

# Agente mediador para seleção de estratégias pedagógicas em um ambiente multiagente de aprendizagem

Louise J. Seixas<sup>1</sup>, Cecilia D. Flores<sup>2</sup>, João C. Gluz<sup>2</sup>, Rosa M. Vicari<sup>2</sup>, Helder Coelho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduação em Informática na Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

<sup>2</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

<sup>3</sup>Departamento de Informática – Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa  
Bloco C-5 Piso I – Campo Grande – 1700 – Lisboa – Portugal

seixas@farmacia.ufrgs.br, {dflores, jcgluz, rosa}@inf.ufrgs.br,  
hcoelho@di.fc.ul.pt

**Resumo.** *Este trabalho aborda a questão da modelagem dos agentes inteligentes no AMPLIA, um ambiente de aprendizagem que utiliza redes bayesianas para a representação do conhecimento. São discutidas as características dos alunos e dos agentes do ponto de vista da teoria construtivista levando em conta diferentes parâmetros que são considerados para uma negociação pedagógica. Atenção especial é dada a modelagem do Agente Mediador, ao processo de seleção das estratégias e táticas utilizadas e a discussão sobre os níveis de confiança declarado pelo aluno e inferido pelo sistema.*

**Palavras-chave:** ambiente inteligente de aprendizagem, agente mediador, negociação pedagógica, estratégias pedagógicas, sistemas multiagentes

**Abstract.** *This paper shows the modeling process of the intelligent agents in AMPLIA system, a learning environment that uses bayesian network to represent knowledge. We discuss characteristics and features that real students and the artificial agents exhibit according the constructivist theory, taking into account different parameters which are important for a pedagogical negotiation. Special attention is given to the modeling of the Mediator Agent and to the strategies and tactics selection process used by this agent. We also discuss some aspects relative to student's declared confidence level and to the credibility level inferred by the system*

**Key words:** intelligent learning environment, mediator agent, pedagogical negotiation, pedagogical strategies, multi agent systems

## 1. Introdução

Este trabalho é uma continuação às reflexões desenvolvidas sobre as “Aplicações das estratégias de construção do conhecimento em um ambiente probabilístico inteligente de aprendizagem” [Seixas et al 2002], apresentado no SBIE 2002. Naquele artigo foram discutidas a interação/liberdade de ação, as características de ambientes de aprendizagem com propostas construtivistas e foram sugeridos os fundamentos para as estratégias pedagógicas.

O objetivo do trabalho atual é discutir a modelagem dos agentes inteligentes do sistema, em especial do *Agente Mediador*, adequando-os à proposta pedagógica. O texto está dividido nas seguintes seções: 1. Introdução; 2. Apresentação do AMPLIA; 3. Os atores em um ambiente de aprendizagem construtivista;

4. Modelagem dos Agentes Inteligentes; 5. Seleção das estratégias pedagógicas; 6. A negociação pedagógica entre os agentes; 7. Considerações finais.

## 2. Apresentação do AMPLIA

O AMPLIA (Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem) [Vicari et al 2003], projetado como um recurso adicional para a formação dos estudantes de Medicina, tem como objetivo apoiar o desenvolvimento do raciocínio diagnóstico e a modelagem das hipóteses diagnósticas na área médica, utilizando redes bayesianas<sup>1</sup> para a representação do conhecimento.

Considera-se que este aluno possui experiências prévias de caráter técnico-científico, e que deseja desenvolver o seu raciocínio diagnóstico. Pressupõe-se ainda que seu objetivo seja, além de acertar eficazmente o diagnóstico para um paciente, entender como as diferentes variáveis (sintomas, dados laboratoriais) relacionam-se probabilisticamente entre si.

A ferramenta gráfica, SEAMED [Flores et al 2001], possibilita tanto a construção da rede bayesiana com seus nós (variáveis) e arcos (relações de dependência probabilística), como a consulta à rede, através da entrada de uma evidência que será propagada através das demais variáveis, com a atualização das probabilidades condicionais, dada esta evidência.

Em linhas gerais, o aluno modela um diagnóstico para um caso de estudo e o seu modelo de rede é comparado ao modelo do especialista, existente no banco de dados do sistema. As diferenças entre as redes são tratadas através de uma negociação entre os agentes inteligentes do sistema, com auxílio de estratégias pedagógicas baseadas na teoria construtivista.

O AMPLIA é constituído por três agentes inteligentes, de acordo com a arquitetura representada na Figura 1:

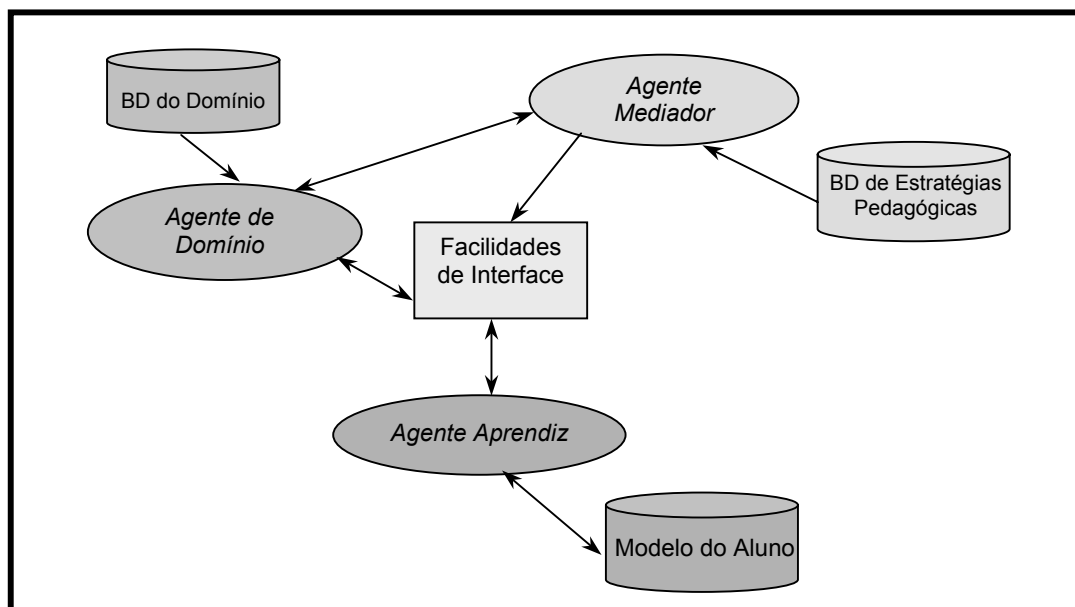


Figura 1 – Arquitetura do AMPLIA

- *Agente de Domínio*, responsável pelo conhecimento do domínio fornecido pelo especialista da área. Este agente tem acesso ao banco de dados do domínio, que contém: textos sobre um

<sup>1</sup> Redes Bayesianas são grafos orientados acíclicos, compostos por nós que representam as variáveis e por arcos orientados que representam as relações de dependência probabilística entre os nós. A intensidade da relação de um nó  $X_i$  com  $pa(X_i)$ , seus nós pais (nós com arcos direcionados para  $X_i$ ), é dada por  $P(X_i | pa(X_i))$ , a distribuição de probabilidades condicionais de  $X_i$  dado seus pais. A  $P(X_1, \dots, X_n)$  é a distribuição probabilística conjunta de todas as variáveis. Se  $pa(X_i)$  for um conjunto vazio,  $P(X_i | pa(X_i))$  reduz-se à distribuição incondicional de  $X_i$ .

problema de diagnóstico médico, a rede modelada pelo especialista, uma relação de nós para o estudo do caso, a classificação dos nós e as explanações que serão utilizadas como argumentos;

- *Agente Mediador*, que atua como mediador na negociação entre o *Agente de Domínio* e o *Agente Aprendiz*, através da seleção das estratégias pedagógicas;
- *Agente Aprendiz*, representa o aluno no ambiente multiagente, ou seja, é através do Agente Aprendiz que o aluno interage com o AMPLIA.

### 3. Os atores em um ambiente de aprendizagem construtivista

Os modelos pedagógicos que seguem a teoria do construtivismo, baseados nos trabalhos de Jean Piaget [Piaget 1971], estabelecem o professor como agente mediador na interação aluno (sujeito)/objeto. Os papéis do aluno e do professor são ativos e dinâmicos, desenvolvidos ao longo do processo e sujeitos a constantes reavaliações. Estes modelos diferem do modelo conteudista, centrado no professor e com uma postura passiva do aluno.

O conteúdo, na teoria construtivista, não está centrado no professor, mas sim, constitui-se de um problema que cabe ao aluno explorar, questionar, repensá-lo de diversas maneiras, originar hipóteses e reflexões, enquanto o professor acompanha o processo provendo os recursos necessários para a superação de eventuais dificuldades ou para novas interações, apoiando e enriquecendo este processo. Cabe portanto ao professor, utilizar estratégias que possibilitem ao aluno construir seu conhecimento relacionado àquele objeto.

Piaget, tratando do sujeito epistêmico, [Piaget 1971] fala do sujeito universal que utiliza as características gerais do conhecimento para a apreensão da realidade. Em outras palavras, trata-se da utilização das estruturas cognitivas para assimilar um problema em uma atividade ou função adaptativa. Assim, nessa concepção, uma estratégia é a utilização da cognição para definir uma ação. A estratégia é “conhecer para fazer”, e o papel do professor é promover um desequilíbrio nas estruturas mentais do aluno, possibilitando sua reequilibração majorante [Piaget 1978]. Este desequilíbrio pode ser obtido, por exemplo, através de questionamentos ou desafios que levem o aluno à busca de novas hipóteses para “conhecer mais, para fazer mais”.

Segue-se, com os estudos de Inhelder [Inhelder 1996], o sujeito psicológico individual, que possui uma dinâmica de conduta, que escolhe seus meios, controles e heurísticas para a obtenção de um resultado. Este sujeito psicológico tem intenções e valores e, portanto, encontra-se acessível para uma negociação [Inhelder 1996, p.10]. Neste enfoque complementar, o papel do professor é prover argumentos suficientemente consistentes para que o aluno aceite negociar para obter melhores resultados ou diferentes soluções para a resolução do problema, ou seja, “fazer mais para conhecer mais”.

A negociação tem por intuito abrir uma possibilidade de diálogo, argumentação, colaboração, uma provocação ou um questionamento, que contribuam mais para a construção dos conhecimentos que um simples convencimento em si; para isto envolve o *grau de confiança* que o aluno tem em seu modelo e nas argumentações apresentadas e igualmente, a confiança que o professor tem em seu próprio modelo e no aluno.

No AMPLIA, estão presentes como atores os alunos reais (humanos) e os agentes inteligentes. Todos estes agentes tem papéis específicos no processo de ensino/aprendizagem quando se considera as questões relativas aos possíveis vínculos e graus de confiança existentes entre estes agentes. O papel do professor “tradicional”, basicamente como repositório de conhecimento, está restrito ao *Agente de Domínio*, enquanto que o *Agente Mediador* se responsabiliza pela negociação pedagógica entre o *aluno* e o *Agente de Domínio*. Como não é possível se ter o aluno real dentro do sistema, o AMPLIA assume a existência de um agente computacional que o representa: o *Agente Aprendiz*.

O *aluno* tem como problema apresentar um diagnóstico, a partir do relato de um caso médico, dado uma série de evidências (nós), que deverão ser relacionados por probabilidades causais, resultando em uma rede modelada de acordo com a sua hipótese e na qual o aluno declara o seu *grau de confiança*. Esta declaração é interpretada pelo sistema como a sua atitude perante uma negociação. Se o aluno declarou uma *alta confiança*, é interpretado como uma segurança para usar o modelo, sem fazer significativas alterações. Em outras palavras, o aluno sente-se autônomo e só aceitará alterações se estiver plenamente convencido e após ter explorado todas as hipóteses possíveis. Ao contrário, em uma situação de *baixa*

*confiança* (insegurança) a disponibilidade para receber uma ajuda torna-se muito alta que, do ponto de vista da autonomia, assume uma postura muito menos ativa que no caso anterior.

O *Agente Aprendiz* representa o aluno através de seu modelo de rede (representação do conhecimento) e o seu *grau de confiança declarado*, ao mesmo tempo em que infere o *grau de confiança*, sob o ponto de vista do sistema, ou seja, a *credibilidade* que pode ser creditada ao aluno. através da observação de como o aluno constrói seu modelo.

O *Agente de Domínio* é responsável pela avaliação da rede do aluno, comparada à rede do especialista, definindo as prioridades para a negociação com o *Agente Aprendiz*, baseado no conhecimento que possui sobre este domínio. Tem disponibilidade para aceitar as argumentações do *aluno*, através do *Agente Aprendiz*. Isto implica que suas expectativas em relação aos resultados da avaliação de um dado modelo possam ser negociadas, ou que haja alguma flexibilidade nestas expectativas.

O *Agente Mediador* atua como o professor mediador, que disponibiliza recursos para que o aluno consiga expressar suas hipóteses e argumentos, com correteude e confiança. Os conflitos emergentes, durante o processo entre o *Agente Aprendiz* e o *Agente de Domínio* são negociadas com sua ajuda, utilizando estratégias adequadas, de acordo com cada situação e momento. Assim, o *Agente Mediador* poderá recorrer tanto a uma estratégia direcionada ao domínio propriamente dito (conteúdo), quanto a uma estratégia relacionada à construção do modelo em si (procedimentos). Dentro de cada estratégia, as táticas, por sua vez, levam em conta a autonomia demonstrada pelo aluno, podendo ser mais diretivas ou mais construtivistas.

Numa abordagem inicial, o papel do *Agente Mediador* como negociador pode ser visto como dois casos básicos: resolvendo conflitos de avaliação entre o *Agente de Domínio* e o *aluno* (representado pelo *Agente Aprendiz*) ou sugerindo, a qualquer um dos outros agentes, novas formas de conduzir o processo de ensino/aprendizagem (novos desafios, informações complementares, conselhos, etc.). Nos dois casos são selecionadas e utilizadas estratégias e, dentro destas, táticas pedagógicas para resolver o conflito em questão, que poderão ser mais diretivas ou mais construtivistas, de acordo com a autonomia demonstrada pelo aluno. A seleção é feita através de um processo de inferência, baseado nas informações dos outros agentes, isto é, informações sobre o *grau de confiança declarado* e a *credibilidade inferida*. Em ambos casos, após a escolha de uma estratégia/tática pedagógica o *Agente Mediador* empreende uma série de ações de comunicação com os outros agentes do AMPLIA. A diferença entre os dois tipos de caso se dá na definição do momento em que o *Agente Mediador* entra em ação: se solicitado para resolver um conflito ou se a partir da observação da interação entre os demais agentes.

## 4. Modelagem dos Agentes Inteligentes

A modelagem dos agentes inteligentes está em fase de desenvolvimento, com algumas características já definidas e em implantação.

### 4.1. Agente de Domínio

Para o *Agente de Domínio*, deve haver uma comunicação com o *Agente Aprendiz* e com o *Agente Mediador*. Através da primeira comunicação, o *Agente de Domínio* envia um estudo de caso para o *aluno* e dele recebe o modelo de rede construída, através do *Agente Aprendiz*. A comunicação com o *Agente Mediador* é no sentido de informação sobre o resultado da avaliação da rede recebida do *aluno*.

A rede do aluno é testada quanto aos aspectos de viabilidade (se é uma rede bayesiana), de correteude (se não existem nós desnecessários ou excludentes) e, finalmente, de completude (se não faltam nós na rede). Para isso, o *Agente de Domínio* utiliza a classificação dos nós, discriminados a seguir, na Tabela 1:

<b>Disparador (Trigger)</b>	Quando presente, seleciona o diagnóstico como solução potencial
<b>Essencial</b>	Deve estar presente para assegurar a identificação do diagnóstico.
<b>Complementar</b>	Sua presença aumenta a probabilidade do diagnóstico.
<b>Excludente</b>	Sua presença indica que o diagnóstico é improvável

**Tabela 1 – Classificação dos nós**

A partir destes dados, o *Agente de Domínio* classifica a rede modelada pelo aluno, conforme a Tabela 2:

Rede	Parâmetros
Inviável	Rede apresenta ciclos ou nós não orientados
Incorreta	Presença de nó excludente
Incompleta	Ausência de nós importantes ( <i>trigger</i> , essencial)
Viável	Diferente do modelo do especialista, mas satisfaz o estudo de caso proposto.
Completa	Rede idêntica ao modelo construído pelo especialista

**Tabela 2 – Classificação da rede**

O *Agente de Domínio* também é o responsável pela análise da distribuição de probabilidades entre as variáveis, ou seja, se esta rede pode, com os nós presentes, levar ao diagnóstico correto. Esta funcionalidade encontra-se em desenvolvimento.

#### 4.2. Agente Aprendiz

O *Agente Aprendiz*, encontra-se na fase de modelagem que prevê a comunicação com o *Agente Mediador* para receber o caso de estudo, e enviar o modelo do aluno. Faz parte da comunicação também, a informação do *grau de confiança do aluno* e o recebimento das estratégias pedagógicas.

A análise dos procedimentos do aluno durante a construção da rede também é atribuição do *Agente Aprendiz*, que infere a credibilidade (expectativa) que o sistema tem no aluno. É computada uma alta expectativa ou credibilidade quanto maior a autonomia e segurança efetivamente demonstrada pelo aluno, através de suas ações.

O *Agente Aprendiz* observa os procedimentos do *aluno*, detectando situações de indecisão no momento de escolher os nós adequados, repetição de tentativas em adequar um nó a uma relação, construção de um novo modelo menos eficiente que o anterior e solicitação de ajuda, como critérios para inferir a credibilidade atribuída pelo sistema ao *aluno*, independentemente da auto-confiança que o *aluno* declara. Para efeitos de implantação, são definidos três graus de credibilidade.

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

Na prática, esta credibilidade inferida pelo *Agente Aprendiz* traduz-se, do ponto de vista do *Agente Mediador*, na concessão de uma maior ou menor autonomia ao aluno, não interferindo diretamente na estratégia, mas sim, na tática que leva o aluno a uma ação mais ativa ou passiva, dentro do modelo construtivista proposto. Como exemplo, temos na Tabela 3 algumas táticas:

Aluno	Crédito	Exemplos de táticas selecionada pelo <i>Agente Mediador</i>
Indeciso	Baixo	Ajuda direta, alerta
Inseguro / Confuso	Média	Indicação, sugestão, motivação
Confiante	Alto	Problematização, discussão

**Tabela 3 – Exemplos de táticas**

Esta modelagem também será baseada, em parte, no trabalho de Bercht [Bercht 2001], que trata das dimensões afetivas em agentes pedagógicos.

### 4.3. Agente Mediador

O *Agente Mediador*, responsável pela seleção de estratégias durante a negociação entre os outros agentes do AMPLIA, utiliza como parâmetros a avaliação da rede, realizada pelo *Agente do Domínio*, o grau de confiança declarado pelo *aluno* e a credibilidade resultante da inferência realizada pelo *Agente Aprendiz*, a partir da análise da evolução da rede modelada pelo *aluno* e das ações tomadas pelo *aluno*, diante das estratégias recebidas do *Agente Mediador*, ao longo do processo.

Com o intuito de permitir a representação destas relações de dependência entre esses parâmetros, e a necessidade alterações frequentes para incorporar as constantes adequações ao processo ensino/aprendizagem, a unidade de tomada de decisão do *Agente Mediador*, baseia-se na avaliação de um diagrama de influência<sup>2</sup>. Este diagrama é, assim como a rede bayesiana, um grafo orientado acíclico que possui nós de probabilidade, nós de decisão e nós de utilidade que permitem a representação de funções de utilidade, muito importantes num processo de tomada de decisão. [Shachter 1986]. A função de utilidade define a tática que é utilizada pelo *Agente Mediador* com o *aluno*, condizente com o grau de autonomia deste aluno. A figura 2 apresenta o Diagrama de Influências do modelo de decisão do *Agente Mediador*.

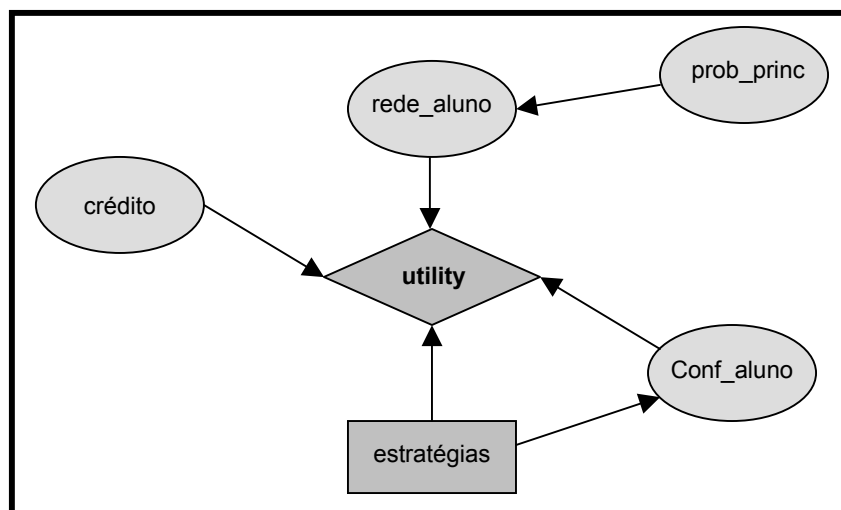


Figura 2 – O diagrama de influência para a seleção das estratégias

O nó de probabilidade *prob\_princ*, constitui a informação recebida do *Agente de Domínio* sobre o principal problema existente no modelo de rede do aluno: rede cíclica, falta de nós *trigger*, falta de nós essenciais, falta de nós complementares, presença de nós *bogus* (variáveis alheias ao estudo de caso, disponibilizadas intencionalmente como fator perturbador para a modelagem) ou ausência de problemas. O nó de probabilidade *rede\_aluno* é dependente do nó *prob\_princ*, pois classifica a rede do aluno, como já descrito na Figura 4. Os demais nós de probabilidade, *credito* e *conf\_aluno*, correspondem, respectivamente, à credibilidade inferida pelo *Agente Aprendiz* e à confiança declarada pelo aluno. O nó de decisão *estratégias* corresponde às estratégias pedagógicas do AMPLIA. E, por último, o nó de

<sup>2</sup> Diagrama de influências é um grafo orientado acíclico (DAG)  $G = (N, E)$ , onde  $N = P \cup D \cup \psi$  é o conjunto dos nós e  $E$  o conjunto dos arcos, sendo:

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

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

utilidade *utility* define o nível da tática, de acordo com grau de autonomia apresentado pelo aluno, através de suas ações, ou seja, com maior ou menor nível de restrição ou liberdade de ação.

## 5. Seleção das estratégias pedagógicas

As estratégias inicialmente previstas para o AMPLIA são:

- **Orientação:** Prevê uma abordagem direta, que tem por objetivo corrigir problemas graves na rede e aumentar a confiança do *aluno* no *Agente de Domínio*. Assim, seguindo a orientação do *Agente Mediador*, o aluno verifica a existência destes problemas e pode eliminá-los, sem maiores dificuldades na negociação. Será utilizada quando a rede do aluno for classificada como *inviável*, independente do *grau de confiança* declarado pelo aluno, variando apenas a tática (intensidade da “condução” orientadora). Estas variações constam desde uma simples mensagem de alerta, uma sugestão para a revisão de conteúdos básicos, ou até uma indicação direta do problema.
- **Contestação:** Pretende motivar o *aluno* a reavaliar o seu modelo, através da demonstração das inconsistências existentes, como por exemplo, a existência de nós excludentes. (Neste caso, a rede está incorreta, pois aquele nó indica que o diagnóstico é improvável). As argumentações devem ser tão mais concretas e consistentes quanto maior for a confiança declarada do aluno, ou seja, menor a sua disposição para a negociação.
  - o Se o *aluno* declarou ter uma alta confiança em seu modelo, o *Agente Mediador* fornece informações relativas ao nó excludente, solicitando que o *aluno* reflita sobre elas e altere o nó correspondente, ou sugere consulta a materiais que esclarecem a condição do nó excludente.
  - o Em caso de média confiança, solicita-se que o *aluno* indique o nó “problema”: a) se for apontado o nó excludente, o *Agente Mediador* confirma a resposta, disponibilizando as informações relacionadas ao nó, se o *aluno* assim o desejar; b) se for apontado outro nó, que não o excludente, o *Agente Mediador* contesta novamente e fornece as informações pertinentes, solicitando nova indicação.
  - o Se a confiança declarada pelo aluno foi baixa (total disponibilidade para a negociação), o primeiro passo será motivar o *aluno* a conhecer as suas certezas. Para tanto, o *aluno* deverá indicar os nós que julgar estarem corretamente representados. Se estes nós realmente estiverem corretos, serão disponibilizadas informações adicionais sobre os mesmos, confirmando-os. Se for apontado o nó excludente, ocorre nova contestação, oferecimento de informações pertinentes e sugestão para alterar o modelo.
- **Apoio:** Tem como objetivo aumentar a confiança do aluno em suas ações através da reafirmação de seus conhecimentos. É utilizada quando a rede do aluno estiver incompleta, isto é, quando estiverem faltando nós essenciais e quando o *aluno* tiver declarado a sua confiança como sendo muito baixa. O *aluno* é solicitado a indicar os nós principais que julgar estarem corretamente representados. Se o nó indicado possuir todos os nós diretamente relacionados presentes, é oferecido ao *aluno* informações completas sobre esta região do modelo. Se o *aluno* indicar algum nó, onde esteja faltando algum relacionamento causal pertinente, serão oferecidas informações sobre esta região do modelo, seguido de convite para refletir sobre o nó faltante.
- **Ampliação:** é uma abordagem aberta, sugestiva e convidativa para a elaboração de novas hipóteses, através da ampliação da rede já modelada. Essa estratégia é utilizada no caso da rede incompleta, (faltam nós essenciais), quando o *aluno* tiver declarado uma alta confiança em seu modelo. Pode ser apresentada uma situação que destaque este nó, através de um problema, hipótese, uma sugestão de consulta a um banco de dados, etc. Ainda na rede incompleta, quando a confiança declarada for média, o *Agente Mediador* solicita ao *aluno* que indique em que local pode estar faltando um nó essencial. Se o *aluno* indica o ponto correto, são oferecidas informações sobre as relações deste nó essencial com os demais. Caso o ponto indicado não seja o correto, é oferecida a possibilidade de busca de mais dados sobre este nó complementar, através de consulta a textos, bancos de dados, exemplos, etc. Esta estratégia também é utilizada quando o aluno tiver construído uma rede viável, com alto *grau de confiança*. Neste caso, podem estar faltando alguns nós complementares no modelo construído, ou o modelo se tornou viável pela presença de um nó *trigger*. Assim como na rede incompleta, o *Agente Mediador* utiliza recursos como problematização, apresentação de hipóteses,

sugestões de consultas a base de dados, etc., para que o *aluno* possa incorporar mais informações em sua rede.

- **Comprovação:** Tem como objetivo motivar o *aluno* a reavaliar o seu modelo, pela comparação com modelos consistentes de diagnóstico. Esta estratégia utiliza a própria rede do especialista ou relatos de casos reais, armazenados em base de dados, quando a rede do aluno estiver completa. Se a confiança for alta, a disponibilização do modelo do especialista confirma a identidade entre ambas. Se a confiança for média, o *Agente Mediador* solicita ao *aluno* a indicação dos nós que acredita que estejam incorretos, apresentando as informações sobre estes nós, a rede do especialista ou relatos de casos. Em casos de baixa confiança, é solicitado que o *aluno* indique os nós nos quais tem plena certeza de sua presença, e são disponibilizadas informações sobre estes nós e seus vizinhos, além da parte da rede do especialista que aborda esta região. Quando a rede do aluno estiver classificada como viável, com média ou baixa confiança, o procedimento inicial é o mesmo. O objetivo da estratégia é aumentar o nível de confiança do aluno que, apesar de ter chegado a um resultado parcial ou mesmo à solução, não se sente seguro sobre o resultado.

A seguir, a Tabela 4 apresenta um resumo destas estratégias:

<b>Rede / Confiança</b>	<b>Alta</b>	<b>Média</b>	<b>Baixa</b>
Inviável (Ciclos)	Orientação (Sugestão)	Orientação (Indicação)	Orientação (Mensagem)
Incorreta Contém excludente	Contestação (Discussão)	Contestação (Mediada)	Contestação (Direta)
Incompleta Faltam nós	Ampliação (Discussão)	Ampliação (Problematização)	Apoio (Exemplos)
Viável Contém <i>Trigger</i>	Ampliação (Problematização Discussão)	Comprovação (Hipóteses)	Comprovação (Exemplos)
Completa	Comprovação (Modelo especialista)	Comprovação (Hipóteses)	Comprovação (Exemplos)

**Tabela 4 – Quadro resumo das estratégias**

Resumindo, as estratégias inicialmente previstas para o AMPLIA são: Orientação (corrigir ou informar), Contestação (incentivar auto-avaliação), Apoio (aumenta a confiança), Comprovação (motivar aprofundamento das reflexões) e Desafio (motivar a elaboração de novas hipóteses), ajuda, busca de conteúdos e explanação. Cada estratégia contém diferentes táticas, de acordo com a autonomia do *aluno*, adequado às necessidades de aumentar ou diminuir a confiança em seu modelo, e a sua responsabilidade na auto-avaliação.

## 6. A negociação pedagógica entre os agentes

A negociação pedagógica no AMPLIA, descrita em [Flores 2003], é formulada tendo como objetivo equalizar a confiança mútua *aluno/Agente de Domínio*. Para isto, considera como situação inicial a alta confiança do *Agente de Domínio* e a baixa confiança do *aluno* para resolver o estudo de caso em questão. Ao final do processo tanto o *Agente de Domínio* quanto o *aluno* tem alta confiança em si mesmo e no outro. Assim, formulando estas proposições,

### Início do processo:

Professor:

(IP.1) *Alto grau de confiança em sua capacidade de julgamento no tema a ser ensinado.*

(IP.2) *Baixo grau de confiança nas capacidades do aluno em tratar este tema.*

Aluno:

(IA.1) *Baixo grau de confiança em sua capacidade de julgamento no tema a ser ensinado.*

(IA.2) *Alto grau de confiança nas capacidades do professor em tratar este tema.*

Fim (desejado) do processo de ensino-aprendizagem:



Professor:

(FP.1) *Alto grau de confiança em sua capacidade de julgamento no tema a ser ensinado.*

(FP.2) *Alto grau de confiança nas capacidades do aluno em tratar este tema.*

Aluno:

(FA.1) *Alto grau de confiança em sua capacidade de julgamento no tema a ser ensinado.*

(FA.2) *Alto grau de confiança nas capacidades do professor em tratar este tema.*

Nota-se que, para efeitos de simplificação computacional, não é considerada a possibilidade de que o aluno possa “saber” mais que o professor, e nem que não confie na capacidade de julgamento do professor, podendo levar a uma interpretação que parece não encontrar apoio na teoria construtivista, onde o conhecimento é construído na interação sujeito/objeto e onde não há lugar para certezas permanentes, mas sim para constantes buscas e questionamentos.

O professor, segundo o construtivismo, é o mediador e facilitador na relação do aluno com o objeto de conhecimento, conhecimento este que o próprio professor também construiu em algum momento. Isso não significa que este seu (do professor) conhecimento seja o “único” ou o “certo”, pelo contrário, é “um dos possíveis para a resolução de um determinado problema”. Isto implica em aceitar que o próprio professor pode reavaliar as suas certezas, construindo outras, como resultado também de suas próprias interações com o seu aluno e/ou o objeto propriamente dito. Confirma-se assim na prática pedagógica a teoria construtivista onde todos, professores e alunos, estão sempre aprendendo um com o outro e com o meio. Assim, para que o AMPLIA possa atender à teoria construtivista, é necessário que o “professor” do ambiente também ceda em sua certeza, partindo do princípio de que não somente o professor tem argumentos decisivos, mas o aluno também pode tê-los e expressá-los.

Por outro lado, tratando-se de um domínio incerto, como o é a Medicina, e onde, sem dúvida a prática e a experiência desempenham papel fundamental, prática esta que o aluno deseja aprender, deve haver um cuidado para que não haja uma substituição de conceitos de modo irresponsável e inconseqüente. Vislumbra-se a necessidade de uma negociação cuidadosa, pedagogicamente adequada no trato com o aluno, e cientificamente correta, no trato com o professor. Não há dúvida de que nenhum dos envolvidos poderia fazer tal negociação, sem suspeita de que estivessem negociando em causa própria. Por esta razão, é proposto no AMPLIA, que o *Agente Mediador*, seja o responsável em mediar esta negociação, de modo a conseguir que professor e aluno tenham o máximo de confiança em si mesmo e no outro, com benefício mútuo.

Na prática significa que o *aluno* pode construir seu conhecimento sobre determinado domínio com o auxílio das táticas apresentadas pelo *Agente Mediador*, melhorando continuamente o seu modelo e aumentando a sua confiança e autonomia, atingindo seu objetivo e chegando ao equilíbrio na equação inicial proposta. Também o sistema pode ampliar seu domínio numa interação com o *aluno*. Se for observado que a modelagem do *aluno* não sofreu nenhuma alteração durante alguns ciclos de negociação (o número de ciclos de negociação vai depender do número de diferentes táticas pedagógicas que o sistema possuir), o *Agente Mediador* solicita ao *Agente de Domínio* que faça uma avaliação diferenciada da rede do *aluno*, aplicando a essa rede a base de dados com casos reais para verificar a performance da rede do aluno. Se essa performance for maior do que 90%, a rede será considerada completa e será absorvida pelo *Agente de Domínio*, como uma maneira diferente para a modelagem de um problema diagnóstico. Neste caso, o *Agente de Domínio*, aceita a argumentação, aumentando o seu grau de confiança no aluno, também equilibrando a equação.

A negociação termina se o aluno decide abandonar a interação, quando o sistema verifica que o aluno atingiu os objetivos propostos ou quando o sistema assimila o modelo proposto pelo aluno.

## 5. Considerações Finais

Desta análise verifica-se que, quando o cenário para o processo de ensino/aprendizagem pressupõe a mediação por um professor, é importante: (a) atingir um alto grau de confiança do aluno no professor e (b) atingir um mesmo alto grau de confiança na relação inversa, independente dos graus iniciais. Um ponto que deve ser destacado desta análise é que, atingir estes graus de confiança mútuos, não é uma

tarefa relacionada ao tema em estudo, mas sim, de cunho estritamente pedagógico e que requer um processo contínuo de negociação (pedagógica), para que se concretize e se mantenha.

A questão é decidir quando esta interação de mediação é necessária. É aqui que a formulação do processo de ensino/aprendizagem, que busca maximizar as expectativas entre os agentes, pode oferecer uma visão clara sobre quando esta decisão de interferência deve ser tomada: quando o grau de expectativa tanto do *aluno* quanto do *Agente Mediador* em relação ao outro participante se localizar abaixo de um nível aceitável ou permanecer muito tempo sem evoluir para um nível mais elevado. Os “valores” exatos de níveis e os “tempos” de espera dependem de uma modelagem precisa da negociação, não sendo, de maneira nenhuma triviais de serem estimados, porém numa primeira abordagem ao problema serão considerados como razoavelmente bem estimados para se poder prosseguir na discussão.

A discussão sobre a adequação das estratégias pedagógicas continua sendo desenvolvida pela equipe do AMPLIA, na perspectiva de incluir a colaboração entre os alunos, o trabalho e discussão em grupo e a discussão síncrona ou assíncrona com os especialistas. Também se cogita a possibilidade de monitoramento das ações simultâneas do aluno fora do AMPLIA, como indicativo de sua motivação e autonomia na atividade.

## 6. Referências.

- Bercht, M. (2001) Em direção a agentes pedagógicos com dimensões afetivas. Tese (doutorado)-Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Programa de Pós-Graduação em Computação. 2001.
- Flores, C. D.; Höher, C. L.; Ladeira, M.; Vicari, R. M. (2001) Una experiencia en el uso de redes probabilísticas para el diagnóstico médico - Una experiencia brasileira. *Informatic@ Médica*, FUNDAMED, Argentina, v. 8, p. 25-29, 2001.
- Flores, C. D.; Gluz, J. C.; Seixas, L.; Vicari, R. (2003) “Negociação Pedagógica no AMPLIA”, ENIA 2003, XXIII Congresso da SBC, Campinas, SP, Brasil, 2003.
- Inhelder, B. Cellier, G. (1996) O desenrolar das descobertas da criança : um estudo sobre as microgêneses cognitivas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- Piaget, J. (1971) Epistemologia Genética. [L'Épistémologie Génétique, 1970]. Petrópolis: Vozes.
- Piaget, J. (1978) Fazer e compreender. São Paulo, Melhoramentos : EDUSP, 1978.
- Seixas, L.; Flores, C. D., Vicari, R. M.; Silvestre, A. (2002) Aplicação de estratégias de construção de conhecimento em um ambiente probabilístico de aprendizagem In: SBIE 2002 - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2002, São Leopoldo. Anais do SBIE 2002 - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2002.
- Shachter, R. (1986) Evaluating Influence Diagrams. *Operations Research*. ORSA, v.34, n.6, November-December 1986, p.871-882.
- Vicari, R. M.; Flores, C. D.; Seixas, L.; Silvestre, A.; Ladeira, M.; Coelho, H. (2003) A Multi-Agent Intelligent Environment for Medical Knowledge. *Artificial Intelligence in Medicine*, Elsevier Science, Volume 27, Issue 3 , March 2003, Pages 335-366.