b>5.2</b>	<b>Agente Perfil do Usuário .....</b>	<b>43</b>
5.2.1	Solicitação de Auxílio.....	44
5.2.2	Solicitação de Auxílio no AMPLIA .....	45
<b>5.3</b>	<b>Implementação .....</b>	<b>54</b>
5.3.1	Interface .....	55
5.3.2	Banco de Dados .....	57
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>62</b>
<b>6.1</b>	<b>Trabalhos Futuros.....</b>	<b>62</b>
<b>6.2</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>PUBLICAÇÕES .....</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO A ESPECIFICAÇÃO DE MENSAGENS FIPA.....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	<i>Ambiente de Aprendizagem</i>
AORML	<i>Agent-Object Relationship Modeling Language</i>
BN	<i>Redes Bayesianas</i>
EAD	<i>Ensino a Distância</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IA	<i>Inteligência Artificial</i>
IA	<i>Inteligência Artificial Distribuída</i>
ICAI	<i>Intelligent Computer Assisted Instruction</i>
JDBC	<i>Java Database Connection</i>
JSP	<i>JavaServer Page</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocesso</i>
PortEdu	<i>Portal da Educação</i>
SMA	<i>Sistemas Multiagentes</i>

SQL	<i>Structure Query Language</i>
ST	<i>Sistemas Tutores</i>
STI	<i>Sistemas Tutores Inteligentes</i>
RDP	<i>Resolução Distribuída de Problemas</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
UML	<i>Unified Modeling language</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 : Sistemas de recuperação de informação genéricos.....	14
Figura 3.1 : Plataforma FIPA padrão.....	24
Figura 3.2: Agente AMS em interação no ambiente FIPA.....	25
Figura 3.3: Visão em camadas de um Ambiente de Aprendizado construído com a PMA3.....	29
Figura 3.4: Rede do Especialista do Domínio e Rede hipotética do aluno, respectivamente.....	32
Figura 3.5: Arquitetura do Sistema AMPLIA .....	33
Figura 3.6: Integração das tecnologias envolvidas .....	35
Figura 4.1: Arquitetura do Sistema Fênix .....	38
Figura 4.2: Foxtrot – Sistema de recomendação da artigos científicos baseado em ontologia.....	39
Figura 5.1: Estrutura do Ambiente.....	42
Figura 5.2: Diagrama de Seqüência de uma Solicitação de Auxílio .....	45
Figura 5.3: Rede do Especialista para o estudo de caso Insuficiência Cardíaca Congênita.....	46
Figura 5.4: Rede do aluno com a falta de um nodo diagnóstico. ....	47
Figura 5.5: Rede do especialista onde consta o nodo "Doença Coronariana".....	48
Figura 5.6: Mensagem de Solicitação de Auxílio para caso de falta de Nodo importante .....	48
Figura 5.7: Parâmetro de Busca.....	49
Figura 5.8: Termos de Busca submetidos ao Google .....	50
Figura 5.9: Exemplo de Rede bayesiana contendo um Nodo Incorreto .....	51
Figura 5.10: Solicitação de Auxílio para caso de Nodo incorreto na rede do aluno.....	51
Figura 5.11: Exemplo de Rede bayesiana contendo uma ligação entre nodos incorreta .....	52
Figura 5.12: Solicitação de Auxílio para caso de nodo com ligação incorreta.....	53
Figura 5.13: Agente Aprendiz apresentando ao usuário informações coletadas pelo PortEdu.....	54
Figura 5.14 - Diagrama de Agente AORML .....	55
Figura 5.15: Tela de Login do PortEdu .....	56
Figura 5.16: Tela de cadastro do PortEdu .....	57
Figura 5.17: Diagrama de Entidade e Relacionamento do BD do PortEdu .....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Elementos das mensagens FIPA-ACL.....	27
Tabela 3.2: Valores aceitos no campo Performative.....	27
Tabela 3.3: Classificação dos nodos da rede bayesiana dentro do Ambiente AMPLIA .....	30
Tabela 4.1: Comparação entre os trabalhos relacionados e PortEdu.....	39
Tabela 5.1: Descrição da tabela Cursos .....	58
Tabela 5.2: Descrição da tabela AmbientesDeEnsino .....	58
Tabela 5.3: Descrição da tabela Conexoes.....	59
Tabela 5.4: Descrição da tabela AmbientesDeEnsinoDoUsuario .....	59
Tabela 5.5: Descrição da tabela Exercicios.....	59
Tabela 5.6: Descrição da tabela Tentativas .....	60
Tabela 5.7: Descrição da tabela ExerciciosUsuario .....	60
Tabela 5.8: Descrição da tabela MaterialColetado.....	60
Tabela 5.9: Descrição da tabela UtilizacaoMaterialColetado .....	61
Tabela 5.10: Descrição da Tabela Usuarios.....	61

## RESUMO

O mundo moderno vem exigindo cada vez mais das pessoas no aspecto profissional. A exigência de capacitação profissional é uma realidade que obriga as pessoas a uma constante atualização. Neste contexto, a educação a distância se mostra uma importante via de disseminação de conhecimento.

Este trabalho apresenta um agente de Perfil do Usuário inserido no contexto do projeto PortEdu – Portal de Educação, projeto que visa abrigar ambientes de ensino na Web. Um dos objetivos do projeto PortEdu é fornecer um serviço de recuperação de informação aos ambientes ancorados, guiado pelo Agente Perfil do Usuário, tendo como finalidade oferecer informações contextualizadas a um problema específico do usuário (aluno), com a intenção de auxiliá-lo em seu aprendizado.

Durante a utilização de ambientes de educação a distância, os alunos utilizam ferramentas de recuperação de informação na busca de soluções para as suas dúvidas. Mas, a busca de informação na Internet, utilizando as ferramentas existentes, nem sempre é uma tarefa simples, pois exige esforço na construção de termos de busca eficientes ou mantém o usuário percorrendo longas listas de resultados. No desenvolvimento deste serviço, no PortEdu, procuramos minimizar este tipo de esforço.

Neste trabalho são descritas, primeiramente, as áreas envolvidas na pesquisa, mostrando como elas foram utilizadas na construção do Agente de Perfil do Usuário. Também é realizada uma descrição da área de inteligência artificial, dos conceitos de agente e Educação a Distância. Pretende-se mostrar aqui as propriedades que o Agente de Perfil do Usuário possui.

Na seqüência, são apresentadas as soluções tecnológicas utilizadas no projeto, tais como: AMPLIA (ambiente de ensino ancorado no PortEdu), PMA3, FIPA e a API Fácil. É descrito o modo como estas tecnologias interagem no âmbito do PortEdu. O problema da recuperação de informação na Web é discutido nesta pesquisa e são apresentados três trabalhos relacionados que abordam este problema. Também é realizada uma comparação entre estes trabalhos e o PortEdu.

Por fim, este trabalho apresenta uma solução encontrada para resolver o problema de recuperação de informação na Web utilizando um protótipo do PortEdu. Esta pesquisa está inserida na área de Informática na Educação.

**Palavras-chave:** Perfil do Usuário; Recuperação da Informação; Ensino a Distância

## Search Parameter Generation Based On User Profile

### ABSTRACT

Modern world demands more from people professionally. The need for professional qualification is a reality that keeps people constantly updated. In this context, distance education is an important way of knowledge spreading.

This dissertation presents a User Profile Agent inserted in the context of PortEdu project – Education Portal, a project that aims at hosting education environments on the Web. One of the objectives of PortEdu project is supplying an information recovery service, guided by the User Profile Agent, to the anchored environments, with the purpose of offering contextualized information to a specific problem of the users (students), helping them in their learning.

Students, when using distance education environments, make use of information retrieval tools to help them solve their doubts. However, searching for information on the Internet, using current tools, is not a simple task, demanding a lot of effort from the user when creating efficient search terms or going over long lists of results. By developing PortEdu service, we intend to reduce this effort.

In this dissertation, the areas involved in this research are described, demonstrating the way they were used when building the User Profile Agent. A description of the artificial intelligence area, concepts of agent and distance education were made. The objective is showing User Profile Agent properties.

Furthermore, the technological solutions used in the project are presented, such as: AMPLIA (learning environment anchored in PortEdu), PMA3, FIPA and Facil API. The way these technologies interact in the scope of PortEdu is also described. The problem with information retrieval on the Web is discussed in this research and three projects that try to solve this problem are presented and compared to PortEdu.

Finally, this dissertation also presents the solution to solve the problem of information retrieval on the Web. Retrieval using a PortEdu prototype is therefore presented. This research is related to the Computer-Assisted Education field.

**Keywords:** User Profile, Information Retrieval, Distance Education.

# 1 INTRODUÇÃO

Na última década foi possível evidenciar um grande incremento na utilização da Internet, este avanço se deu basicamente pelo surgimento da Internet gráfica também conhecida como www ou Web. Após a popularização da Internet, o acesso ao conhecimento ficou mais fácil em todas as áreas. Com todo esse crescimento que a Internet obteve não é surpresa que ela se espalhe por todos os segmentos da sociedade moderna e que a educação seja um desses segmentos contemplados. Sendo assim, uma das áreas da educação que demonstra grande evolução é o Ensino a Distância (EAD) e a idéia de utilizar a Internet como meio de disseminação de informação e ensino vem se mostrando bastante promissora.

O potencial da Internet é hoje imensurável, só o fato de disponibilizar acesso à informação de maneira descentralizada e promover a comunicação entre as pessoas é algo de grande utilidade para o ensino, só por estas características já justificaria a sua utilização no ensino, até mesmo como complementação ao ensino convencional (DAHMER, 1999).

Um dos benefícios que a Internet proporciona ao ensino é a facilidade de poder disponibilizar cursos às mais diversas pessoas, nos mais diferentes lugares com total independência de tempo, local e ritmo de aprendizagem (BRUSILOVSKY, 1998).

Mas a utilização da Internet apenas como um meio de comunicação é desperdiçar um dos seus maiores atrativos, a disseminação da informação. A Internet é na verdade um grande repositório de informação, uma verdadeira biblioteca virtual e deve ser assim encarada pelo Ensino a Distância.

Embora já exista uma diversidade enorme de informação na Internet, recuperar esta informação é muitas vezes uma tarefa frustrante, pela falta de precisão dos resultados, pela pouca ou inexistente informação acerca do conteúdo recuperado ou pela dificuldade de se elaborar as consultas.

Muitas são as ferramentas de busca de informação disseminadas pela Internet, mas a grande maioria trata-se de ferramentas genéricas, como por exemplo, Google, Yahoo e AllTheWeb entre outras. Estas ferramentas não se preocupam com as preferências do usuário, o contexto em que ela se encontra, ou mesmo com a utilização posterior da informação.

A seguir na Figura 1.1 apresenta algumas das principais ferramentas de busca encontradas na Web.

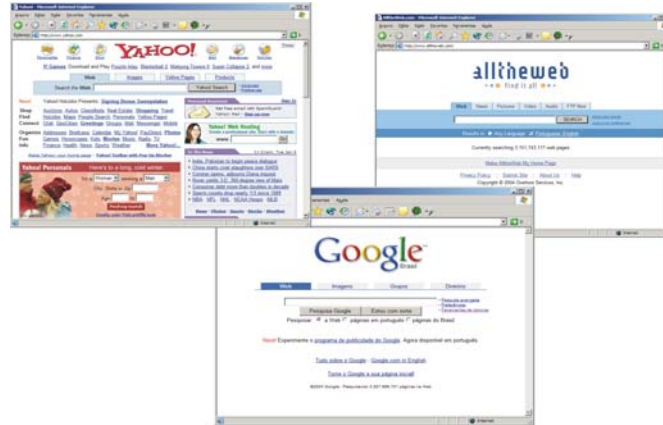


Figura 1.1: Sistemas de recuperação de informação genéricos

Para minimizar estes problemas no contexto do ensino a distancia, foi desenvolvido o projeto PortEdu – Portal da Educação, com a implementação do Agente de Perfil do Usuário, tema desta dissertação, como um dos serviços oferecidos.

## 1.1 Contexto

No ensino a distancia os alunos necessitam muito de informações e material encontrados na Internet e os especialistas (professores), no exercício de suas funções, muitas vezes precisam pesquisar informações na Internet.

Segundo Gasparini e Pimenta (2002), dois grandes problemas assolam a EAD via Web, eles são: (1) muitos dos ambientes não passam de uma rede de páginas de hipertextos/hiperdokumentos estáticas e não aproveitam todas as funcionalidades e características de aplicações hipermídia, como de fato deveriam ser; e (2) usuários com diferentes metas e diferentes conhecimentos podem estar interessados em diferentes informações.

Segundo Moran (1997), a pesquisa na Internet requer uma habilidade especial devido à rapidez com que são modificadas as informações nas páginas e à diversidade de pessoas e pontos de vistas envolvidos. *A navegação precisa de bom senso, gosto estético e intuição.* Bom senso para não se deter, diante de tantas possibilidades, em todas elas, sabendo selecionar, em rápidas comparações, as mais importantes. A intuição é um radar que vamos desenvolvendo de "cliquear" o mouse nos *links* que nos levarão mais perto do que procuramos. A intuição nos leva a aprender por tentativa, acerto e erro.

Com o uso de um sistema apropriado, as informações recuperadas podem ser vinculadas a resultados específicos dependendo do contexto em estudo pelo usuário. Idealmente, o usuário pode ser capaz de recuperar diversas informações na Internet de acordo com o tema em estudo naquele instante, simplesmente digitando uma palavra-chave apropriada ou apenas utilizando o PortEdu. O PortEdu é um portal de educação que hospeda sistemas de tutores inteligentes (STI). A característica primordial para que um STI seja ancorado no PortEdu é que ele seja baseado em agentes compatíveis com a plataforma multiagente FIPA. Os agentes se comunicam detectando a necessidade de novas informações complementares para o aprendizado do usuário disparando assim eventos de busca sem a intervenção do mesmo de forma dinâmica e autônoma.

Diante desta realidade, surgiu a necessidade de desenvolver um sistema de recuperação de informação que levasse em conta as necessidades do usuário num contexto bem específico. O sistema de recuperação de informação que propusemos é composto de um agente de perfil de usuário, foco deste trabalho e de um agente de recuperação de informação.

Esta pesquisa teve como objetivo específico: Projetar, desenvolver e testar o agente perfil do usuário; desenvolver o agente perfil do usuário de acordo com as normas da plataforma de comunicação entre agentes FIPA; e integrar este agente ao projeto PortEdu.

Para tanto, o desenvolvimento deste trabalho adotou-se a seguinte metodologia:

- Estudo e levantamento de características de sistemas multiagente;
- Estudo e levantamento de características do conjunto de padrões FIPA;
- Estudo e levantamento de características dos aspectos de construção de perfis de usuário;
- Modelagem do protótipo a partir dos levantamentos feitos e da solução proposta;
- Conclusões e trabalhos futuros.

## **1.2 Organização do Texto**

Além da introdução (Capítulo 1), este trabalho está dividido em quatro partes, onde serão apresentados os seguintes tópicos: fundamentos teóricos sobre a plataforma de comunicação entre os agentes e outros projetos envolvidos (Capítulos 2 e 3), descrição dos problemas encontrados na recuperação de informação (Capítulos 4 ), a arquitetura proposta para resolver o problema(Capítulo 6) e a conclusão do trabalho e apresentação de trabalhos futuros (capitulo 7).

No Capítulo 2 será apresentada a fundamentação teórica do trabalho.

No Capítulo 3 serão demonstradas as tecnologias empregadas na elaboração deste trabalho bem como a sua integração.

No Capítulo 4 é descrito o problema de recuperação de informação em ambientes de ensino a distancia.

No Capítulo 5 é apresentada a solução proposta para a resolução deste problema. Por fim, no Capítulo 6 são feitas as considerações finais.

## 2 ÁREAS QUE FUNDAMENTAM ESTE TRABALHO

Neste capítulo são descritos os fundamentos teóricos que norteiam a realização deste trabalho.

### 2.1 Inteligência Artificial

O termo Inteligência Artificial surgiu em 1956 com John McCarthy na histórica conferência de Dartmouth e várias tentativas de definição foram propostas. Dentre elas, a de Minsky, que afirma: “IA é a ciência de fazer com que as máquinas façam coisas que requereriam inteligência se feitas pelos homens” (MINSKY, 1986 apud VICARI, 1990).

A Inteligência Artificial (IA) é o estudo de como fazer os computadores realizarem tarefas em que, no momento, as pessoas são melhores (RICH, 1988). É interessante atualizar este conceito e acrescentar que não só as tarefas em que os humanos são melhores, mas sim, todas as tarefas que por algum motivo podem ser também realizadas por computadores com resultado semelhante ao realizado por humanos.

Este trabalho se baseia fortemente na teoria da Inteligência Artificial Distribuída (IAD) mais especificamente na teoria dos agentes e de Sistemas Multiagentes (SMA). A preocupação maior deste trabalho não é resolução de problemas baseado conhecimento, mas sim a criação de um ambiente onde diversos agentes possam interagir.

### 2.2 Inteligência Artificial Distribuída

A Inteligência Artificial Distribuída (IAD) é considerada uma subárea da Inteligência Artificial tradicional, onde a preocupação no processo de busca de soluções de problemas parte da individualidade para a coletividade. A importância desta área está no fato de que muitos problemas possuem essa configuração distribuída havendo necessidade da existência de entidades que, interagindo entre si e trocando informações, encontrem a solução global do problema. Estas entidades que se comunicam no ambiente distribuído são chamadas de agentes (FERNANDES, 2003).

Já segundo Oliveira (1996), a Inteligência Artificial Distribuída (IAD), é baseada em comportamento social e sua ênfase é para cooperações, interações e para o fluxo de conhecimento entre unidades distintas, diferente das abordagens clássicas de Inteligência Artificial onde a ênfase da inteligência é baseada em um comportamento humano individual e o foco de atenção volta-se à representação de conhecimento e métodos de inferência.

Pode-se resumir a IAD na seguinte frase “Dividir para conquistar”.



Bond e Gasser(1988) sugerem alguns benefícios para a utilização da IAD nas soluções de problemas distribuídos considerando os seguintes critérios:

- **Adaptabilidade**: sistemas de IAD são mais apropriados para lidar com problemas distribuídos em termos espaciais, lógicos, temporais ou semânticos;
- **Custo**: um grande número de pequenas unidades computacionais pode ser mais interessante, quando os custos em comunicação não são relevantes;
- **Desenvolvimento e Gerenciamento**: inerente a modularidade do sistema em IAD permite o desenvolvimento das partes do mesmo de forma separada e paralela;
- **Eficiência e Velocidade**: a concorrência e a distribuição dos processos em diferentes máquinas pode aumentar a velocidade de processamento haja visto o paralelismo na execução das tarefas.
- **História**: a integração de recursos distribuídos e até mesmo heterogêneos tais como hardware e software de diferentes plataformas;
- **Isolamento/Autonomia**: o controle de processos locais pode ser encarado como uma maneira de proteção ou de aumento da segurança do sistema;
- **Naturalidade**: alguns problemas são naturalmente melhor resolvidos através de uma configuração distribuída;
- **Confiabilidade**: os sistemas distribuídos podem exibir um grau maior de confiabilidade e de segurança quando comparado aos sistemas centralizados, pois podem prover redundância de dados e múltiplas verificações.
- **Limitações de Recursos**: os agentes computacionais individuais ligados a recursos escassos podem, através da cooperação, superar problemas complexos;
- **Especialização**: pode-se especializar cada agente de acordo com seu domínio de conhecimento e aplicação.

A inteligência artificial distribuída pode ser dividida em duas áreas menores: Resolução Distribuída de Problemas e Sistemas Multiagente.

Na Resolução Distribuída de Problemas (RDP), os agentes atuam cooperando uns com os outros, compartilhando informações e conhecimento na tentativa de obter soluções para um problema particular. Os problemas são específicos, sendo assim, toda arquitetura de um sistema RDP é projetada de forma a resolver um único tipo de problema e nunca problemas genéricos.

Nos Sistemas Multiagente o foco do projeto não é um problema específico e sim um domínio específico. A idéia aqui é coordenar o comportamento inteligente e social de uma comunidade de agentes. Nos sistemas SMA, os agentes são desenvolvidos para cooperar e trocar informações entre si com intuito de obter soluções de problemas antes desconhecidos.

## 2.3 Agentes

Segundo Thiry (1999), o termo *agente*, na literatura computacional, é utilizado para diversos tipos de programas, não necessariamente com comportamento inteligente.

Existem diversas definições para o termo agente, cada uma específica a um contexto, a um ponto de vista. Segundo Faraco (1998), cada definição apresenta características e propriedades que são particulares ao trabalho de cada autor e outras que são comuns a todos os autores. Baseado em pesquisas bibliográficas realizadas, procurou-se citar algumas definições bastante comuns do que são agentes.

Agentes são programas que travam diálogos, negociam e coordenam transferência de informações. (FLEISCHHAUER, 1997).

Agentes são sistemas computacionais residentes em ambientes dinâmicos complexos, os quais percebem e atuam autonomamente, e ao fazê-lo, realizam um conjunto de objetivos ou tarefas para os quais foram designados (MAES, 1995).

Segundo Wooldridge e Jennings (1995), agentes são sistemas que apresentam um comportamento determinado por um processo de raciocínio baseado na representação de suas atitudes, tais como crenças, comprometerimentos e desejos. Eles afirmam que um sistema pode ser visto como um agente se ele possuir as seguintes propriedades:

**Autonomia:** o agente deve poder funcionar sem intervenção humana, baseando suas ações em seu conhecimento armazenado sobre o ambiente;

**Habilidade Social:** o agente interage com outros agentes através de uma linguagem comum;

**Reatividade:** o agente deve ser capaz de perceber mudanças em seu ambiente e atuar de acordo com estas mudanças;

**Pró-Atividade:** o agente não deve apenas atuar por percepção, mas deve procurar alcançar uma meta apresentando iniciativa.

Ainda segundo Wooldridge e Jennings, eles propuseram duas noções de agentes, uma forte e uma fraca. A noção fraca define os agentes como sendo sistemas baseados em hardware ou mais usualmente em software dotados das propriedades de autonomia, habilidade social, reatividade e pró-atividade. Já a noção forte de agente os caracteriza como sendo entidades que além das propriedades acima possui características ou conceitos aplicados usualmente em seres humanos tais como crenças, conhecimento, intenção, emoção e uma interface que represente o estado desses agentes visualmente.

Já O'Connor (1996) define agente como sendo entidades de software que fazem um conjunto de operações em favor do usuário ou outro programa com algum grau de independência e autonomia, e sendo assim, empregam algum conhecimento ou representação dos objetivos e desejos dos usuários. Agentes inteligentes ou simplesmente agentes podem ser definidos num espaço de três dimensões: agência, inteligência e mobilidade.

Russell e Norvig (1995) definem genericamente um agente como sendo algo com a capacidade de atuar sobre um ambiente através de sua percepção sobre este ambiente. Eles possuem uma abordagem diferente sobre IA. Eles estabelecem que inteligência está altamente ligada com ações racionais. Agir racionalmente significa agir de forma a alcançar as metas definidas por alguém, dadas as crenças deste alguém.

Alberto Silva (1999) conceitua a noção de agente como sendo uma entidade de software com uma identidade, estado e comportamento bem definidos, e que de alguma forma represente o seu utilizador. O utilizador de um agente corresponde a alguma

entidade bem definida e reconhecida pelo sistema, podendo corresponder a um ser humano ou a um serviço de uma dada organização.

Nwana (1996) define agentes como sendo um componente de software e/ou hardware capaz de atuar buscando realizar exatamente as tarefas de interesse de seus donos. Nwana divide os agentes em 7 tipos: Agentes Colaborativos, Agentes de Interface, Agentes Movéis, Agentes de Informação/Internet, Agentes Reativos, Agentes Híbridos e Agentes Espertos.

Basicamente, o que diferencia uma definição da outra são as propriedades que caracterizam cada agente que está sendo definido. É o que se passará a analisar a seguir.

## **2.4 Propriedades de Agentes**

Propriedades de agentes são características de um sistema que tem um efeito no comportamento global do sistema.

Para que o sistema seja considerado agente, ele não necessita apresentar todas as propriedades, conforme visto nas definições de agentes, mas algumas delas são recomendáveis.

Dentre as propriedades que um agente pode ter, o Agente de Perfil de Usuário possui: Autonomia, Reatividade, Comunicabilidade, Sociabilidade e Pró-atividade.

Conceitualmente estas propriedades podem ser definidas da seguinte forma:

### **2.4.1 Autonomia**

Autonomia é a capacidade de um agente perseguir a um objetivo com total independência de um agente humano ou artificial. Isso requer aspectos de ação periódica, execução espontânea e iniciativa.

Autonomia é a capacidade de tomar ações conduzindo para o término de algumas tarefas ou objetivos, sem a interferência de um usuário. Os agentes tomam o interesse, necessidades, desejos, etc. como entrada e se apropriam delas para realizar as tarefas esperadas.

Os agentes são autônomos quando podem executar tarefas sem a presença do usuário, baseando-se em um perfil de preferências previamente construído.

Autonomia é a habilidade de exercer controle sobre suas próprias ações (FRANKLIN; GRAESSER, 1996).

Existe autonomia quando os agentes operam sem a intervenção direta de humanos ou outros, e têm alguma espécie de controle sobre suas ações e seus estados internos (WOOLDRIGE; JENNINGS, 1995).

Uma entidade autônoma é aquela capaz de armazenar conhecimento sobre si mesmo e sobre o ambiente, e que é capaz de definir metas, planejar e raciocinar como atingi-las (BELGRAVE, 1995).

### **2.4.2 Reatividade**

Agentes percebem seus ambientes, (que podem ser o mundo físico, um usuário via uma interface gráfica, uma coleção de agentes, a Internet, ou talvez todos esse combinados), e respondem numa maneira oportuna a mudanças que ocorrem nele (WOOLDRIGE; JENNINGS, 1995).

Os agentes percebem e reagem às mudanças no seu ambiente (BELGRAVE, 1995).

Os agentes respondem de forma oportuna a alterações do ambiente (FRANKLIN; GRAESSER, 1996).

### **2.4.3 Comunicabilidade**

Comunicabilidade é a capacidade de trocar informações com outras entidades (agentes, humanos, objetos, seu ambiente) (BELGRAVE, 1995).

Agentes comunicam-se com outros agentes, talvez incluindo pessoas (FRANKLIN; GRAESSER, 1996).

### **2.4.4 Sociabilidade**

Sociabilidade significa interagir com outros agentes (possivelmente humanos) através de algum tipo de linguagem para comunicação de agente (GENESERETH; KETCHPEL, 1994 apud WOOLDRIGE; JENNINGS, 1995).

### **2.4.5 Cooperação**

Agentes inteligentes precisam ter um "espírito" cooperativo para existir e ter sucesso em "sistemas orientados a agentes". O que se quer é que agentes inteligentes trabalhem juntos para que possam executar tarefas mutuamente benéficas mais complexas.

Cooperação com outros agentes é a característica mais importante de um agente. Essa é a razão de ser de se ter uma coleção de agentes ao invés de um. Para poder cooperar, um agente deve possuir habilidades sociais. Por exemplo, a habilidade de interagir com outros agentes e/ou a possibilidade de se comunicar com os humanos através de alguma linguagem (WOOLDRIGE; JENNINGS, 1995).

### **2.4.6 Pró-atividade**

Um dos significados do prefixo "pró" significa antecipação, algo que acontece antes. O agente pró-ativo está sempre se antecipando aos acontecimentos, fazendo até mesmo alguma espécie de previsão para poder atuar de uma determinada forma planejada.

Um agente pró-ativo não atua simplesmente respondendo ao ambiente, ele possui a capacidade de exibir um comportamento direcionado a sua meta tomando a iniciativa das ações (WOOLDRIGE; JENNINGS, 1995).

Além das propriedades do Agente de Perfil do Usuário citadas acima, segundo a literatura (FRANKLIN; GRAESSER, 1996), (MILAGRES et al, 2002) e (BELGRAVE, 1995), um agente pode ter ainda as seguintes características: percepção, mobilidade, aprendizagem, benevolência, racionalidade e antropomorfismo.

## **2.5 Educação a Distância**

É cada vez maior o papel da Educação a Distância na sociedade moderna, principalmente no Brasil, um país de dimensões continentais com uma grande desigualdade entre suas regiões. A Educação a Distância tem, entre os seus benefícios, o poder de democratizar a educação, levando a lugares longínquos uma diversidade de recursos didáticos e tecnológicos que possibilitam um aprendizado efetivo.

Segundo Nunes (NUNES, 1999), a EAD pode fornecer todas as oportunidades educacionais que são necessárias para qualquer pessoa, em qualquer lugar, em algum tempo. Mas isso nos apresenta um grande desafio, que é obter produtividade e qualidade no ensino para a grande e diversa população de estudantes ao redor do mundo. Esses alunos, muitas vezes, não possuem muitos recursos financeiros e nem tiveram acesso a instrutores qualificados (SHANG et al, 2001).

Na Antigüidade o conhecimento era passado de pai para filho, de um mestre a seu discípulo. Com o passar do tempo se consolidou a forma tradicional de aquisição de conhecimento baseado em frequência em escolas e universidades, ainda hoje largamente utilizada. Esta forma tem como vantagens a padronização da educação e o reconhecimento da sociedade. Mas atualmente existem outros desafios para a educação, as populações se espalharam por todos os espaços do planeta, a quantidade de conhecimento da humanidade é cada vez maior, o nível sociocultural das pessoas é cada vez mais dispar e a busca por conhecimento pelas pessoas é cada vez maior.

Em plena era da informação, a EAD é uma alternativa muito eficaz para se vencer alguns dos novos desafios da educação.

Mas muitos se enganam quando pensam que a EAD teve início recentemente com o advento das novas tecnologias, a EAD até chegar ao estágio atual passou por diversas etapas de desenvolvimento, surgindo na Europa no final do século XVIII através de cursos via correspondência postal. Até meados do século XX essa era a única forma de EAD disponível.

Na década de 80, a fim de atender as necessidades do aluno numa versão mais adaptativa, surgiram os softwares educacionais denominados Instrução Inteligente Assistida por Computador (*Intelligent Computer Assisted Instruction - ICAI*) ou Sistemas Tutores (ST), onde ensino e aprendizagem estão modelados como um processo cooperativo entre sistema e estudante (OREY, 1993).

Mas Perry e Rumble (1987) já apontavam como característica básica da educação a distância o estabelecimento de um canal de comunicação de duplo sentido entre o professor e o aluno.

Assim, o telefone e as conferências telefônicas passaram a auxiliar o processo de ensino por correspondência, proporcionando comunicação entre o professor e o aluno em cursos por correspondência. Porém, estas são tecnologias de custo muito caro, o que tornava o ensino a distância inacessível à maioria das pessoas.

Na década de 90 se dá o surgimento da Internet gráfica, a maior capacidade de processamento dos computadores pessoais, o desenvolvimento da tecnologia de redes e a possibilidade de um número cada vez maior de pessoas ter acesso a esses recursos computacionais, aumentou o interesse pela educação a distância, que se caracteriza pela interação entre professor e aluno, fisicamente separados, através de recursos tecnológicos como a Web (MUSA, 2001).

Tradicionais sistemas de Educação a Distância enfatizavam transmissão do conhecimento, apenas disponibilizando materiais instrucionais, transformando o aprendiz num verdadeiro autodidata.

Para Moran (2001), em educação a distância um dos grandes problemas é o ambiente, ainda reduzido a um lugar onde se procuram conteúdo e textos. Um bom curso é mais do que conteúdo é pesquisa, troca e produção conjunta.

Ainda segundo Moran, fundamentalmente um bom curso a distancia possui os mesmos ingredientes de um curso presencial. Ou seja, aquilo que é considerado bom para um curso presencial, também é considerado bom para os cursos a distancia.

Mas já Nunes afirma que a EAD deve ser encarada como uma nova modalidade de ensino. Sendo assim, não deve ser traçado um paralelo entre o ensino tradicional e o ensino a distância, pois uma comparação direta com a modalidade de ensino presencial pode promover um falso entendimento do que é a educação a distância (NUNES, 1999).

Para efeito deste trabalho, se aceita melhor a idéia de Nunes, pois o agente descrito neste trabalho pode ser considerado uma nova ferramenta para ensino a distancia. O mecanismo de apoio ao ensino aqui proposto normalmente não é encontrado no ensino tradicional, onde o ensino é feito de forma massificada e não personalizada.

## 2.6 Sistemas de Recomendação

Sistemas de recomendação têm como objetivo auxiliar no processo social de indicar ou receber indicação seja esta indicação referente a livros, artigos, discos, restaurantes ou informações em geral.

Podemos destacar na literatura três abordagens distintas para os sistemas de filtragem de informações personalizados:

- Sistemas que se baseiam no perfil do usuário para filtrar as informações, tentando adequá-las aos seus interesses e expectativas (BRUSILOVSKY, 1994);
- sistemas que realizam a filtragem de forma cooperativa, compartilhando informações (TWIDALE, 1996); e
- sistemas que utilizam agentes, nos quais a mobilidade, autonomia e habilidade de interagir independentemente da presença de seus usuários são fatores fundamentais.

De acordo com (DELICATO, 2001), um sistema de filtragem personalizado deve satisfazer três requisitos:

- **Especialização:** uma vez que a filtragem envolve interações repetidas com o usuário, o sistema deve ser capaz de identificar padrões no seu comportamento; o sistema deve inferir seus hábitos e especializar-se a eles, isto é, recomendar o máximo de assuntos relevantes e o mínimo de irrelevantes.
- **Adaptação:** Os interesses do usuário não devem ser considerados constantes; quando esses mudarem, o sistema deve ser capaz de perceber e adaptar seu comportamento a essas mudanças;
- **Exploração:** um sistema de filtragem deve ser capaz de explorar novos domínios de informações para encontrar assuntos de interesse potencial para o usuário.

## 3 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS

Nesta seção serão abordadas as tecnologias envolvidas na elaboração deste trabalho. Na seção 3.1 será descrita plataforma multiagente na qual o Agente de Perfil de Usuário esta inserido. Na seção 3.2 será abordada a plataforma de infra-estrutura e serviços utilizada pelo PortEdu. E finalmente na seção 3.3 será mostrado o STI que será utilizado na validação do PortEdu e sua interface de comunicação.

### 3.1 FIPA

A FIPA, *Foundation for Intelligent Physical Agents*, é uma fundação sem fins lucrativos, fundada em 1996 e localizada em Genebra na Suíça. Tem como objetivo criar padrões, especificações e tecnologias para sistemas multiagente a fim de maximizar a interoperabilidade entre sistemas baseados em agentes. A primeira especificação publicada se deu em 1997, depois em 1998 e o mais recente padrão é de 2000. Sua meta é: através de uma combinação de discurso, lógica e ontologias públicas, padronizar os vários aspectos da utilização de agentes.

A FIPA contribui não somente na parte conceitual como também estabelecendo tecnologias básicas que podem ser integradas por programadores para desenvolver sistemas complexos. A FIPA mantém um conjunto de especificações obrigatórias que asseguram a interoperabilidade entre outros sistemas FIPA, ou seja, cada sistema pode ser implementado em linguagens diferentes, possuir arquiteturas diferentes e conter funcionalidades diversas que, mantido a mesma linguagem de comunicação e o mesmo serviço de transporte a interoperabilidade esta garantida.

A FIPA procurou padronizar somente os componentes mais externos do agente dando mais liberdade aos projetistas. Com base nessas premissas e aspirações foram produzidas as especificações FIPA que padronizaram regras normativas que permitem a uma sociedade de agentes existir, interoperar e ainda ser administrável.

O primeiro produto a ser apresentado dentro das especificações FIPA foi o FIPA-OS (*FIPA Open-Source*) lançado em 1999 pela Nortel Networks. O FIPA-OS é uma aplicação *open-source* implementada em JAVA o que permite ser utilizado em sistemas diversos.

O agente objeto deste trabalho foi desenvolvido segundo as normas propostas pela FIPA (FIPA). Como tal plataforma de comunicação entre agentes, ainda não é muito conhecida no nosso meio, optamos por fazer, neste trabalho, uma breve introdução ao assunto. Este texto visa ajudar o leitor a melhor entender aspectos do projeto e do desenvolvimento do agente perfil do usuário.

### 3.1.1 Descrição

A especificação FIPA possui algumas entidades que são obrigatórias para que um sistema seja considerado em conformidade com os padrões FIPA. Estes agentes são obrigatórios por se tratarem de agentes normativos do modelo FIPA. Esses agentes são:

- Directory Facilitator (DF),
- Agent Management System (AMS),
- Agent Communication Channel (ACC)
- Message Transport Service (MTS).

O DF e o AMS são agentes específicos da plataforma FIPA para gerenciamento da sociedade dos agentes e o ACC é considerado uma entidade de baixo nível que faz parte do MTS.

O DF provê uma lista de serviços disponibilizados por outros agentes dentro da plataforma facilitando assim a busca de agentes e serviços e o envio de mensagens.

O AMS e o ACC dão suporte à comunicação entre os agentes, entretanto o ACC é específico para interoperabilidade entre diferentes plataformas e é tido como um componente do AMS.

O MTS prove o serviço de roteamento de mensagens para agentes dentro de uma plataforma particular, plataforma esta que deve ser confiável, ordenada e em conformidade com as especificações FIPA (FIPAb).

A AP (Plataforma de Agentes) é a infra-estrutura física na qual os agentes podem ser desdobrados. A AP é composta de: máquina, sistema operacional, software de suporte à agentes e componentes FIPA (MTS, ACC, AMS e DF).

Na Figura 3.1 é demonstrado a arquitetura básica de uma plataforma FIPA padrão.

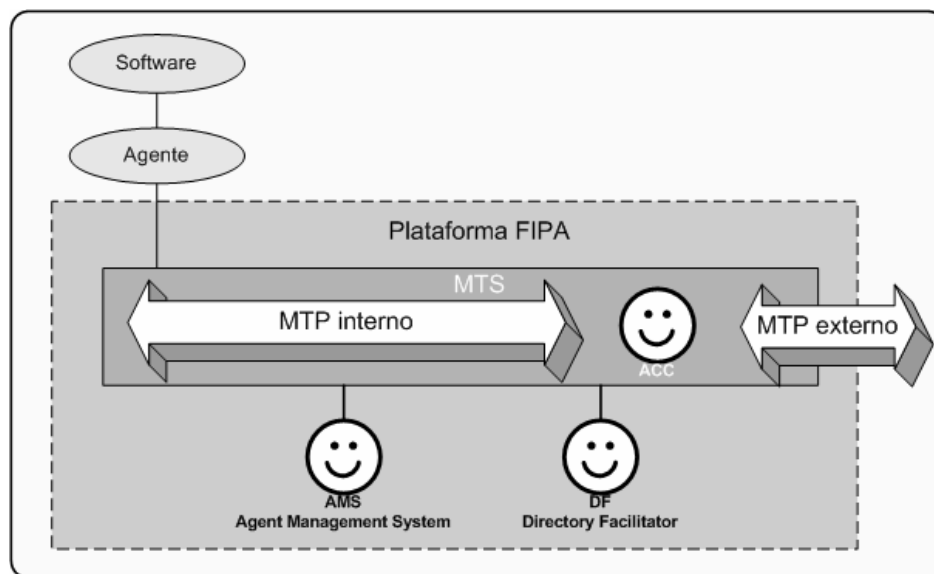


Figura 3.1: Plataforma FIPA padrão

A seguir é feita uma breve descrição de cada agente dentro da plataforma FIPA.



O DF contém a lista de todas as funcionalidades dos agentes na plataforma. Os agentes podem efetuar busca de funcionalidade de outros agentes no DF, pois toda vez que um agente entra na plataforma deve registrar no DF seus serviços e funcionalidades. Vários DFs podem coexistir em um único AP.

Conforme a especificação FIPA, o AMS é o mais importante componente da AP. Ele exerce um controle de supervisão sobre o acesso e o uso da AP. Cada agente deve se registrar no AMS ao ingressar na AP e somente um AMS pode existir em cada AP. O AMS mantém uma listagem auxiliar de AIDs (Agent ID) que contém, entre outras coisas, o endereço para transporte de mensagem para os agentes registrados na AP.

O MTS é o método padrão de comunicação entre os agentes. Ele suporta enviar e receber mensagem ACL entre os agentes. Os agentes podem estar numa única AP ou entre diferentes APs. Dois são os modos de comunicação envolvendo agentes.

1. Comunicação Interplataforma (ACC)
2. Comunicação Intraplataforma (MTS)

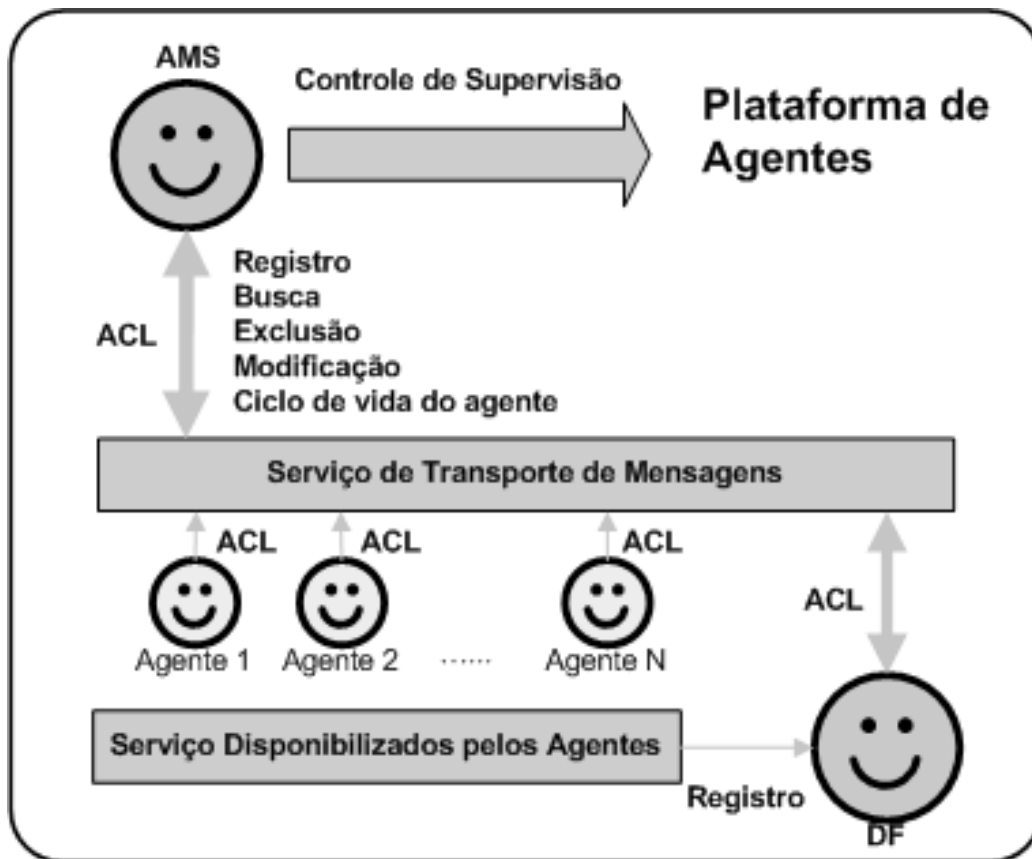


Figura 3.2: Agente AMS em interação no ambiente FIPA

### 3.1.2 Comunicação entre Agentes FIPA

Dentro de um ambiente FIPA a comunicação entre agentes ocorre de maneira cooperativa através da linguagem de comunicação de agente FIPA-ACL (FIPAa). A

seguir segue a descrição de como ocorre essa cooperação dentro de um SMA baseado em FIPA.

- Um determinado agente A possui um problema a ser resolvido.
- Ele entra em contato com o agente de serviço de diretório (DF) na tentativa de encontrar um agente que seja capaz de resolver seu problema. A busca no serviço de diretório poderá retornar alguma descrição de agente que o auxilie no problema.
- O agente A determina, dentre as entradas retornadas pelo serviço de diretório, o agente que melhor pode lhe ajudar.
- Após a escolha o agente A se comunica com o agente B enviando suas necessidades e recebendo os resultados do agente B.

### 3.1.3 Atos da Fala

A modelo de comunicação aplicada a comunicação dos agentes é Teoria dos Atos da Fala, este é um dos pilares sobre qual se fundamentam as linguagem de comunicação de agentes entre elas o FIPA ACL.

Segundo Austin (1990), existe uma premissa básica de que linguagem é ação, sendo utilizada para realizar atos (prometer, pedir, convencer, etc.).

A Teoria dos Atos da Fala iniciou-se com o trabalho do filósofo John Austin (1962) e foi mais tarde estendida por John Searle (1969). Esta teoria resulta da análise do discurso humano relativo às ações, pedidos, sugestões, compromissos e respostas. Estes dois trabalhos pretendiam estudar a linguagem como um veículo de comunicação (linguagem falada) e não a linguagem como meio de guardar conhecimento (linguagem escrita) (GLUZ; VICARI, 2003).

Searle e Austin estudaram os *Atos da Fala* dividindo-os em três tipos (ou níveis) distintos de *Atos da Fala*: os *Atos Locucionários*, os *Atos Ilocucionários* e finalmente os *Atos Perlocucionários*.

#### **Ato Locucionário**

Compreende o ato de proferir efetivamente ruídos, palavras ou sentenças com algum significado, portanto é essencialmente lingüístico. É considerado como elemento básico do discurso.

#### **Ato Ilocucionário**

Compreende essencialmente o “significado” que o falante tentou associar ao seu ato locucionário (sua locução) e que está tentando “transmitir” ao ouvinte (GLUZ; VICARI, 2003). É associado à ação propriamente dita que esta explícita no significado da locução praticado ao se enunciar determinada locução com certo fim convencional.

#### **Ato Perlocucionário**

Compreende os “efeitos” ocasionados no ouvinte em função da enunciação do ato da fala em si. Estes efeitos podem ser vinculados aos estados mentais ou pensamentos do ouvinte (GLUZ; VICARI, 2003)

Pode se resumir os três atos acima como: o ato locucionário seria “o que se diz”, isto é, o uso de sons e palavras com significado; o ato ilocucionário seria o “como se

diz”, aquele executado “ao dizer” uma locução com determinada força ilocucionária e o ato perlocucionário seria os efeitos alcançados “por dizer” algo (LADEIRA, 2001).

### 3.1.4 FIPA-ACL

Uma mensagem FIPA-ACL é composta por um ou mais elementos de mensagem. Cada situação exige um conjunto de elementos diferente. O único elemento obrigatório numa mensagem FIPA-ACL é o *performative*, que denota qual é o tipo de ato comunicativo de uma mensagem ACL, mas geralmente as mensagens também contêm o *sender* e o *receiver*.

A FIPA-ACL permite que o usuário crie outros elementos próprios de comunicação além dos listados na tabela 1. Entretanto a criação de novos elementos pelo usuário afeta a interoperabilidade com outros sistemas.

A Tabela 1 apresenta a lista de elementos possíveis em uma mensagem FIPA-ACL descritos pelo padrão FIPA2000.

Tabela 3.1: Elementos das mensagens FIPA-ACL

<b>Tipo do ato comunicativo</b>	
<i>Performative</i>	Tipo de ato de comunicação da mensagem.
<b>Participantes da Comunicação</b>	
<i>Sender</i>	Emissor da mensagem.
<i>Receiver</i>	Destinatário da mensagem.
<i>Reply-to</i>	Designa o agente que deve receber as respostas desta mensagem.
<b>Conteúdo de mensagem</b>	
<i>Content</i>	Conteúdo disposto na mensagem.
<b>Descrição do conteúdo</b>	
<i>Language</i>	Linguagem na qual esta descrito o conteúdo da mensagem.
<i>Encoding</i>	Codificação utilizada na conteúdo da mensagem.
<i>Ontology</i>	Ontologia utilizada para dar significado à expressão de conteúdo.
<b>Controle da conversação</b>	
<i>Protocol</i>	Protocolo de interação utilizado.
<i>Conversation-id</i>	Identificação da conversação em andamento.
<i>Reply-with</i>	Expressão de identificação que deverá ser usada pelo agente ao responder a mensagem
<i>In-reply-to</i>	Expressão que identifica a mensagem à qual se está respondendo.
<i>Reply-by</i>	Tempo máximo de espera pela resposta à mensagem.

Um elemento muito importante dentro da arquitetura de uma mensagem FIPA-ACL é o elemento *performative*. É ele que indica o propósito da mensagem enviada e deve constar em todas as mensagens FIPA. Na Tabela 3-2 são descrito todos os valores que o elemento *performative* pode receber.

Tabela 3.2: Valores aceitos no campo Performative

<b>Ato comunicativo</b>	<b>Descrição</b>
<i>Accept-Proposal</i>	Informa a aceitação de uma proposta prévia para executar uma ação.
<i>Agree</i>	Concordância em executar alguma ação, possivelmente no futuro.

<i>Cancel</i>	Informar a um agente que ele não necessita mais executar a ação previamente solicitada.
<i>Cfp (Call for Propossal)</i>	Solicita propostas para a execução de uma determinada ação.
<i>Confirm</i>	O emissor informa ao receptor que uma dada proposição é verdadeira, se o receptor estava incerto disso.
<i>Disconfirm</i>	Informa ao receptor que uma dada proposição é falsa.
<i>Failure</i>	Informa ao receptor que a ação solicitada por outro agente foi tentada mas falhou.
<i>Inform</i>	Informa ao receptor que uma dada proposição é verdadeira.
<i>Inform-If</i>	Serve para o emissor informar ao receptor se uma dada proposição é verdadeira ou não.
<i>Inform-Ref</i>	Serve para o emissor informar ao receptor o objeto que corresponde a um dado descritor.
<i>Not-Understood</i>	Informa ao agente receptor que entendeu que deve realizar uma ação mas não entendeu o que exatamente deve fazer.
<i>Propagate</i>	Solicita que o receptor manipule a mensagem encapsulada em anexo como se tivesse sido emitida diretamente a ele, e quer que o receptor identifique o agente no descritor da mensagem e propague a mensagem a ele.
<i>Propose</i>	Envia ao receptor uma proposta para efetuar alguma ação, dadas certas pré-condições.
<i>Proxy</i>	Solicita ao agente receptor que busque outros agentes, que se encaixem na descrição passada em anexo, e envie a esses agentes a mensagem em anexo.
<i>Query-If</i>	Pergunta a um agente se uma determinada proposição é verdadeira ou não.
<i>Query-Ref</i>	Solicita um agente um determinado objeto descrito numa expressão referencial.
<i>Refuse</i>	Ação de se recusar a executar uma dada ação e explicar a razão porquê.
<i>Reject-Proposal</i>	Ação de rejeitar a execução de alguma ação, durante uma negociação.
<i>Request</i>	Solicita ao receptor que ele execute alguma ação.
<i>Request-When</i>	Solicita ao receptor que ele execute alguma ação, quando uma dada proposição for verdadeira.
<i>Request-Whenever</i>	O agente emissor solicita ao receptor que ele execute alguma ação, assim que uma dada proposição for verdadeira e que a continue executando cada vez que ela se tornar verdadeira novamente.
<i>Subscribe</i>	Solicita a notificação do valor das atualizações no valor de uma dada referência.

No Agente de Perfil do Usuário, num primeiro momento, serão utilizadas as performativas *request*, *agree*, *inform* e *cancel*. Na descrição das mensagens trocadas pelo Agente de Perfil Usuário no Anexo A, pode-se observar como é feito o uso dessas performativas.

Através da utilização da plataforma FIPA-OS o agente desenvolvido neste trabalho estará integrado à plataforma Educacional PMA3, ao ambiente AMPLIA e ao portal PortEdu. O primeiro é um projeto desenvolvido na UCS e os últimos dois são resultados de projetos de pesquisa em desenvolvimento no grupo de Inteligência Artificial da UFRGS.

### 3.2 PMA3

A Plataforma MultiAgente para Ambientes de Aprendizagem (PMA3) é um projeto da Universidade de Caxias do SUL – UCS e tem por objetivo disponibilizar infra-estrutura e ferramentas para Sistemas Multiagente necessárias para ambientes de aprendizado (AA).

Entende-se por infra-estrutura, todo o suporte para SMAs (ciclo de vida de agentes, comunicação entre agentes e comunicação entre plataformas diferentes). Quanto às ferramentas necessárias em ambientes de aprendizagem, incluem-se

ferramentas para interação entre os usuários, gerenciamento de exercícios, serviço de organização do sistema, armazenamento de dados, elaboração de textos e interface gráfica para os usuários.

A idéia fundamental da PMA3 é que ela seja utilizada para o desenvolvimento de AAs quaisquer pois apesar de fornecer toda a infra-estrutura e ferramentas para AA, o desenvolvimento destes é feito de forma independente, podendo seu criador desenvolver ferramentas específicas dentro de cada contexto. Tais ferramentas devem necessariamente ser compatíveis com a PMA3 e fundamentalmente com as especificações FIPA.

O desenvolvimento do projeto PMA3 inclui a criação de um ambiente de aprendizado de algoritmos que é composto por um agente FIPA de compilação linguagem estruturada de algoritmos.

Todas as funcionalidades da PMA3 foram implementadas na forma de agentes e não como serviços fornecidos diretamente pela plataforma. Entre as funcionalidades disponíveis na PMA3 estão: armazenamento de dados, ferramentas para interação entre os usuários do AA, gerenciamento de exercícios, usuários e grupos, ferramentas para a visualização de interações, ferramentas para a navegação (*web*) colaborativa e gerenciamento das interfaces entre usuário e o ambiente do AA.

A seguir na Figura 3.3 é mostrado um exemplo de um Ambiente de Aprendizado utilizando a PMA3.

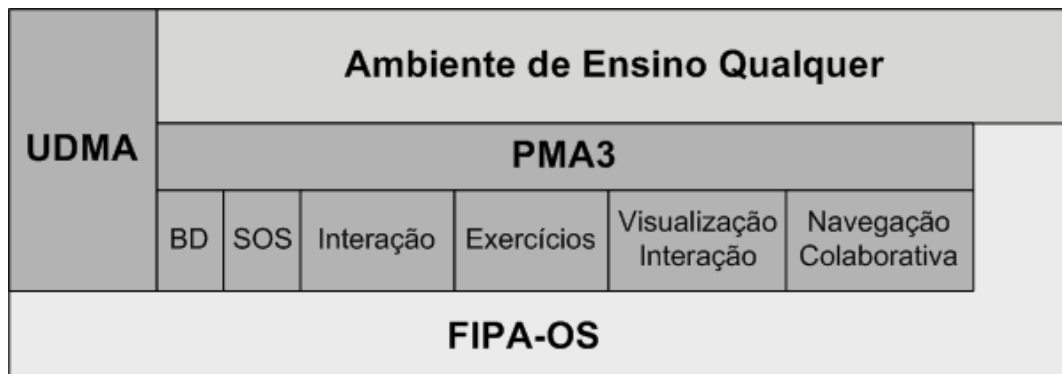


Figura 3.3: Visão em camadas de um Ambiente de Aprendizado construído com a PMA3

Observa-se que o nível mais abaixo da arquitetura é FIPA-OS, que disponibiliza os serviços básicos de um sistema multiagente baseado FIPA (DF, AMS, MTS, ACL, etc.). Numa camada intermediária encontra-se a PMA3, que adiciona a infra-estrutura necessária e ferramentas para os ambientes de aprendizagem. No nível mais alto, encontram-se os AAs, eles utilizam toda a infra-estrutura fornecida pela PMA3 e pelo FIPA-OS e adicionam suas funcionalidades específicas.

No projeto Portedu, a PMA3 fornece ao Agente de Perfil de Usuário facilidades de implementação, comunicação e padronização. Toda a comunicação do Agente de Perfil do Usuário com os demais agentes da plataforma FIPA é realizada utilizando a estrutura de comunicação fornecida pela PMA3. Isso facilita a implementação e padroniza o código.

### 3.3 AMPLIA

O AMPLIA (VICARI, 2003) é um ambiente inteligente de aprendizagem, projetado como um recurso adicional para a formação dos estudantes de Medicina. Para o propósito do ensino médico, estudantes de medicina devem desenvolver entre outras habilidades: a construção de um modelo hipotético e o raciocínio diagnóstico, ambas destinadas à solução de problemas. O aluno deve ter a oportunidade de construir modelos diagnósticos de enfermidades, incluindo as causas prováveis, os sintomas associados e, finalmente, avaliar a aplicação do modelo. Desse modo, o aluno tem a oportunidade de, ativamente, aplicar estratégias de ação enquanto elabora o seu raciocínio diagnóstico.

O AMPLIA usa uma abordagem construtivista, com finalidades de ensino e aprendizagem, na Web. A proposta é apresentar este ambiente de aprendizagem inteligente multiagente, de acordo com os seguintes critérios: primeiro, o aluno elabora seu próprio modelo de conhecimento e o sistema interage com o aluno, levando-o a avaliar e reavaliar suas decisões; segundo, feedback e informações adicionais estão disponíveis a todo o momento e, terceiro, se necessário, um processo de negociação entre os agentes e o aluno acontece como um meio de motivá-lo revisar seu modelo. A proposta do projeto AMPLIA é criar um ambiente inteligente que medie (tutor) as discussões entre o aluno (humano) e o especialista (agente artificial), baseado em modelos do domínio e estruturas argumentativas. Os modelos do domínio são representados por redes Bayesianas<sup>1</sup> (BN). As estruturas argumentativas são baseadas em estratégias pedagógicas construtivistas, cuja intenção é criar um contexto de diálogo interativo que permita ao aluno aprender através da construção de seu modelo cognitivo (no caso, a solução para um diagnóstico).

O ambiente AMPLIA fornece ao aluno uma ferramenta gráfica para modelagem Bayesiana de seu conhecimento sobre um problema a ser diagnosticado, baseado num estudo de caso, proposto pelo sistema. O aluno, por sua vez, passa a interagir com o sistema através da troca de mensagens com o agente que o representa no ambiente, e da modificação de seu modelo bayesiano (modelo do conhecimento do aluno sobre o problema a ser resolvido). A cada ciclo de interação o modelo bayesiano do aluno é submetido a uma avaliação pelo sistema.

Os nodos da rede bayesiana no ambiente AMPLIA possuem uma classificação conforme sua função e importância dentro da rede. Esta classificação pode ser observada na Tabela 3.3 a seguir.

Tabela 3.3: Classificação dos nodos da rede bayesiana dentro do Ambiente AMPLIA

Nome	Descrição
Diagnóstico	Sempre deve existir na rede.
Trigger	Quando presente, reforça o nodo diagnóstico como solução potencial.
Essencial	Deve estar presente para assegurar a identificação do diagnóstico.

<sup>1</sup> Russel (1995) definiu uma rede Bayesiana como sendo uma tripla  $(N, E, P)$ , onde  $N = \{X_1, \dots, X_n\}$  é o conjunto de nós (variáveis com os estados possíveis de cada  $X_i$  representado pelo conjunto mutuamente exclusivo  $\{X_i\}$ ),  $E$  é o conjunto de arcos orientados tal que  $D = \{N, E\}$  é um DAG e  $P$  é a distribuição de probabilidades  $P(x_1, \dots, x_n) = \prod_i p(x_i | pa(X_i))$ , onde  $pa(X_i)$  são os nós com arcos incidindo em  $X_i$  (*pais* de  $X_i$ ). Arcos representam dependência direta entre variáveis, mensurada por tabelas de distribuição de probabilidades condicionais  $p(x_i | pa(X_i))$ . Se  $pa(X_i)$  não existir, a tabela de  $X_i$  se reduz à distribuição de probabilidades dos estados  $x_i$  de  $X_i$ .

Complementar	Estando presente aumenta a probabilidade do diagnóstico.
Excludente	Estando presente diminui a probabilidade de confirmação do diagnóstico.
Desnecessário (bogus)	Não é necessário para confirmação do diagnóstico.

---

O AMPLIA é um ambiente *multiagente* que compara seu modelo de domínio com o modelo construído pelo aluno, e, se estes modelos forem diferentes e se existir conflito entre os dois agentes, é iniciado um processo de negociação, baseado em estratégias pedagógicas, de forma a induzir o aluno a revisar seu modelo. Essa revisão pode levar a modificação, ou não, de seu modelo, dependendo da avaliação dos argumentos repassados ao aluno.

As inconsistências identificadas no modelo do aluno são repassadas ao Agente de Perfil do Usuário para serem utilizadas pelo Agente de Recuperação da Informação que recuperará informações na Web ou internamente no Portedu.. As informações recuperadas poderão ser utilizadas estrategicamente pelo ambiente como recurso adicional no processo de construção do conhecimento do aluno.

As figuras 3.3a e 3.3b apresentam exemplo de redes bayesiana, sobre diagnóstico da Dengue modelada por um especialista e uma rede criada por um aluno hipotético. Estas redes foram criadas utilizando a ferramenta gráfica do AMPLIA.

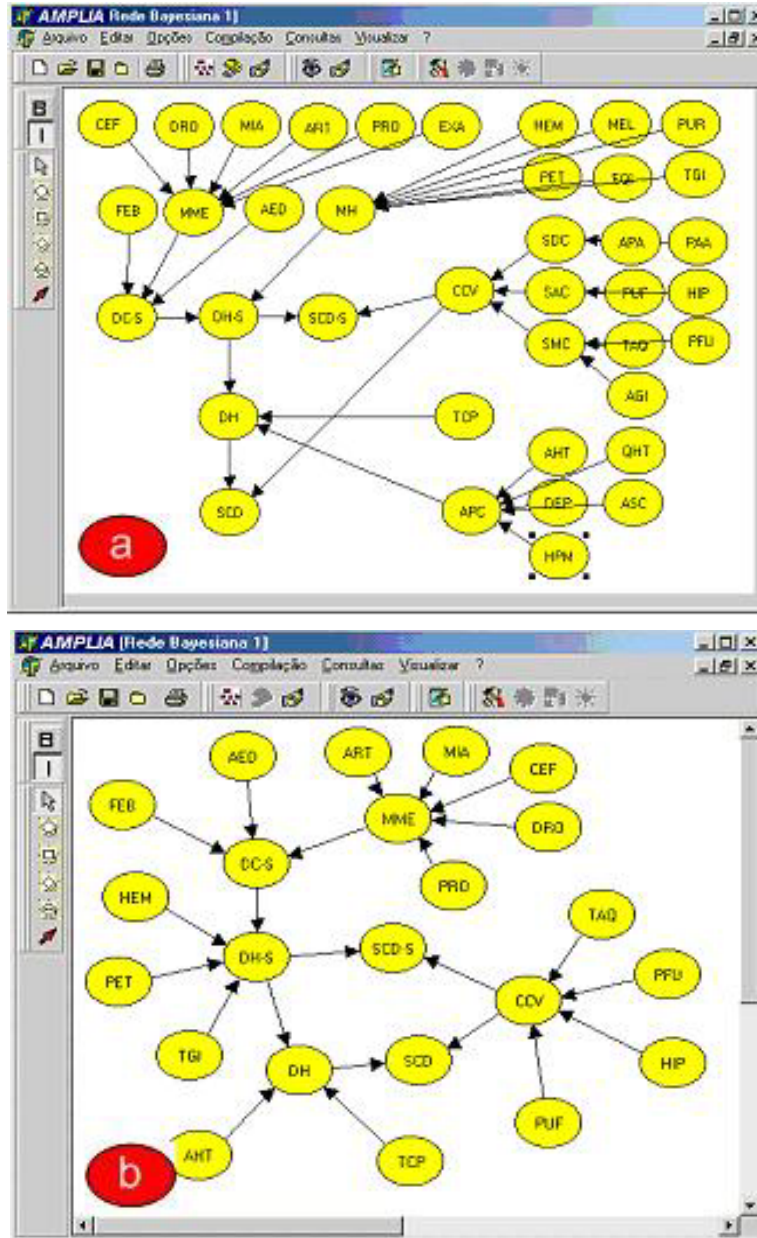


Figura 3.4: Rede do Especialista do Domínio e Rede hipotética do aluno, respectivamente

O editor gráfico colaborativo é disponibilizado ao usuário através do PortEdu como um serviço específico do ambiente AMPLIA. A arquitetura do ambiente AMPLIA é demonstrada na Figura 3.4 e seus agentes são descritos na seqüência.



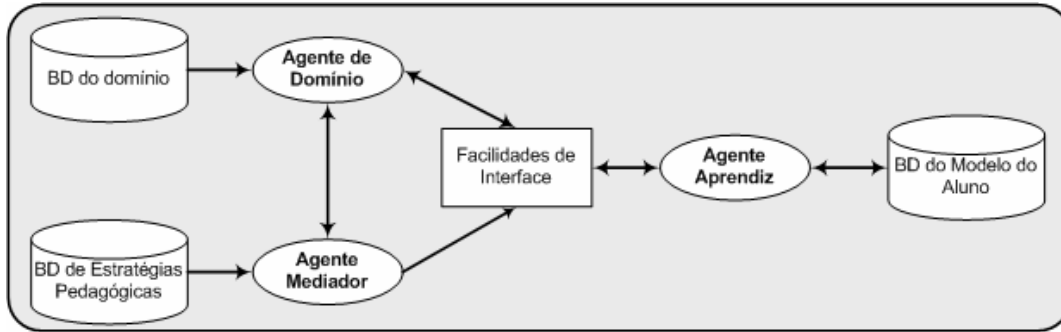


Figura 3.5: Arquitetura do Sistema AMPLIA

### 3.3.1 Agente Aprendiz

O Agente Aprendiz representa o aluno no ambiente multiagente, ou seja, é através do Agente Aprendiz que o aluno interage com o AMPLIA.

Esta representação é constituída pelo modelo do aluno que, por sua vez, é formado por informações fornecidas pelo próprio aluno. O modelo do aluno é continuamente atualizado pelo Agente Aprendiz, que possui assim a representação virtual do aluno no ambiente. É o Agente do Aprendiz que se comunica com os agentes externos do AMPLIA dentro da plataforma FIPA, assim é possível complementar as informações a respeito do aluno e repassar as informações para o Agente de Perfil do Usuário.

As informações capturadas pelo Portedu possibilitam ao Agente Aprendiz negociar com os demais agentes as diferentes estratégias pedagógicas para desenvolver o processo de aprendizagem do aluno.

### 3.3.2 Agente Mediador

O Agente Mediador do ambiente AMPLIA toma decisões sobre como e quando intervir no processo de construção do modelo de rede do aluno, após ter identificado um conflito ou impasse (por exemplo, quando há erros de construção da rede, quando a rede é inviável, etc...), mas também pode agir mediante uma solicitação do aluno. A função principal do Agente Mediador, entretanto, é selecionar a estratégia pedagógica mais apropriada, possibilitando a solução de conflitos no ambiente. Ou seja. O Agente Mediador coordena a negociação que ocorre entre os demais agentes: Agente de Domínio e Agente Aprendiz.

É o Agente Mediador que toma a decisão sobre qual o melhor momento de disponibilizar ao aluno os conteúdos recuperados pelo PortEdu, pois esta tarefa depende da estratégia pedagógica escolhida.

### 3.3.3 Agente de Domínio

O Agente de Domínio tem a função de comparar a rede modelada pelo especialista do Domínio com o modelo construído pelo aluno, identificando os ponto de conflito, de acordo com uma tabela de categoria dos nodos que permite a classificação da rede. O resultado desta análise é encaminhado para o Agente Mediador.

O Agente de Domínio tem acesso à Base de Dados do Domínio que contém classificação dos nodos, os recursos de explanação fornecidos pelo especialista (sob a forma de argumentos), um texto sobre o problema modelado (o estudo de caso propriamente dito) e uma relação de nodos para o estudo de caso.

### 3.3.4 FACIL

Apesar das especificações FIPA afirmarem ser possível a utilização de FIPA para a comunicação entre agentes desenvolvidos nos mais diferentes ambientes, a realidade se mostra diferente.

A integração do ambiente AMPLIA, desenvolvido em Delphi, e a plataforma FIPA-OS se mostrou bastante difícil. Tal dificuldade se dá pelo fato de não haver, até o momento, nenhuma implementação de API FIPA para o ambiente Delphi. A grande maioria das implementações FIPA encontradas são desenvolvidas para a linguagem JAVA.

Diante desta realidade, o grupo de desenvolvimento do AMPLIA, achou necessária a utilização de uma interface para a comunicação dos agentes implementados em Delphi e a plataforma FIPA, esta interface é *FIPA-ACL Interface Library* ou simplesmente FACIL (GLUZ, 2003).

A biblioteca FACIL disponibiliza uma interface de programação onde é possível desenvolver aplicações, agentes e sistemas multiagente que se comunicam através de atos comunicativos da linguagem FIPA-ACL.

A FACIL foi desenvolvida com intuito de permitir a comunicação entre agentes FIPA e agentes implementados na linguagem Delphi.

Testes preliminares mostram que a comunicação entre os agentes da plataforma FIPA-OS e os agentes do ambiente AMPLIA que utilizam a biblioteca FACIL ocorre de maneira bastante satisfatória.

## 3.4 Integração das tecnologias

Todas as tecnologias demonstradas neste capítulo trabalham de forma integrada e autônoma. O formato desta integração é o tema desta seção.

A integração da PMA3 com o projeto se dá através dos agentes do PortEdu que utilizam sua API de desenvolvimento rápido FIPA. Inicialmente os demais serviços da PMA3 não estão sendo utilizados. No capítulo 5 onde é tratado a implementação do Agente de Perfil de Usuário isto será detalhado.

A integração entre o ambiente AMPLIA, através do seu agente COMServer<sup>2</sup> e o PortEdu se dará através do protocolo FIPA-ACL descrito na seção 3.1. As mensagens FIPA encapsularão mensagens XML com os conteúdo das mensagens a serem trocadas.

A figura 5.6, a seguir, mostra as tecnologias envolvidas se integrando ao PortEdu.

---

<sup>2</sup> O COMServer é o agente do AMPLIA responsável pela comunicação interna e externa dos agentes. O COMServer implementa a biblioteca FACIL de comunicação permitindo assim que os agentes do AMPLIA se comuniquem com o meio externo através do protocolo FIPA.

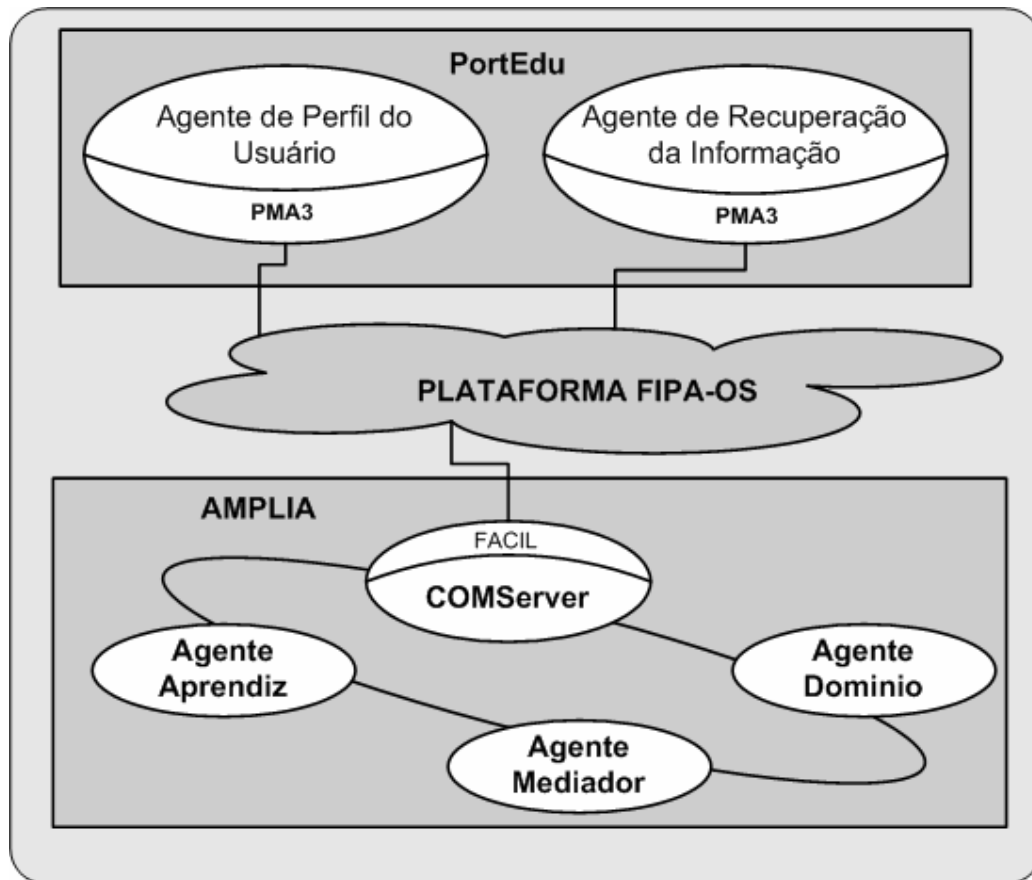


Figura 3.6: Integração das tecnologias envolvidas

Pode-se observar na figura 3.6 que as APIs FACIL e PMA3 atuam como interfaces de agentes para o acesso à plataforma FIPA.

## 4 O PROBLEMA

O final do século XX e o começo do século XXI, com a globalização e mundo moderno, vêm mudando as demandas do mercado de trabalho pelo mundo. O mercado esta se transformando e exigindo cada vez mais das pessoas que se atualizem para poderem disputar um lugar nesse mercado ou mesmo simplesmente permanecerem empregadas. Neste contexto, o ensino a distancia é uma importante via de atualização e acesso ao conhecimento para muitas pessoas.

Mas a experiência com usuários diversos utilizando ambientes de ensino a distancia mostra que pessoas com dificuldade em determinados assuntos, durante a utilização de um sistema de ensino a distancia, recorrem, na maioria das vezes, à pesquisas na web com intuito de localizar informações adicionais sobre o tema estudado. Entretanto esta busca/pesquisa nem sempre é satisfatória.

Os mecanismos de busca existentes, baseados em busca de palavra-chave, retornam centenas, e por vezes, milhares de resultados a uma busca. Na tentativa de evitar que o usuário percorra toda a lista em busca de resultados relevantes, os mecanismos de busca realizam uma classificação do resultado de forma genérica não levando em consideração as necessidades específicas do usuário, nem a finalidade da busca. Esta classificação nem sempre trás o resultado esperado. Nessas situações o usuário tem duas alternativas, ou ele percorre toda a lista em busca de *links* que lhe pareçam interessantes, ou refaz a busca inserindo outras palavras chaves na tentativa de refinar a busca.

A maioria dos mecanismos de busca personalizada simplesmente classifica o resultado obtido de forma binária. Isto é, classificam o conteúdo resultante de uma pesquisa como “interessante” e “não-interessante” de acordo com um perfil de usuário previamente elaborado, o qual, na maioria das vezes, é elaborado com a intervenção explicita do usuário.

No contexto educacional avaliar um conteúdo simplesmente de forma binária não se mostra como a melhor alternativa. É preciso saber se:

- o conteúdo será capaz de auxiliar o aluno no seu aprendizado;
- se esta de acordo com o nível cognitivo do aluno;
- se traz contribuições para a solução do problema que o aluno precisa resolver;
- se esta na forma que o aluno prefere;
- se esta escrito em um idioma que o aluno compreende;
- se é acessível ao aluno levando em consideração as ferramentas computacionais disponíveis, tais como largura de banda de rede,

softwares disponíveis, e capacidade de processamento do computador disponível;

Os três primeiros itens são de caráter pedagógicos e devem ser inferidos pelo conjunto de agentes do ambiente de ensino ancorado no portal, já os demais itens são independentes da estratégia pedagógica e podem ser inferidos pelo Agente de Perfil do Usuário.

Sistemas de buscas devem levar em conta que diferentes usuários, mesmo realizando buscas sobre o mesmo tema, devem receber resultados que atendam suas expectativas específicas. Como exemplo pode-se citar a busca pelo termo “apple”, onde o resultado pode ser tanto sobre informações dos famosos computadores Machintosh de Steve Jobs como informações nutricionais sobre a maçã.

A universidade, como produtora de conhecimento e com o compromisso de prestar serviços a comunidade, através de ensino e pesquisa, necessita desenvolver capacidades para lidar com esses novos desafios.

## 4.1 Trabalhos Relacionados

Nesta seção será apresentado um estudo sobre algumas aplicações de busca personalizadas de informações na Web. Ao final dessa seção será apresentada uma comparação entre os trabalhos citados.

### 4.1.1 Toogle

O Toogle (RUVINI, 2003) é um *front-end* inteligente para a ferramenta de busca Google voltado para dispositivos portáteis.

O Toogle primeiro apresenta a classificação do resultado utilizando o algoritmo do próprio Google, mas a cada clique do usuário em um dos *links*, ele atualiza o perfil de preferências do usuário e re-organiza novamente a lista de resultados colocando os *links* mais relevantes segundo o perfil do usuário no topo da lista. Essa nova lista entende-se que é mais próxima daquilo que o usuário deseja.

O Toogle se baseia na premissa de que não existe um mapeamento exato entre o que é consultado e o que é obtido em uma busca. Pois acredita-se que o comportamento navegacional de um usuário é diferente para cada resultado desejado, mesmo que a consulta seja a mesma.

O aprendizado do interesse do usuário se dá por identificação de exemplos positivos, assumindo que os *links* clicados pelo usuário são exemplos positivos e os *links* não clicados são exemplos negativos.

### 4.1.2 Fênix

O sistema Fênix (DELICATO, 2001) é um sistema multiagente para filtragem de informações desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro. A filtragem é feita baseada num perfil de interesse do usuário. Cada busca feita recebe uma realimentação do usuário sobre a relevância dos itens recuperados. A busca melhora gradualmente, necessitando de várias buscas para um resultado satisfatório. O perfil do usuário é composto de termos retirados dos documentos pesquisados.

No sistema Fênix, cada agente possui um grupo de perfis individuais. Um único usuário pode ter vários agentes, sendo um para cada domínio. Esses agentes são

responsáveis pelas tarefas de busca na web, classificação e listagem do conteúdo, sendo uma pra cada perfil do usuário.

A seguir na Figura 4.1 é demonstrada a arquitetura do sistema Fênix.

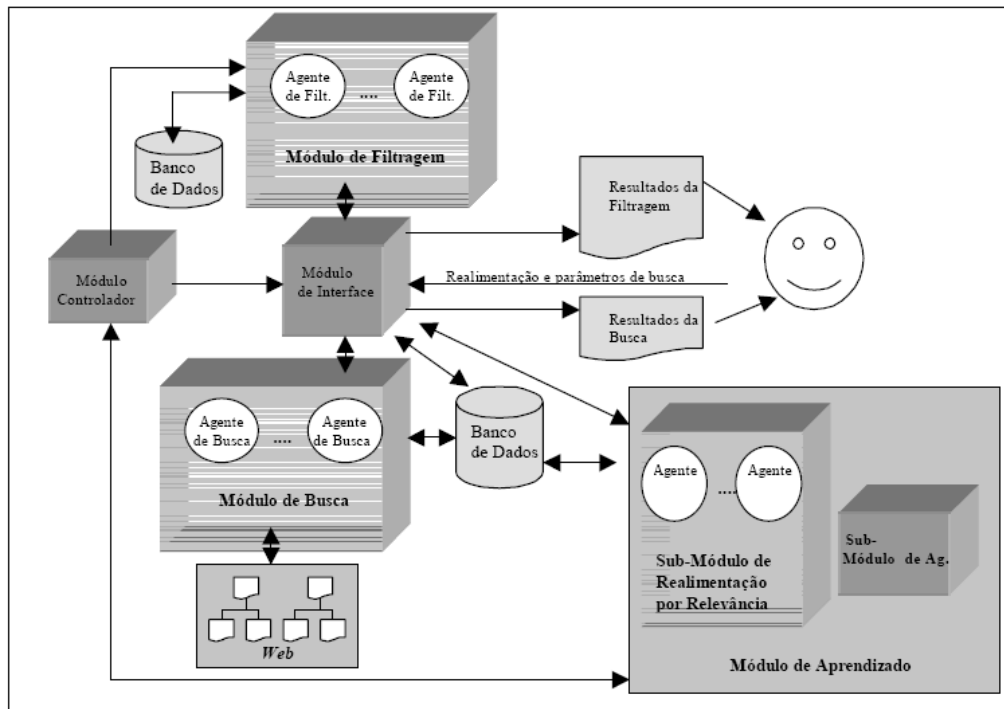


Figura 4.1: Arquitetura do Sistema Fênix

É possível notar na Figura 4.1 que a participação do usuário se limita a fornecer os parâmetros de busca e a realimentação do sistema, não levando em conta seu nível cognitivo.

#### 4.1.3 Foxtrot

O Foxtrot (MIDDLETON, 2002) é um sistema de recomendação on-line de artigos de pesquisa a partir de uma base de dados dinâmica. Uma ontologia é utilizada para representar os perfis, permitindo assim inferir mais informações sobre o usuário. O Foxtrot utiliza a ontologia do tópico de pesquisa do artigo para inferir o interesse do usuário além daquele demonstrado por ele.

Este sistema pode ser considerado um híbrido entre um sistema de recomendação e um sistema de busca de artigos baseado em banco de dados. O Foxtrot possui um banco de dados de artigos organizados pela ontologia do tópico de pesquisa.

Um monitoramento das atividades do usuário na Web é realizado, adicionando cada artigo encontrado por ele à base de dados.

A seguir, na figura 4.2 é apresentada a tela de recuperação de artigos científicos do sistema Foxtrot.

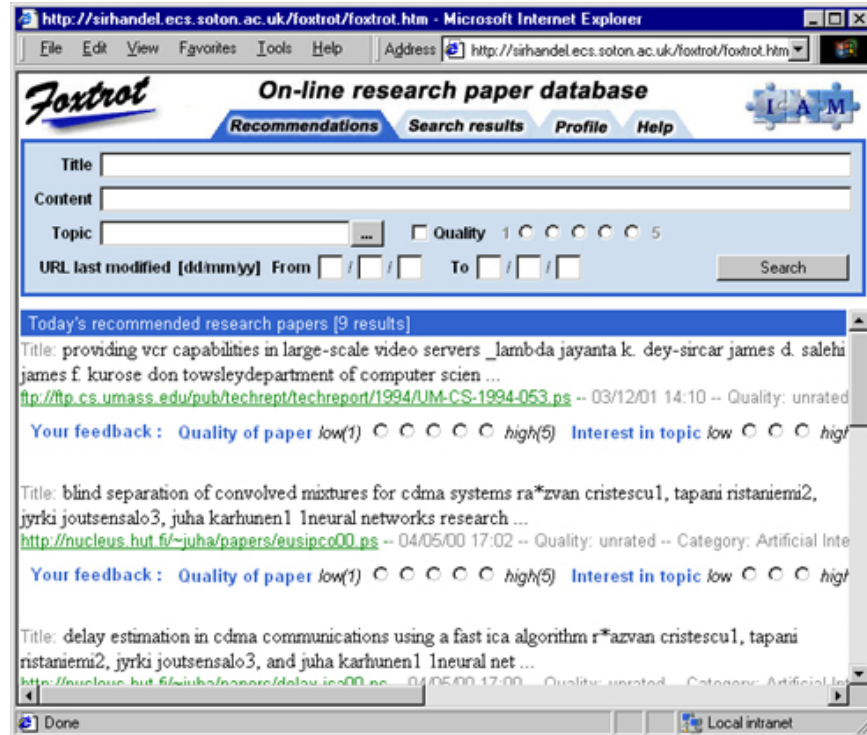


Figura 4.2: Foxtrot – Sistema de recomendação da artigos científicos baseado em ontologia

Outros trabalhos que podem ser citados nesta área são o Infofinder (KRULWICH, BURKEY, 1997), Letizia (LIEBERMAM, 1995), Search Advisor (TSINAKOS, 1997) e WebWatcher (JOACHIMS, 1997). Apesar de serem excelentes ferramentas, não foram detalhados neste trabalho por já terem sido objeto de pesquisa dentro do nosso grupo (ABREU, 2003).

A seguir na Tabela 4.1 é realizada uma comparação entre as principais características dos sistemas pesquisados.

Tabela 4.1: Comparação entre os trabalhos relacionados e PortEdu

	Toogle	Fênix	Foxtrot	PortEdu
Sistema de Recomendação	Não	Não	Sim	<b>SIM</b>
Sistema de Filtragem e Classificação	Sim	Sim	Não	<b>SIM</b>
Perfil Histórico ou Instantâneo	Instantâneo	Histórico	Histórico	<b>AMBOS</b>
Realimentação por Relevância	Não	Sim	Sim	<b>SIM</b>
Somente Busca Explícita	Sim	Sim	Sim	<b>Não</b>
Preferência de Apresentação	Não	Não	Não	<b>SIM</b>
Filtragem Colaborativa	Não	Sim	Sim	<b>SIM</b>
Implementação em Forma de Agente	Não	Sim	Sim	<b>SIM</b>
Comunicação baseada em FIPA	Não	Não	Não	<b>SIM</b>
Arquitetura aberta	Não	Não	Não	<b>SIM</b>

É possível notar na tabela acima que apesar de serem trabalhos bons, nenhum dos trabalhos analisados podem ser considerados completos. O PortEdu é sistema que reúne o maior número de características positivas dentre todos os comparados e com o diferencial de ser o único dirigido para o contexto da educação.



## 5 SOLUÇÃO PROPOSTA

O PortEdu pode claramente ser classificado como um sistema de Recomendação de Informação. Nestes sistemas, as consultas dos usuários não são feitas através de uma ou duas palavras-chave, o que é muito comum em sistema de Recuperação de Informação (RI). Ao contrário, em sistemas de recomendação, as consultas são realizadas levando em conta um conjunto extenso e detalhado de informação, formando o que é conhecido como perfil. É na tarefa de elaborar este perfil que se enquadra o Agente de Perfil do Usuário.

Não se pretende aqui criar novos conceitos para agentes. Nosso agente possui características presentes em várias das definições citadas na Seção 2. No caso do Agente de Perfil do Usuário, ele estará situado em um ambiente específico percebendo-o através de sensores. O Agente de Perfil do Usuário possui a capacidade de inferir em seu contexto de forma autônoma.

O perfil do usuário é extremamente importante num sistema de recomendação, pois ele representa o comportamento do usuário enquanto utiliza o sistema. Segundo Ruvini (2003), o comportamento de um usuário em uma determinada busca, depende do resultado esperado na busca, ou seja, depende do interesse do usuário.

Um sistema de recomendação não deve se preocupar apenas em encontrar informação relevante ao problema do usuário, mas também em formatá-la de forma que o usuário possa compreendê-la melhor (SARWAR; et al, 2001).

Os sistemas de recomendação podem ajudar a tratar a massa de informação disponível na Web. Eles removem a sobrecarga de perguntas explícitas ao usuário, aprendem perfis de classificação dos documentos e temas relevantes aos usuários, recomendando então novos artigos que outros usuários similares gostaram ou são similares aos artigos previamente relevantes (MIDDLETON, 2002).

Segundo a literatura (HERLOCKER; et al., 1999) e (SCHAFER et al., 2001) os Sistemas de Recomendação são capazes de identificar e aprender as preferências e necessidades de um usuário, gerando recomendações customizadas ao seu perfil.

O perfil do usuário contém todas as informações que o sistema conhece a respeito do usuário. Os valores serão iniciados com um pequeno questionário ou com valores padrões.

O mecanismo de aprendizagem utilizado pelo Agente de Perfil de Usuário é a realimentação por relevância, amplamente utilizado em sistemas de recuperação de informação (FRAKES; BAEZA-YATES, 1992).

Para realizar a filtragem personalizada de informações, este trabalho se baseia em duas abordagens, na tecnologia baseada em perfil do usuário e na tecnologia baseada em agentes.

O projeto PortEdu está situado na área de Sistemas Multiagente. A escolha por este modelo foi natural, pois o PortEdu é um portal aberto e disposto a ancorar ambientes de ensino diversos, não tendo um problema específico a ser resolvido. Apesar de ter fundamentalmente a finalidade de auxiliar o aluno no aprendizado, os agentes do PortEdu são amplos servindo também a outros propósitos.

O Agente de Perfil do Usuário não é distribuído. Ele está vinculado ao mesmo servidor do portal. Mas os ambientes de ensino ancorados no PortEdu podem ser distribuídos, e esse é caso do ambiente AMPLIA.

O Sistema Multiagente do PortEdu será suportado pela plataforma multiagente FIPA especificamente a implementação FIPA-OS que serão detalhados na seção 3.1.

## 5.1 Arquitetura Geral

O Agente de Perfil do Usuário comunica-se com o Agente de Recuperação da Informação que por sua vez comunica-se com diferentes mecanismos de busca existentes na *Web*.

O Agente de Recuperação da Informação filtra e classifica os documentos recuperados sem interação direta do aluno, utilizando as preferências do mesmo a partir de seu perfil fornecido pelo Agente de Perfil do Usuário.

Os documentos selecionados como relevantes são aqueles que atendem todos os requisitos do perfil correspondente. Estes documentos selecionados são repassados para os agentes do ambiente de ensino ancorado no PortEdu que decidem quando disponibilizá-los ao aluno.

Os agentes do ambiente de ensino devem fornecer ao Agente de Perfil do Usuário uma realimentação positiva ou negativa para os documentos apresentados. Essa realimentação é usada para modificar o perfil do usuário e para armazenar o documento em um repositório de link, o que aumentará a eficácia das próximas buscas. Esse mecanismo é conhecido como realimentação por relevância e é a principal forma do PortEdu validar suas informações.

Técnicas de realimentação por relevância fornecem recursos para se corrigir automaticamente um perfil de modo a permitir que ele reflita com maior acuracidade os interesses dos usuários.

Na Figura 5.1 a seguir é demonstrado a interação dos agentes do PortEdu.

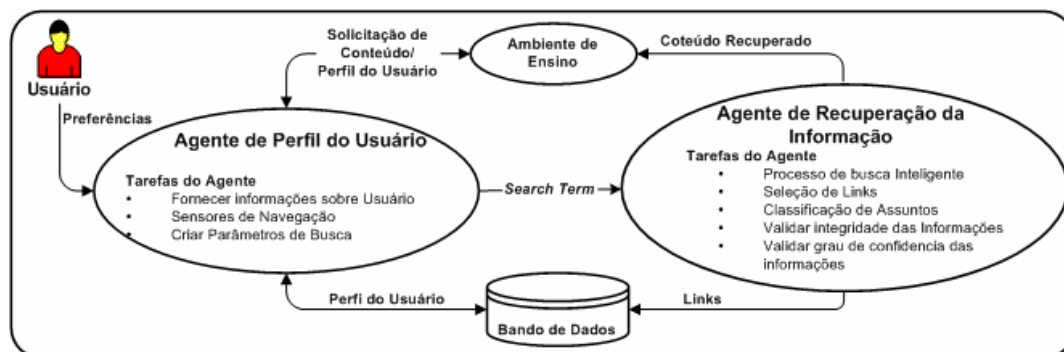


Figura 5.1: Estrutura do Ambiente

No PortEdu o refinamento da informação recuperada é feito de forma automática, baseado nas informações disponíveis sobre o perfil do usuário, modelo do estudante, e ontologias (cada ambiente de ensino possui sua própria ontologia).

No campo de IA, a definição mais citada de ontologia é a de Gruber (1995): “uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização”.

## 5.2 Agente Perfil do Usuário

O Agente de Perfil do Usuário (UPA) é porta de entrada do PortEdu, é através dele que as informações entram e saem do portal. É com o Agente de Perfil do Usuário que os agentes externos se comunicam. Ele é responsável por:

- Capturar informações sobre o perfil do usuário;
- gerenciar o perfil do usuário;
- receber solicitações externas de outros agentes;
- criar e enviar parâmetros de busca construídos com base no perfil do usuário e;
- devolver ao agente solicitante o conteúdo solicitado.

Segundo Claypool (2001) a aquisição de perfil do usuário se divide em duas abordagens: aquisição implícita e aquisição explícita. O Agente de Perfil do Usuário é um agente que utiliza as duas abordagens de acordo com o sistema de ensino ancorado no portal.

Para capturar informações do usuário o Agente de Perfil do Usuário utiliza tanto dados provenientes da interface como dados dos agentes do ambiente de ensino ancorado. No caso do AMPLIA o Agente Mediador é quem está em comunicação direta com o Agente de Perfil do Usuário, fornecendo as informações necessárias sobre o aluno e solicitando, quando necessário, conteúdo instrucional adicional.

O Agente de Perfil do Usuário possui quatro formas principais de detectar as características do Usuário, são elas:

- Questionário inicial sobre informações básicas do usuário;
- informações sobre o usuário recebidas de outros agentes dentro da plataforma;
- *feedback* sobre os *links* de auxílio oferecidos pelo portal e;
- análise de *logs* de acesso do servidor web.

Num primeiro momento e para efeito de teste, as informações sobre o perfil do usuário são restritas se limitando a dados básico do usuário, algumas preferências e informações sobre a resolução dos exercícios propostos pelos ambientes.

As informações capturadas pelo protótipo do Agente de Perfil do Usuário num primeiro momento são:

- Dados pessoais – informações básicas sobre o usuário como nome, e-mail, curso de graduação, etc;

- Preferências - são capturadas informações sobre preferência de idiomas e formato de arquivos.
- Resolução de Exercícios - são armazenadas informações de todos os exercícios que o usuário tenha se proposto a fazer, mesmo que este exercício não tenha sido plenamente resolvido.

Os dados pessoais são capturados durante o cadastro do usuário no portal. Essas informações são importantes para identificação do usuário e para gerenciamento do portal. Futuramente, nas próximas versões do PortEdu, alguns desses dados como e-mail e número do icq que estão previstos, serão utilizados para incluir características de ensino colaborativo ao portal.

As preferências do usuário podem ser inferidas de duas maneiras, a primeira é a partir de informações fornecidas pelo STI a respeito do conteúdo oferecido e a segunda a partir de informações fornecidas pelo próprio usuário.

STIs mais sofisticados são capazes de descobrir se o conteúdo adicional fornecido foi capaz de auxiliar o usuário no aprendizado e esta informação é repassada ao Agente de Perfil de Usuário para armazenamento. Já em STIs que não possuem esta capacidade o Agente de Perfil do Usuário terá que indagar o próprio usuário a fim de descobrir o grau de utilidade que o conteúdo fornecido teve. Neste caso o usuário dá uma nota de 1 a 10 para o material disponibilizado. Com base nesta avaliação o Agente de Perfil do Usuário, quando necessário, calcula a média que determinará qual a preferência do usuário quanto a idioma e formato de arquivo. Essa média é determinística, ou seja, se documentos em um determinado idioma têm ajudado o usuário, consideramos que o usuário prefere esse idioma. O mesmo ocorre com o formato de arquivo.

### **5.2.1 Solicitação de Auxílio**

O principal papel dos agentes do PortEdu é fornecer auxílio ao usuários dos ambientes de ensino ancorados no portal.

Este auxílio pode ser dar de duas maneiras, através de material complementar ou acesso a outro usuário capaz de auxiliar.

Os materiais complementares disponibilizados pelo PortEdu são coletados através de recuperação de informação na Web. A tarefa de recuperar estas informações é realizada pelo Agente de Recuperação da Informação e é através dela que novos conteúdos são agregados ao banco de dados do portal. O procedimento de recuperação informação na Web será descrito na seção 5.4.2.

O PortEdu também pode auxiliar o usuário fornecendo acesso a outros usuários que sejam capazes de ajudar na resolução de um estudo de caso. Portanto, o Agente de Perfil do Usuário considera que usuários que tiveram dificuldades semelhantes em um estudos de caso são capazes de auxiliar outros usuários na resolução do mesmo.

Ao receber uma solicitação de auxílio o Agente de Perfil do Usuário, além de iniciar o processo de recuperação de informação, realiza uma busca no banco de dados para descobrir quais usuários que estão “logados” já resolveram o estudo de caso em questão. A informação retornada do banco de dados é repassada ao ambiente de ensino que se encarrega de disponibilizá-la ao usuário.

Se entre estes usuários existem usuários do tipo “professor”, estes são mais bem classificados para que tenham prioridade.

A seguir na figura 5.5 é demonstrado um diagrama de seqüência<sup>3</sup> baseado na metodologia AUML de como funciona uma solicitação de auxílio ao PortEdu.

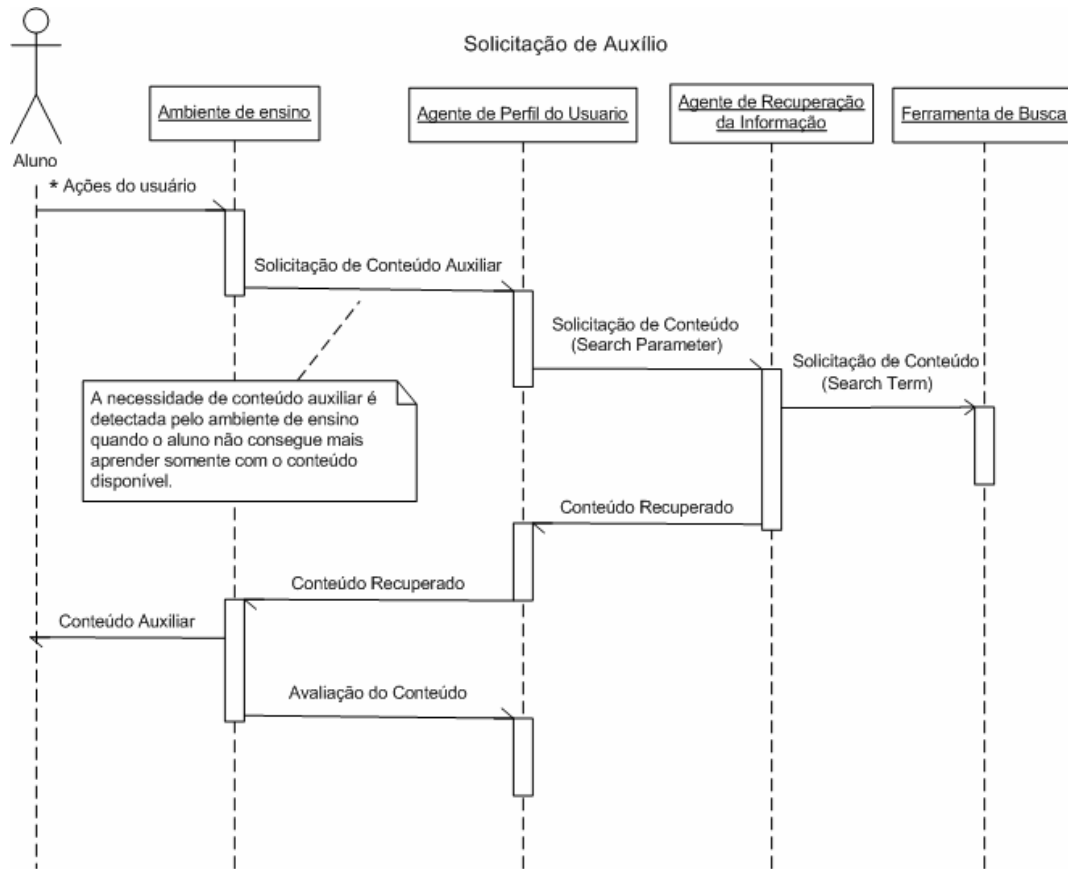


Figura 5.2: Diagrama de Seqüência de uma Solicitação de Auxílio

Na figura 5.2 acima é demonstrada a seqüência de operação de uma solicitação de auxílio proveniente de um ambiente de ensino ancorado no PortEdu. Nota-se que os agentes do PortEdu, Agente de Perfil de Usuário e Agente de Recuperação da Informação, formam uma etapa complementar entre o ambiente de ensino e a ferramenta de busca onde são adicionadas as informações com intuito de incrementar a eficiência da busca.

### 5.2.2 Solicitação de Auxílio no AMPLIA

O AMPLIA é um ambiente que procura ajudar o aluno a construir seu conhecimento a respeito dos temas estudados. Para realizar essa tarefa são realizadas constantes comparações entre as redes bayesianas do especialista e do aluno. Destas comparações resultam informações sobre as deficiências no conhecimento do aluno, apontando assim qual o ponto específico que deve ser focado no processo de auxílio. As redes bayesianas são compostas por nodos, conforme a descrição na Seção 3.3, e a

<sup>3</sup> Apesar de baseado na metodologia AUML, o diagrama em questão não utiliza todos os recursos da fornecidos pela metodologia. Sendo criado apenas para demonstrar a principal ação do sistema.

comparação entre duas redes bayesianas tem como resultado um nodo ou um conjunto de nodos.

Em relação ao AMPLIA basicamente três são os casos que resultam em nodos na comparação entre as redes. Estes casos são: 1 – um nodo importante na rede do especialista que não consta na rede do aluno, 2 – um nodo que consta na rede do aluno e que não consta na rede do especialista e 3 – um nodo na rede do aluno ligado de forma incorreta.

Muitos outros casos poderiam ser destacados devido à alta combinação de possibilidades resultantes da comparação entre duas redes, mas os três casos citados acima foram analisados como os mais representativos e com maior número de ocorrências.

Para exemplificar os três casos de falha no AMPLIA usaremos um estudo de caso real do ambiente denominado “Insuficiência Cardíaca Congestiva” ou simplesmente ICC.

Na Figura 5.3 abaixo pode se observar a rede bayesiana completa do especialista gerada no Agente de Domínio do AMPLIA.

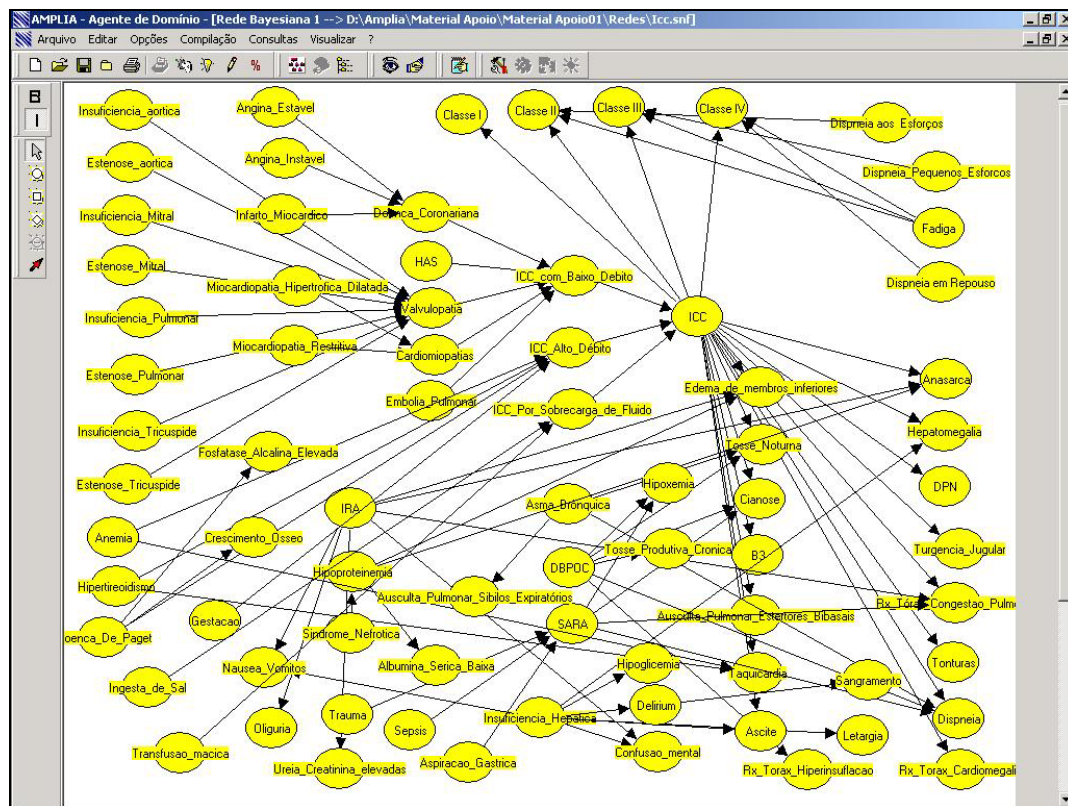


Figura 5.3: Rede do Especialista para o estudo de caso Insuficiência Cardíaca Congênita

O primeiro caso de solicitação de auxílio para o AMPLIA talvez seja o mais importante. Neste caso um nodo importante na rede do especialista não consta na rede do aluno.

Para analisar este caso primeiro é necessário entender o que é um nodo importante. Os nodos da rede bayesiana no ambiente AMPLIA possuem uma classificação conforme sua função e importância dentro da rede. Esta classificação pode ser observada na seção 3.3. Segundo esta classificação os nodos denominados

**Diagnóstico** são imprescindíveis a qualquer rede dentro do AMPLIA, portanto a falta de um nodo desta característica na rede do aluno é considerada uma falha grave no conhecimento do aluno e deve ser remediada.

A seguir na Figura 5.4 é mostrado um exemplo de rede do aluno com a falta de um nodo Diagnóstico.

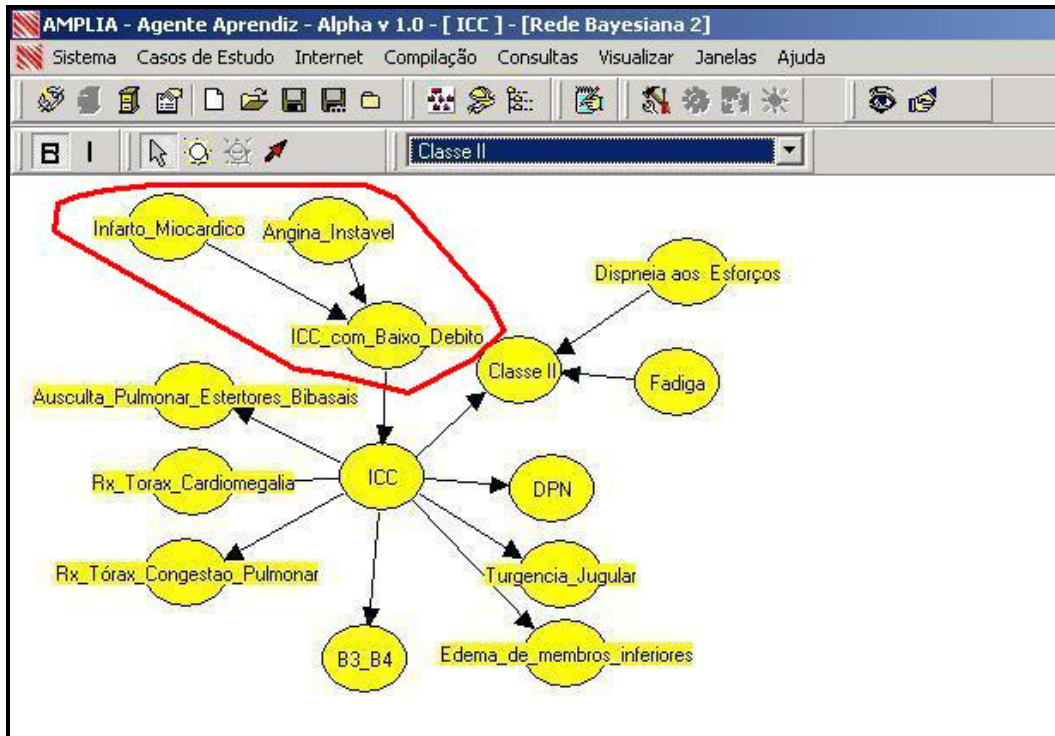


Figura 5.4: Rede do aluno com a falta de um nodo diagnóstico.

A marcação em vermelho na figura 5.4 mostra o segmento da rede bayesiana do aluno onde ocorre a falta de um nodo diagnóstico. Neste exemplo a falta é do nodo “Doença Coronariana”. Este nodo pode ser observado a seguir na Figura 5.5 onde é mostrada a rede do especialista.



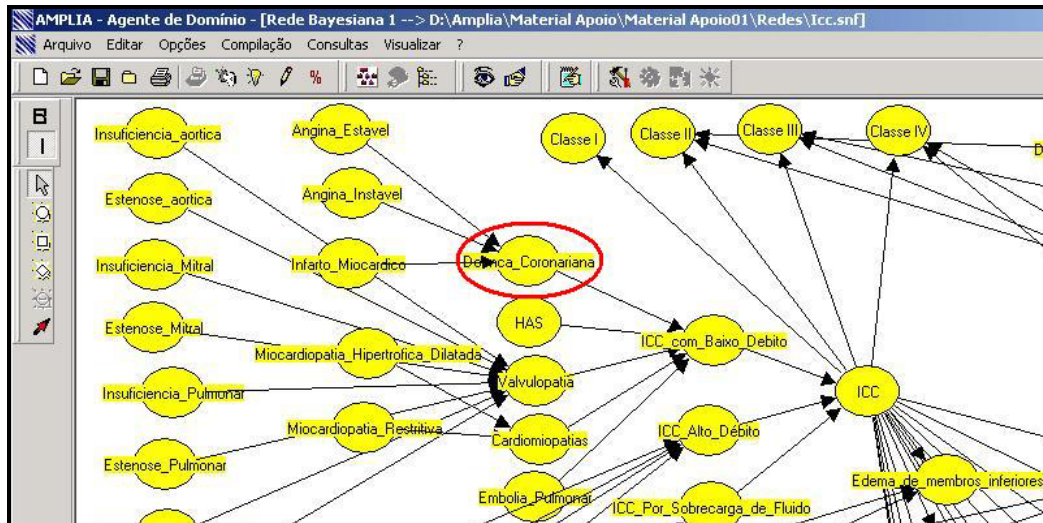


Figura 5.5: Rede do especialista onde consta o nodo "Doença Coronariana"

A comparação entre as duas redes acima apontará a falta do nodo mencionado, iniciando assim o processo de auxílio ao aluno com conteúdo contextualizado.

O processo de recuperação da informação se inicia com uma mensagem de solicitação de auxílio do ambiente AMPLIA para o Agente de Perfil do Usuário no Portedu.

As informações contidas nesta mensagem podem ser observadas na Figura 5.6 abaixo.

```
<SolicitacaoAuxilio>
<Usuario>UserTeste</Usuario>
<Dominio>cardiologia</Dominio>
<IdCasoEstudo>ICC01</IdCasoEstudo>
<Nodo>
  <Tipo>diagnóstico</Tipo>
  <Descricao>Doença Coronariana</Descricao>
  <Pai>Angina Estável</Pai>
  <Pai>Angina Instável</Pai>
  <Pai>Infarto Miocárdio</Pai>
  <Filho>ICC com baixo debito</Filho>
</Nodo>
<Curso>AMPLIA</Curso>
</SolicitacaoAuxilio>
```

Figura 5.6: Mensagem de Solicitação de Auxílio para caso de falta de Nodo importante

A mensagem de solicitação de auxílio possui a identificação do usuário que precisa de ajuda, o domínio do conhecimento onde está inserido o curso, a identificação do caso de estudo que esta sendo resolvido e os nodos envolvidos.

Em relação aos nodos, o Portedu não trabalha somente com o nodo problemático. O PortEdu trabalha com todo o conjunto de nodos relacionados ao nodo problemático. Para recuperar informação são utilizados os nodos Pai (nodos que apontam para o nodo problemático) e os nodos filhos (nodos para os quais o nodo problemático aponta).

No caso acima o nodo com problema é o nodo "Doença Coronariana". Baseado na rede do especialista pode se notar que este nodo se liga aos nodos pais "Angina Estável", "Angina Instável" e "Infarto Miocárdio" e ao nodo filho "ICC de baixo



debito". Esta informação está contida na mensagem de solicitação de auxílio como visto na Figura 5.6.

Ao receber a mensagem de solicitação de auxílio o Agente de Perfil de Usuário prepara a geração do Parâmetro de Busca que é enviado para o Agente de Recuperação da Informação e serve para balizamento da busca que será realizada.

Abaixo, na Figura 5.7 é mostrado o Parâmetro de Busca criado para este caso.

```
<Parametro de Busca>
  <Usuario>UserTeste</Usuário>
  <Domínio>Cardiologia</Domínio>
  <Nodos>
    <Tipo>diagnóstico</Tipo>
    <Descricao>Doença Coronariana</Descricao>
    <Pai>Angina Estável</Pai>
    <Pai>Angina Instável</Pai>
    <Pai>Infarto Miocárdio</Pai>
    <Filho>ICC com baixo debito</Filho>
  </Nodos>
  <PreferenciasUsuario>
    <Idioma>Português, inglês </Idioma>
    <FormatoArquivo> PDF, DOC, HTM </FormatoArquivo>
  </PreferenciasUsuario>
</Parametro de Busca>
```

Figura 5.7: Parâmetro de Busca

Assim que recebe o Parâmetro de Busca o Agente de Recuperação da informação prepara diversos Termos de Busca para submetê-los às ferramentas de busca existentes na Web como, por exemplo, o Google.

Os Termos de Busca baseados nas informações das redes bayesianas são criados com a intenção de formar uma massa de dados recuperados de onde seja possível extrair informação capaz de auxiliar o estudante.

O Agente de Recuperação da Informação monta os Termos de Busca em quatro etapas.

Na primeira etapa é montado um termo bem específico que possui o domínio, a descrição geral da rede e a descrição do nodo com problema. Este termo deve trazer um menor número de resultados mas com maior relevância.

Na segunda etapa um termo mais geral contendo somente o domínio e a descrição do nodo com problema.

Na terceira etapa são construídos termos relativos aos nodos filhos, usando o domínio e as descrições dos nodos filhos. Para cada nodo filho é gerado um termo.

A quarta etapa é destinada a gerar os termos relativos aos nodos pais. Para cada nodo pai é gerado um termo de busca.

Para este caso de estudo os termos gerados seriam:

1ª etapa

*"cardiologia" + "Insuficiência Cardíaca Congestiva" + "doença coronariana"*

2ª etapa

*"cardiologia" + "doença coronariana"*

3ª etapa

*"cardiologia" + "Icc Com baixo debito "*

4ª etapa

+ "cardiologia" + "angina estável"

+ "cardiologia" + "angina instável"

+ "cardiologia" + "infarto miocárdio"

Os termos mostrados acima quando submetidos ao Google resultam num total de 2434 *links*. Este resultado foi obtido de seguinte forma: 162 *links* na 1ª etapa + 708 da segunda etapa + 0 da terceira etapa + 1564 da terceira etapa divididos em 339, 815, 410 respectivamente.

É nesse universo de 2434 *links* que o Agente de Recuperação da Informação aplica os filtros baseado no Parâmetro de Busca e realiza uma nova classificação. Com essas ações pretende-se chegar a um número bem reduzido de *links* com uma alta taxa de relevância em cada um.

A figura 5.8 mostra os resultados obtidos pelo Google para cada um dos termos submetidos.



Figura 5.8: Termos de Busca submetidos ao Google

O segundo caso de Solicitação de Auxilio a partir do AMPLIA é quando um nodo que consta na rede do aluno não consta na rede do especialista. Ou seja, o aluno esta incluindo uma informação errônea na sua rede.

Neste segundo caso é importante que o material auxiliar disponibilizado ao aluno faça com ele descubra esse seu erro e exclua o nodo errado da sua rede.

Na figura 5.9 é apresentado um exemplo de rede bayesiana dentro deste segundo caso.

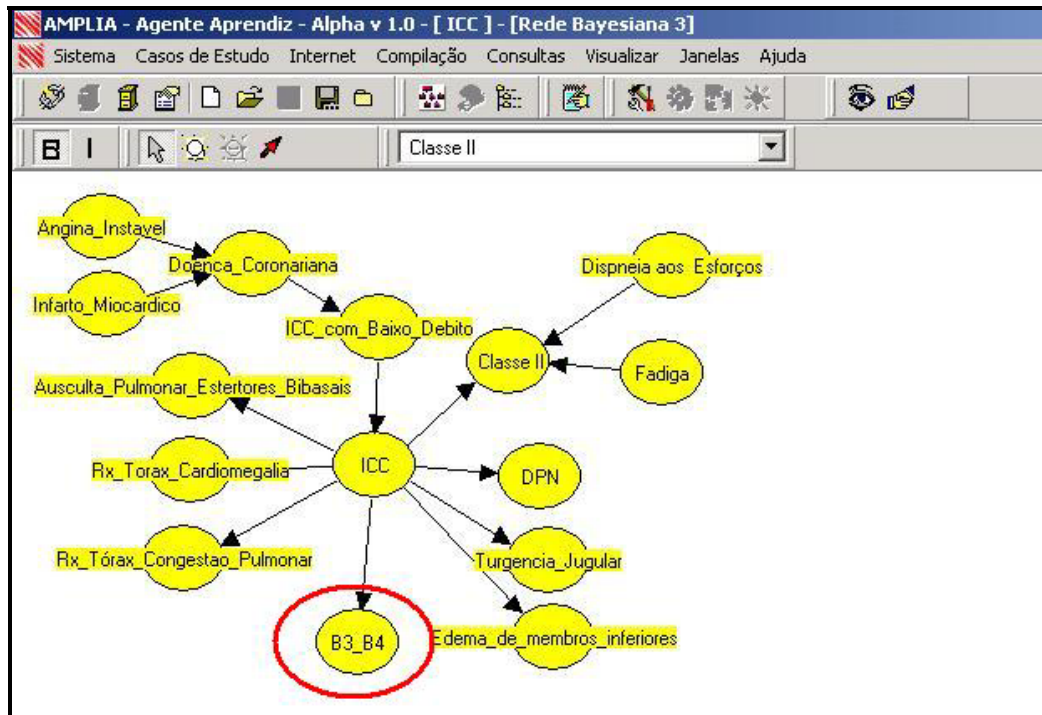


Figura 5.9: Exemplo de Rede bayesiana contendo um Nodo Incorreto

Na Figura 5.9 pode-se observar o circulo vermelho que ressalta o nodo incorreto contido nessa rede.

O exemplo segue sendo o mesmo sobre “Insuficiência Cardíaca Congestiva”. Utilizando a Figura 5.3 do caso anterior observa-se que não existe nenhum nodo chamado B3-B4 ligado a ICC. Portanto este nodo esta mal colocado na rede do aluno.

Para este caso o ambiente AMPLIA enviaria uma solicitação de auxilio como mostrado na Figura 5.10 abaixo.

```
<SolicitacaoAuxilio>
  <Usuario>UserTeste</Usuario>
  <Dominio>cardiologia</Dominio>
  <IdCasoEstudo>ICC01</IdCasoEstudo>
  <Nodo>
    <Tipo>bogus</Tipo>
    <Descricao>B3_B4</Descricao>
    <Pai>ICC </Pai>
  </Nodo>
  <Curso>AMPLIA</Curso>
</SolicitacaoAuxilio>
```

Figura 5.10: Solicitação de Auxilio para caso de Nodo incorreto na rede do aluno

Da mesma forma que no caso anterior, o Agente de Recuperação da Informação criará Termos de Busca baseado no Parâmetro construído pelo Agente de Perfil de Usuário. Para este caso os termos de Busca seriam:

1ª etapa

+ "cardiologia" + "Insuficiência Cardíaca Congestiva" + "B3 B4"

2ª etapa

+ "cardiologia" + "B3 B4 "

3ª etapa

.....

4ª etapa

+ "cardiologia" + "ICC"

A partir daí o processo é idêntico ao do caso anterior. Todos estes termos são submetidos a uma ferramenta de busca na Internet e os resultados são filtrados e classificados buscando atender a solicitação de auxílio.

No terceiro caso todos os nodos da rede do aluno estão corretos, mas um deles possui uma ligação errada.

Na figura 5.11 é possível verificar as ligações incorretas da rede bayesiana do aluno.

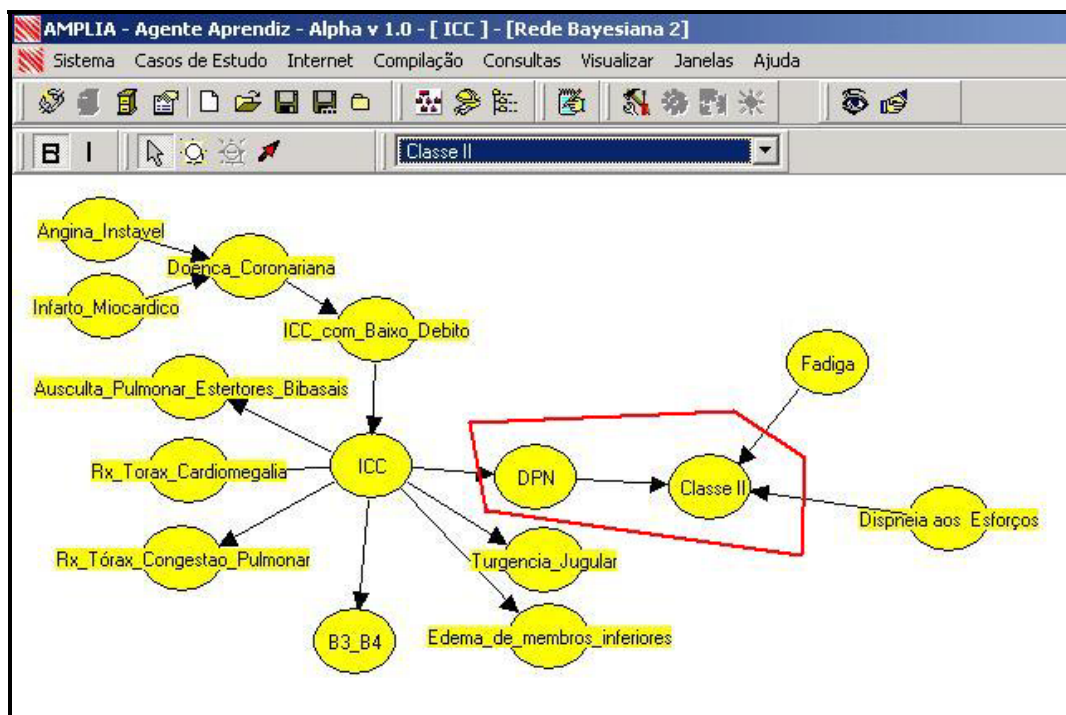


Figura 5.11: Exemplo de Rede bayesiana contendo uma ligação entre nodos incorreta

Na Figura 5.11 acima, a marcação vermelha mostra os nodos que estão ligados incorretamente. Quando comparado com a rede do especialista (Figura 5.6), pode-se notar que não existe a ligação entre os nodos DPN e Classe II, e que o nodo Classe II se liga diretamente ao nodo ICC. Neste caso é necessário buscar informação de todos os nodos envolvidos (DPN, Classe II e ICC).

Para este caso a mensagem de solicitação de auxilio ficaria conforme a Figura 5.12 abaixo:

```
<SolicitacaoAuxilio>
  <Usuario>UserTeste</Usuario>
  <Dominio>cardiologia</Dominio>
  <IdCasoEstudo>ICC01</IdCasoEstudo>
  <Nodo>
    <Tipo>complementar</Tipo>
    <Descricao> DPN </Descricao>
    <Pai>ICC </Pai>
    <Filho>Classe II </Filho>
  </Nodo>
  <Curso>AMPLIA</Curso>
</SolicitacaoAuxilio>
```

Figura 5.12: Solicitação de Auxilio para caso de nodo com ligação incorreta

Os termos de Busca gerados para este caso são:

1ª etapa

+ "*cardiologia*" + "*Insuficiência Cardíaca Congestiva*" + "*DPN*"

2ª etapa

+ "*cardiologia*" + "*DPN* "

3ª etapa

+ "*cardiologia*" + "*Classe II* "

4ª etapa

+ "*cardiologia*" + "*ICC*"

Da mesma forma que o caso anterior, todos estes termos são submetidos a uma ferramenta de busca na Internet e os resultados são filtrados e classificados buscando atender a solicitação de auxilio.

Uma vez filtrado e classificado os dados pelo Agente de Recuperação de Informação o conjunto de *links* de auxilio é repassado ao ambiente de ensino (neste caso, o AMPLIA). O ambiente de ensino terá que decidir o melhor momento de disponibilizá-lo ao aluno.

Mostrar ou não as informações ao aluno, ou mesmo, definir o momento exato de mostrar são decisões que dependem da estratégia pedagógica adotada por cada ambiente de ensino. No caso do AMPLIA o Agente Mediador é quem define a estratégia de ensino a ser utilizada.

Depois de apresentar os *links*, o ambiente de ensino avalia se o aluno conseguiu progredir no aprendizado, o resultado desta avaliação é devolvido ao PortEdu. Se o link auxiliou o aluno no aprendizado ele é armazenado no repositório de *links* com os devidos pesos atribuídos pelo especialista e aluno. O repositório de link é representado no PortEdu pela tabela UtilizacaoMaterialColetado (vide Seção 5.3).

A Figura 5.13 mostra o AMPLIA apresentando os *links* coletados pelo PortEdu para o aluno através do Agente Aprendiz.



Figura 5.13: Agente Aprendiz apresentando ao usuário informações coletadas pelo PortEdu

### 5.3 Implementação

O Agente de Perfil do Usuário foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação JAVA, o que permitiu a utilização da plataforma FIPA-OS de forma natural. Para comunicação entre agente foi utilizado a API PMA3 que estende o padrão FIPA. Para processamento das mensagens XML foi utilizado a API DOM do pacote JAXP (JAXP, 2004) desenvolvido pela Sun<sup>4</sup>. E para acesso ao banco de dados MySQL foi utilizada API JDBC fornecida pela MySQL.

O ambiente de desenvolvimento escolhido para implementar o Agente de Perfil do Usuário foi o Eclipse<sup>5</sup>. O Eclipse é um IDE (Integrated Development Environment) *open-source*. A escolha deste ambiente se deve ao fato de que através dele é possível depurar os códigos fonte que utilizam FIPA com extrema facilidade.

O Agente de Perfil do Usuário é totalmente compatível com o padrão FIPA 2000. Esta compatibilidade é dada pelo uso da API PMA3 que facilita a utilização do padrão FIPA.

<sup>4</sup> SUN MICROSYSTEMS. Disponível em: [www.sun.com](http://www.sun.com).

<sup>5</sup> Obtido em: <http://www.eclipse.org/>

A seguir, na figura 5.14, é demonstrado um Diagrama de Agentes baseado na metodologia AORML.

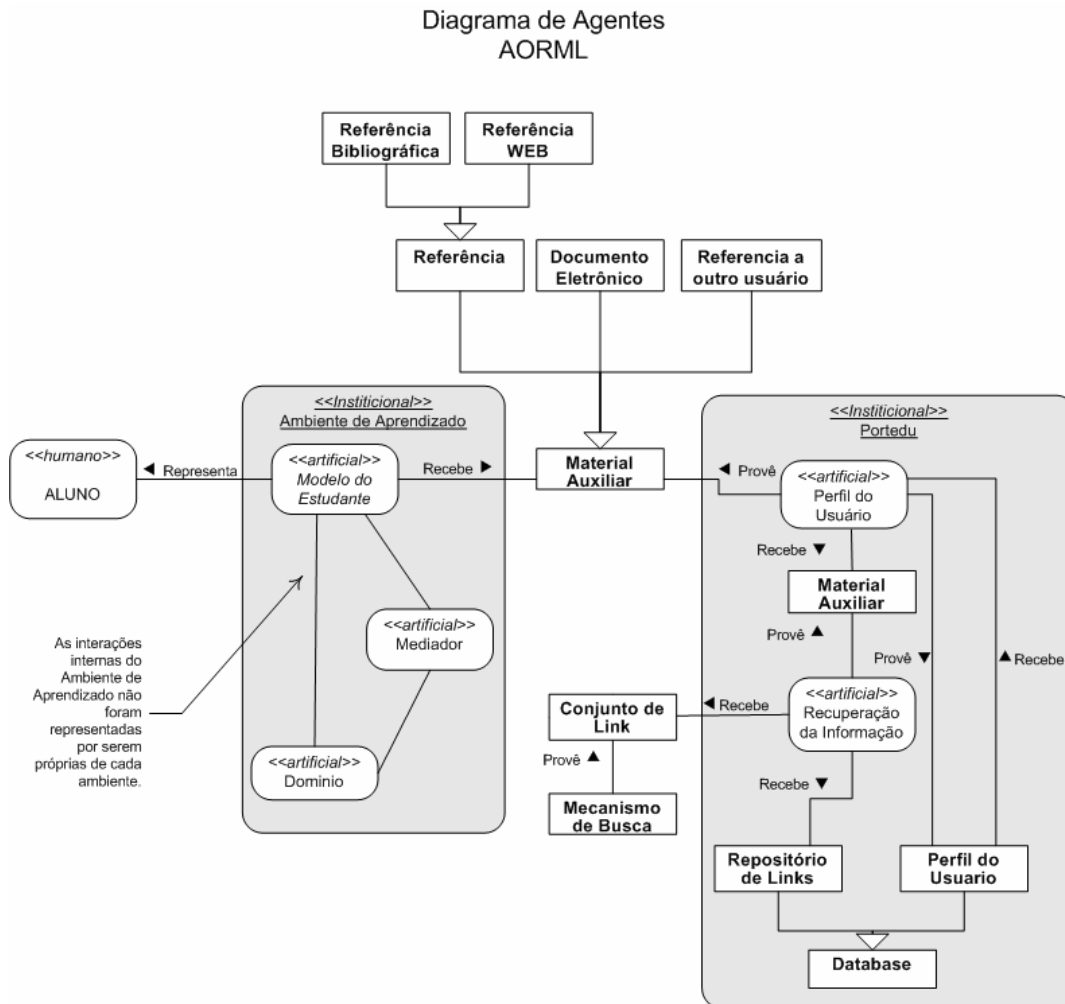


Figura 5.14: Diagrama de Agente AORML

No Diagrama de Agentes da Figura 5.14 é possível visualizar a independência entre o PortEdu e o Ambiente de Ensino, a única exigência é que ambos se comuniquem através do protocolo FIPA.

### 5.3.1 Interface

O Agente de Perfil de Usuário é um agente interno do sistema, não possuindo uma interface própria. Para validar o Agente de Perfil de Usuário e os demais agentes do PortEdu foi criado uma página web de teste que servirá como “interface” para o Agente de Perfil do Usuário. Este portal é também interface dos demais agentes do PortEdu com o usuário. Nele o usuário pode fazer se cadastrar no PortEdu, efetuar *login*, escolher em quais cursos deseja se cadastrar e com qual curso deseja trabalhar.

A interface do PortEdu ainda é bem simples, pois seu objetivo é apenas testar e validar os agentes.

O desenvolvido desta página foi feito utilizando HTML e JSP.



No caso do Amplia, por não se tratar de uma aplicação Web propriamente dita, ele não será “hospedado” no PortEdu, e sim será disponibilizado como um link para que se possa efetuar o *download* do aplicativo. Depois de devidamente instalado, o Amplia disponibilizará acesso ao PortEdu através de um *browser* interno devendo o usuário utilizá-lo nos próximos acessos para efetuar *login* no Portal.

Na figura 5.15 mostra a tela principal do PortEdu onde o usuário pode efetuar *login* no sistema.

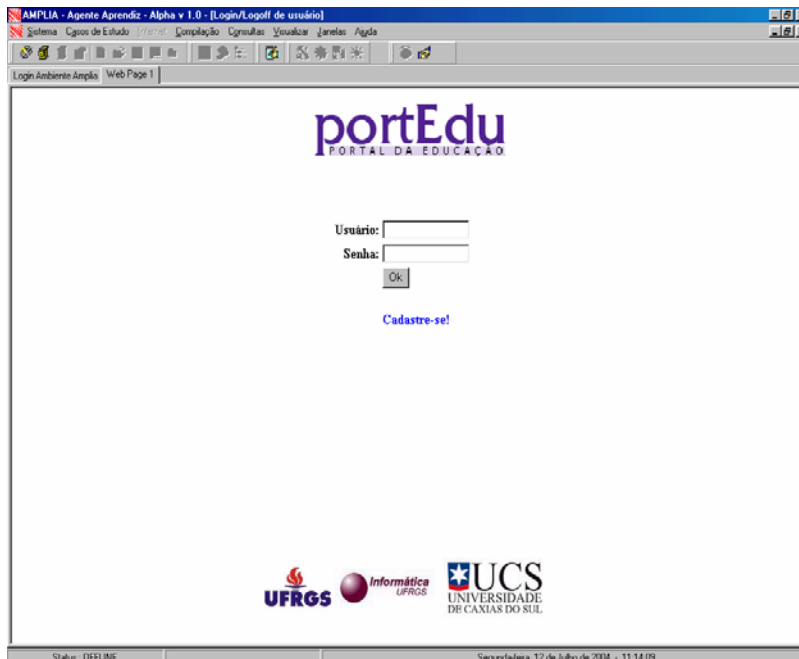


Figura 5.15: Tela de Login do PortEdu

A Figura 5.16 nos mostra a tela de cadastro de usuário no PortEdu. É importante notar que alguns campos já trazem um valor padrão. Isso serve para inicializar as informações do perfil do usuário.



Figura 5.16: Tela de cadastro do PortEdu

### 5.3.2 Banco de Dados

Para armazenar as informações do perfil do usuário foi decidido pela utilização de banco de dados relacional. Acreditamos que, a princípio, o conjunto de dados coletados no perfil do usuário pode ser armazenado em banco de dados relacional. O gerenciador de banco de dados escolhido foi o MySQL (2004), por se tratar de um software livre.

A seguir, na figura 5.17 é mostrado o Diagrama de Entidade e Relacionamento (DER) do banco de dados proposto para o PortEdu.

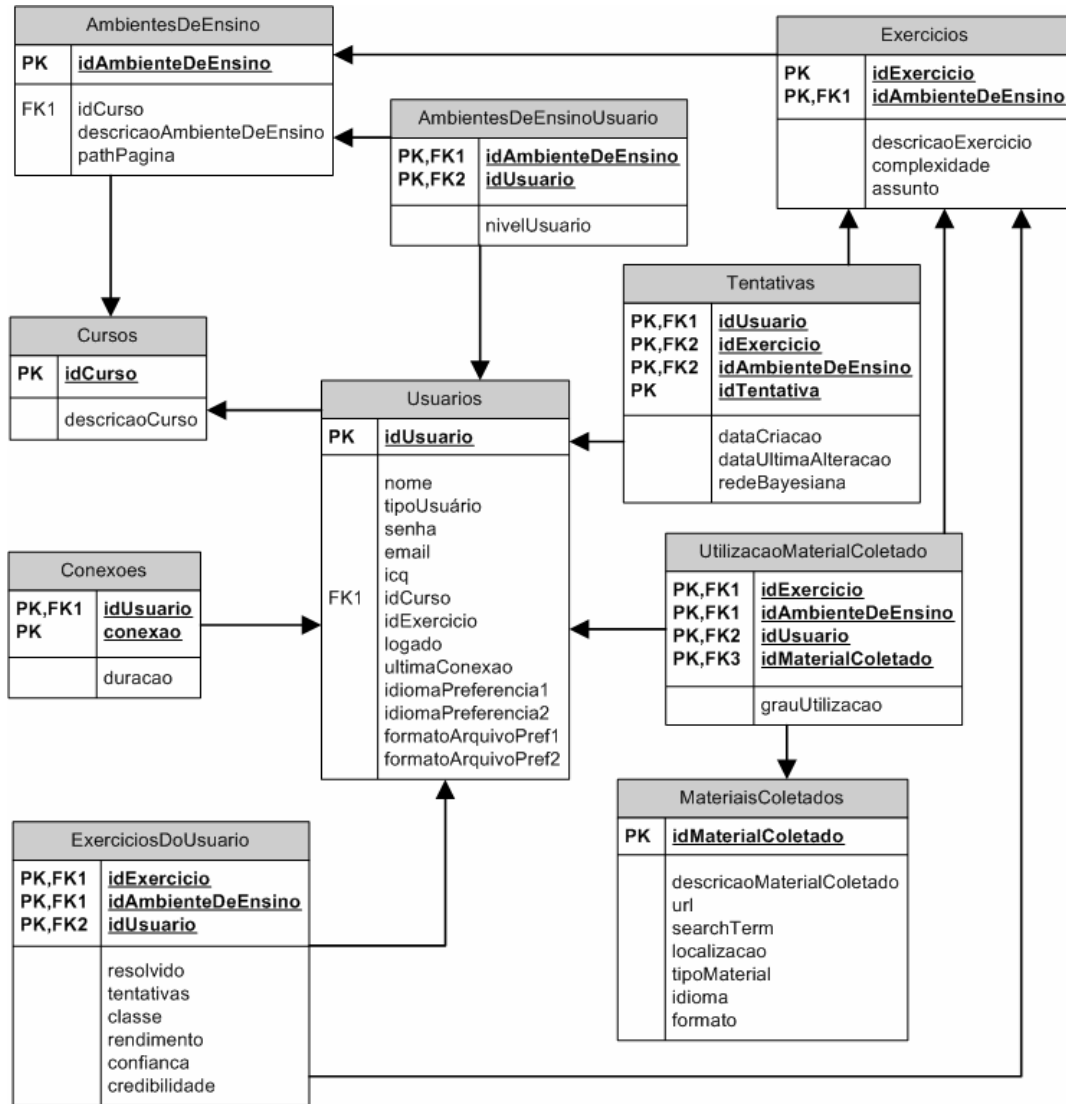


Figura 5.17: Diagrama de Entidade e Relacionamento do BD do PortEdu

A seguir a descrição das tabelas do banco de dados do PortEdu:

Tabela 5.1: Descrição da tabela Cursos

<b>Cursos</b>			
Coluna	Tipo	Chave Primária	Chave estrang.
idCurso	Char(3)	*	
descricaoCurso	Varchar(255)		

Tabela 5.2: Descrição da tabela AmbientesDeEnsino

<b>AmbientesDeEnsino</b>			
Coluna	Tipo	Chave Primária	Chave estrang.
idAmbienteDeEnsino	Varchar(12)	*	
descricaoAmbienteDeEnsino	Varchar(255)		
idCurso	Char(3)		*
pathPagina	Varchar (50)		

Tabela 5.3: Descrição da tabela Conexoes

<b>Conexões</b>			
<b>Coluna</b>	<b>Tipo</b>	<b>Chave Primária</b>	<b>Chave estrang.</b>
idUsuario	Varchar(12)	*	
Conexão	Integer	*	
Duração	Time		

As tabelas **Cursos**, **AmbientesDeEnsino** e **Conexoes** são tabelas de gerenciamento do sistema e são apenas repositórios de informação.

A tabela **Cursos** é formada por cursos de graduação no qual o usuário pode estar matriculado. Esta informação serve para identificar quais cursos dentre os ofertados pelo PortEdu podem ser de maior interesse do usuário.

A tabela **AmbientesDeEnsino** possui o registro de todos os cursos oferecidos pelos diversos Ambientes de Ensino ancorados no PortEdu. Cada ambiente de ensino é vinculado a um curso de graduação específico.

Na tabela **Conexoes** é guardado informações sobre todas as conexões realizadas pelos usuários. Através das informações pode-se aferir a frequência de acesso de um determinado usuário.

Tabela 5.4: Descrição da tabela AmbientesDeEnsinoDoUsuario

<b>AmbientesDeEnsinoDoUsuario</b>			
<b>Coluna</b>	<b>Tipo</b>	<b>Chave Primária</b>	<b>Chave estrang.</b>
idAmbienteDeEnsino	Varchar(12)	*	*
idUsuario	Varchar(20)	*	*
nivelUsuario	Varchar(1)		

A tabela **AmbientesDeEnsinoDoUsuario** guarda quais ambientes de ensino, dentre aqueles ofertados, cada usuário esta inscrito.

O campo nivelUsuario guarda o nível do usuário em um determinado curso. Este campo é preenchido pelo usuário no cadastro e atualizado durante a utilização do sistema. Os valores aceitos são “I” para iniciantes, “M” para médio e “A” para avançado.

Tabela 5.5: Descrição da tabela Exercicios

<b>Exercícios</b>			
<b>Coluna</b>	<b>Tipo</b>	<b>Chave Primária</b>	<b>Chave estrang.</b>
idExercicio	Varchar(10)	*	
idAmbienteDeEnsino	Varchar(12)	*	*
descricaoExercicio	Varchar(255)		
complexidade	SmallInt(5)		
Assunto	Varchar(50)		

A tabela **Exercicios** é o repositório de exercícios e casos de estudos de cada ambiente de ensino dentro do PortEdu. Cada exercício está vinculado a um ambiente de ensino específico.

Tabela 5.6: Descrição da tabela Tentativas

<b>Tentativas</b>			
<b>Coluna</b>	<b>Tipo</b>	<b>Chave Primária</b>	<b>Chave estrang.</b>
idUsuario	Varchar(20)	*	*
idExercicio	Varchar(10)	*	*
idAmbienteDeEnsino	Varchar(12)	*	*
idTentativa	Varchar(10)	*	
dataCriacao	datetime		
dataUltimaAlteracao	datetime		
redeBayesiana	blog		

Na tabela **Tentativas** é guardado todas as tentativas de um usuário resolver um determinado exercício. O campo idTentativa é um campo seqüencial que enumera a tentativa. O campo redeBayesiana possui um documento XML que representa a redeBayesiana que o usuário produziu em uma determinada tentativa. Através deste campo é possível reproduzir a rede bayesiana na qual o usuário estava trabalhando.

Tabela 5.7: Descrição da tabela ExerciciosUsuario

<b>ExerciciosDoUsuario</b>			
<b>Coluna</b>	<b>Tipo</b>	<b>Chave Primária</b>	<b>Chave estrang.</b>
idUsuario	Varchar(20)	*	*
idExercicio	Varchar(10)	*	*
idAmbienteDeEnsino	Varchar(12)	*	
resolvido	Boolean		
tentativas	Integer(2)		
classe	Varchar(15)		
rendimento	Integer(2)		
confianca	Varchar(5)		
credibilidade	Varchar(5)		

A tabela **ExerciciosDoUsuario** contém o desempenho de cada usuário em cada exercício. Em se tratando do AMPLIA, cada exercício corresponde a um caso de estudo composto de uma rede bayesiana. Esta tabela possui o controle de quais exercícios o usuário já fez ou tentou fazer e como foram essas tentativas

Os campos **classe**, **rendimento**, **confianca** e **credibilidade** são campos requisitados pelo AMPLIA. O conteúdo desses campos é fornecido pelo próprio AMPLIA. Estes campos

Tabela 5.8: Descrição da tabela MaterialColetado

<b>MateriaisColetados</b>			
<b>Coluna</b>	<b>Tipo</b>	<b>Chave Primária</b>	<b>Chave estrang.</b>
idMaterialColetado	Intenger	*	
descricao	Varchar(255)		
url	Varchar(255)		
searchTerm	Varchar(255)		
localizacao	Varchar(255)		
tipoMaterial	Varchar(20)		
Idioma	Varchar(20)		
formato	Varchar (03)		

Todo o material auxiliar coletado e disponibilizado aos usuários pelo PortEdu é cadastrado na tabela **MaterialColetado**. Esta tabela mantém, além dos dados do material como descrição, localização, tipo de material, idioma e formato, o *Search Term* que originou recuperação da informação.

Tabela 5.9: Descrição da tabela UtilizacaoMaterialColetado

<b>UtilizacaoMaterialColetado</b>			
<b>Coluna</b>	<b>Tipo</b>	<b>Chave Primária</b>	<b>Chave estrang.</b>
idExercicio	Varchar(10)	*	*
idUsuario	Varchar(20)	*	*
idMaterialColetado	Integer(5)	*	*
grauUtilizacao	Integer(1)		

A tabela **UtilizacaoMaterial** é o registro sobre o grau de utilização de cada material coletado. Esse grau de utilização é uma nota de zero a dez que o usuário dá um material recebido durante a resolução de um exercício.

Tabela 5.10: Descrição da Tabela Usuarios

<b>Usuarios</b>			
<b>Coluna</b>	<b>Tipo</b>	<b>Chave Primária</b>	<b>Chave estrang.</b>
idUsuario	Varchar(20)	*	
Nome	Varchar(50)		
tipoUsuario	Char(1)		
senha	Varchar(8)		
email	Varchar(50)		
icq	Integer(10)		
idCurso	Char(3)		*
idExercicio	Varchar(10)		*
logado	Boolean		
ultimaConexão	TimeStamp		
idiomaPreferencial1	Varchar(20)		
idiomaPreferencial2	Varchar(20)		
formatoArquivoPref1	Char(3)		
formatoArquivoPref2	Char(3)		

A tabela **Usuários** é a principal tabela do PortEdu, é nela que estão as informações sobre os usuários.

Os campos idiomaPreferencial1, idiomaPreferencial2, formatoArquivoPref1 e formatoArquivoPref2 guardam as informações sobre a preferência do usuário.

O campo tipoUsuario serve para identificar se o usuário é aluno, professor ou administrador do portal..

O campo idExercicio identifica o exercício que o usuário esta resolvendo.

O campo logado identifica se o usuário esta logado ou não no sistema.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi descrito o PortEdu - Portal de Educação, um modelo de agente para Perfil de Usuário e a implementação do protótipo deste agente. O PortEdu é composto por dois agentes principais: Agente Perfil do Usuário que se encarrega de capturar o perfil do usuário e gerenciá-lo e o Agente de Recuperação de Informação responsável pela busca personalizada de informação. Este trabalho se concentrou apenas no PortEdu e no Agente de Perfil do Usuário, ficando o Agente de Recuperação de Informação a cargo de outros trabalhos dentro do grupo de pesquisa.

O protótipo implementado e descrito neste trabalho, não abrange todos os aspectos propostos no modelo que são bem amplos. O enfoque dado ao protótipo implementado foi à especificação e implementação da comunicação dos agentes baseados na plataforma FIPA e a elaboração de uma agente FIPA que fosse capaz de realizar as tarefas básicas proposta para o agente de Perfil do Usuário. As tarefas implementadas no protótipo foram: coleta de informações preferenciais do usuário (idioma e formato de arquivo); histórico de acessos do usuário; histórico de exercício realizados; catalogação dos materiais didáticos recuperados juntamente com a sua utilização por cada usuário.

### 6.1 Trabalhos Futuros

Durante o desenvolvimento do protótipo ficou evidente que não seria possível implementar todos os aspectos do Perfil do Usuário dentro do tempo proposto. Seria de fundamental importância que mais características do usuário fossem incorporadas ao modelo do Perfil do Usuário além das básicas já implementadas.

Outro ponto a ser melhor estudado é a comunicação Cliente/Servidor entre o agente desenvolvido em Java localizado no servidor e o Portal desenvolvido em JSP localizado no cliente. No protótipo desenvolvido esta comunicação só foi possível a partir de solicitações do ambiente de ensino ou do portal devido às limitações das tecnologias envolvidas. As tecnologias envolvidas (Java, JSP, TOMCAT) ainda limitam o fluxo de informação no sentido servidor – cliente. O ideal é que o agente que está localizado no lado servidor possa se manifestar através do portal a qualquer momento, mesmo sem ter sido solicitado.

O modelo aqui proposto não trata os *logs* de acesso gerados pelo servidor web, seria interessante que em versões futuras isso fosse considerado para dar maior confiabilidade aos dados coletados.

## 6.2 Conclusões

A popularização da Internet, o crescimento de informações disponibilizadas por meios eletrônicos *on-line*, os novos desafios do mundo moderno e a necessidade de difundir o ensino em grande escala fazem, cada vez mais, aumentar a necessidade de pesquisa na área de recuperação da informação e especificamente dentro do contexto do EAD. Sendo assim, novas ferramentas para EAD são necessárias, e esse foi o intuito deste trabalho. A tecnologia de agentes se apresenta como excelente alternativa para estas novas ferramentas no ensino a distancia.

Neste trabalho foram estudados os fundamentos de IA, a tecnologia de agentes autônomos, o protocolo de comunicação entre agentes chamado FIPA, a plataforma de comunicação entre agentes FIPA-OS (*FIPA open-source*), metodologias de modelagem de usuário e sistemas de recuperação de informação personalizada como o Toogle, Fênix e Foxtrot.

Atualmente, a maioria das ferramentas de recuperação de informação baseia-se em perfis de usuário, tanto individualmente como coletivamente. No domínio do EAD a personalização da recuperação da informação é ainda mais importante. Baseado nisso, foi realizado um estudo sobre necessidades dos usuários no contexto do EAD e a partir daí chegou-se ao projeto PortEdu no qual este trabalho se insere.

A partir dos estudos preliminares chegou-se a conclusão que em ambientes de ensino baseados na Web, a utilização de ferramentas de recuperação de informação pode ter papel fundamental no aprendizado dos alunos. Sendo assim, chegou-se a um modelo baseado fundamental em dois agentes: Agente de Perfil de Usuário e Agente de Recuperação da Informação. O modelo apresentado visa recuperar informação a partir de *sites* de busca tradicionais localizados na Web e disponibilizá-la ao usuário como material instrucional adicional.

Uma das principais contribuições desde trabalho é elaboração de uma arquitetura ampla e genérica para um agente capaz de capturar perfil do usuário. Embora o conjunto inicial de informações capturadas seja pequeno, a estrutura esta construída e pronta para que seja estendido. A arquitetura proposta é flexível permitindo que qualquer um dos componentes seja substituído por outro se adequando a qualquer contexto.

## 7 PUBLICAÇÕES

Nesta seção são apresentadas as publicações do autor durante o curso de mestrado.

ALMEIDA, Vinícius Nóbile de; NAKAYAMA, Lauro; VICARI, Rosa. A Contextual Information Retrieval Service for Educational Environments. In: ICSSSM - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE SYSTEMS AND SERVICE MANAGEMENT, 2004, PEQUIM-CHINA. IEEE, 2004.

ALMEIDA, Vinícius Nóbile de; NAKAYAMA, Lauro; VICARI, Rosa. Information Retrieval For Distance Learning. In: ITS - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 2004, Maceió. **Distance Learning Enviroments for Digital Graphics Representation - 1st LEDGRAPH Workshop**. Porto Alegre: EFICIENCIA, 2004. v. 1, p. 45-53.

ALMEIDA, Vinícius Nóbile de; NAKAYAMA, Lauro; VICARI, Rosa. A Personalized Information Retrieval Service for an Educational Environment. In: 7º INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENCE TUTORING SYSTEM, 2004, MACEIÓ. 2004.

ALMEIDA, Vinícius Nóbile de; COSTALONGA, Leandro L; MILETTO, Evandro M; VICARI, Rosa M. Simulação Rítmica de Violão baseado em Perfil de Usuário. In: VI WORKSHOP - AMBIENTES DE APRENDIZAGEM BASEADOS EM AGENTES, 2004, Manaus. 2004.



## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. F. **ALOI: um Agente para Localização e Organização de Informações**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- AORML - The Agent-Object Relationship Modeling Language. Disponível em: <<http://tmitwww.tm.tue.nl/staff/gwagner/AORML/>>. Acesso em: 10 jun. 2004.
- AUSTIN, J. L. **How to do Things with Words**. Clarendon, Oxford, U.K.: [s.n.], 1962.
- AUSTIN, J.L. **Quando dizer é fazer: palavras e ação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1990.
- BELGRAVE, M. **Topics in Agent-Oriented Programming: Intelligent, Autonomous Agents and Prolog**. 1995. Disponível em: <[http://www.informatik.uni-hamburg.de/documents/papers/e-market/belgrave\\_persia\\_agent\\_paper.ps.gz](http://www.informatik.uni-hamburg.de/documents/papers/e-market/belgrave_persia_agent_paper.ps.gz)>. Acesso em: nov. 2003.
- BOND, A. H.; GASSER, L. **Readings in Distributed Artificial Intelligence**. [S.l.]: Morgan Kaufmann Publishers, 1988.
- BRUSILOVSKY, P. Adaptive Hypermedia: an attempt to analyze and generalize. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON USER MODELING, UM, 4., 1994. **Proceedings...** [S.l.:s.n], 1994.
- BRUSILOVSKY, P. Adaptative Educacional Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, ITS, 4., 1998, San Antonio. **Intelligent Tutoring Systems: proceedings**. Berling: Springer-Verlag, 1998. (Lecture Notes in Computer Science, v.1452).
- CLAYPOOL, M. et al. Inferring User Interests. **IEEE Internet Computing**, [S.l.], v.5, n.6, p. 32-39, Nov./Dec. 2001.
- DAHMER, A. et al. Ambiente Integrado de Apoio ao Ensino a Distância: Gerenciamento de Aulas, Tutores Inteligentes e Avaliação Remota. In: TALLER INTERNACIONAL DE SOFTWARE EDUCATIVO, TISE, 1999, Santiago, Chile. 1999. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1999.
- DELICATO, F. C. et al. Multiagentes para a Filtragem de Páginas Web. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES, SBRC, 19., 2001. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2001.
- FARACO, R. A. **Uma arquitetura de agentes para negociação dentro do domínio do comércio eletrônico**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC. Florianópolis.

FERNANDES, A. M. da R. **Inteligência Artificial – noções gerais**. Florianópolis: Ed. Visual Books, 2004. 160p.

FLEISCHHAUER, L. I. A. **O uso da tecnologia de Agentes na integração da Programação da Produção**. 1997. 68p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis.

FIPA - FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS. Disponível em: <<http://www.fipa.org/>>. Acesso em: 10 jun. 2004.

FIPA - ACL Message Structure Specification. Disponível em: <<http://www.fipa.org/specs/fipa00061/>>. Acesso em: 10 jun. 2004 a.

FIPA - Agent Management Specification. Disponível em: <<http://www.fipa.org/specs/fipa00023/>>. Acesso em: 10 jun. 2004 b.

FIPA-OS - NORTEL NETWORKS. Disponível em: <<http://www.emorphia.com/research/about.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2004.

FRAKES, W. B.; BAEZA-YATES, R. **Information Retrieval: Data Structures & Algorithms**. New Jersey: Prentice Hall PTR, 1992.

FLORES, C. D. et al. Una experiencia en el uso de redes probabilísticas en el diagnóstico médico. **Informática Médica**, Argentina, n. 8, p. 25-29, 2001.

FRANKLIN, S.; GRAESSER, A. Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents. In: WORKSHOP ON INTELLIGENT AGENTS THEORIES, ARCHITECTURES, AND LANGUAGES, ATAL, 3., 1996, London, UK. **Intelligent Agents Theories, Architectures, and Languages** proceedings. Berlin: Springer-Verlag, 1996. p.21-35. (Lecture Notes In Computer Science, v. 1193)

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. Concepção de Interfaces WWW Adaptativas para EAD. **Cadernos de Informática**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.71 - 76, 2002.

GENESERETH, M. R.; KETCHPEL, S. P. Software Agents. **Communications of the ACM**, New York, v. 37, n. 7, p. 48-53, July 1994.

GLUZ, J. C. **A Biblioteca FACIL (FIPA-ACL Interface Library): Avaliação das Plataformas FIPA-ACL e Especificação de uma Interface FIPA Independente de Linguagem de Programação**. 2003. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

GLUZ, J. C.; VICARI, R. M. Linguagens de Comunicação entre Agentes: Fundamentos Padrões e Perspectivas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 23., 2003, Campinas. **Anais ...**. Campinas: UNICAMP, 2003.

GRUBER, T.R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. **Int. Journal of Human-Computer Studies**, [S.l.], v. 43, p. 907-928, 1995.

HERLOCKER, J. et al. An algorithmic framework for performing collaborative filtering. In: ANNUAL ACM CONFERENCE ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN INFORMATION RETRIEVAL, SIGIR, 22., 1999, Berkeley, California, USA. **Proceedings...** New York: ACM Press, 1999.

JAXP - Java API for XML Processing. Disponível em: <<http://java.sun.com/xml/jaxp/index.jsp>>. Acesso em: 10 jun. 2004.

- JOAQUIMS, T.; FREITAG, D.; MITCHEL, T. WebWatcher. A Tour Guide for the World Wide Web. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IJCAI, 15., 1997. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1997.
- KRULWICH, B.; BURKEY, C. The InfoFinder Agent: Learning User Interests through Heuristic Phrase Extraction. **IEEE Expert: Intelligent Systems and Their Applications archive**, [S. l.], v. 12, n.5, p. 22 – 27, 1997.
- ILENA. Intelligent Learning Environment for Algorithms. Disponível em: <<http://dein.ucs.br/Pesquisa/Projetos/IlenaMAP-Rep/>>. Acesso em: 10 jun. 2004.
- LADEIRA, W. T. O Senador Arruda consultou, pediu ou ordenou?: uma análise dos atos de fala da acareação do Senado. **Revista Linguagem em Discurso**, Tubarão, SC, v. 3, n. 2, 2001.
- LIEBERMAN, H. Letizia: An Agent That Assists Web Browsing. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IJCAI, 15., 1995. **Proceedings...** Montreal: Morgan Kaufmann Publishers, 1995.
- MAES, P. Artificial Life Meets Entertainment: Life like Autonomous Agents. **Communications of the ACM**, New York, v. 38, n. 11, p. 108-114, Nov. 1995.
- MIDDLETON, S.E. et al. Foxtrot Recommender System: User profiling, Ontologies and the World Wide Web. In: INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE, WWW, 11., Hawaii, 2002. **Proceedings...** New York, [s.n.], 2002.
- MILAGRES, F. G. et al. Dealing with Security within DEEPSIA Project. In: INTERNATIONAL CONF. ON INFORMATION SECURITY, HARDWARE/SOFTWARE CODESIGN, E-COMMERCE AND COMPUTER NETWORKS, 2002. **Proceedings...** Rio de Janeiro:WSEAS Press, 2002. p. 2431-2439.
- MINSKY, M. L. **The society of mind**. New York: A Touchstone Book, 1986. p. 339.
- MORAN, J. M. Como Utilizar a Internet na Educação. **Revista Ciência da Informação**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 146-153, maio/ago. 1997.
- MORAN, J. M. **O que é um bom curso a distância?** 2001. Disponível em: <[http://www.eca.usp.br/prof/moran/bom\\_curso.htm](http://www.eca.usp.br/prof/moran/bom_curso.htm)> Acesso em: 10 jun. 2004.
- MUSA, D. L. et al. Agente para auxílio à avaliação de aprendizagem em ambientes de ensino na Web. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 12., 2001, Vitória, Espírito Santo. **Anais...** Vitória: UFES, 2001.
- MYSQL. Disponível em: <<http://www.mysql.com/>>. Acesso em: 10 jun. 2004.
- NUNES, I. B. **Noções de educação à distância**. **Intertexto: Gestão da Informação, Estudo e Projetos**. Disponível em: <<http://www.intelecto.net/ead/inovacoes.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2003.
- NWANA, H. S. Software Agents: An Overview. **Knowledge Engineering Review**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 205-244, 1996.
- O'CONNOR, D. O. et al. **Intelligent Agents Strategy**: White Paper. [S.l.]: IBM Corporation, Research Triangle Park, 1996.
- OLIVEIRA, F. M. de. Inteligência Artificial Distribuída. In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA, 4., 1996, Canoas. **Anais...** [S.l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 1996. p. 54-73.

- OREY, M.A.; NELSON, W.A. Development Principles for Intelligent Tutoring Systems: Integrating Cognitive Theory into the Development of Computer-Based Instruction. **Educational Technology Research and Development**, [S.l.], v. 41, n. 1, p. 59-72, 1993.
- PARAISO, E. C. **Concepção e Implementação de um Sistema Multi-Agentes para Monitoração e Controle de Processos Industriais**. 1997. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Eng. Elétrica e Informática Industrial, Cefet-PR, Curitiba.
- PERRY, W.; RUMBLE, G. **A short guide to distance education**. Cambridge: International Extension College, 1987.
- RICH, E. **Inteligência artificial**. São Paulo: Mcgraw-Hill, 1988. 503 p.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995.
- RUVINI, J.-D. Adapting to the User's Internet Search Strategy on Small Devices. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON USER MODELING, UM, 9., 2003, Pittsburgh, Johnstown. **International Conference on User Modeling: Proceedings**. Berlin: Springer – Verlag, 2003. (Lecture Notes in Computer Science, v. 2702).
- SEARLE, J. R. **Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language**. Cambridge: Cambridge University Press, 1969.
- SHANG, Y. et al. An intelligent distributed environment for active learning. **Journal on Educational Resources in Computing**, JERIC, New York, NY, USA, v. 1, n. 2, 2001.
- SILVA, A. M. R. **Agentes de Software na Internet - A Próxima Geração de Aplicações para a Internet**. Portugal: Ed. Centro Atlântico, 1999.
- THIRY, M. **Uma Arquitetura baseada em Agentes para Suporte ao Ensino à Distância**. 1999. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis.
- VICARI, R. M. **Inteligência Artificial: Representação do Conhecimento**. Vitória: SBC, 1990. 71p.
- VICARI, R. M. et al. A Multi-Agent Intelligent Environment for Medical Knowledge. **Artificial Intelligence in Medicine**, [S.l.], v. 27, p. 335-366, 2003.
- TSINAKOS, A.; MARGARITIS, K. G. **Search Advisor: Training Internet uses towards search sessions**. Department of Informatics. University of Macedonia. 1997. Disponível em: <<http://www.uvm.edu/~hag/naweb97/papers/tsinakos.html>>. Acesso em: dez. 2004.
- TWIDALE, M. B. et al. Browsing is a Collaborative Process. **Information Processing & Management**, [S.l.], v. 33, n. 6, p. 761-783, Nov. 1997.
- WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. Intelligent Agents: Theory and Practice. **Knowledge Engineering Review**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 115-152, 1994.

## **ANEXO A Especificação de Mensagens FIPA**

O Documento em anexo contém a especificação das mensagens que serão trocadas pelos agentes AMPLIA ComSERVER e User Profile. O conteúdo das mensagens que necessitarem transportar estruturas de dados foram especificados usando o padrão XML. Neste caso, no campo Content destas mensagens estará descrito a DTD e exemplos de uso.