

# UM SISTEMA INTELIGENTE MULTIAGENTE PARA EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

FABIANO DORÇA, BRUNO QUEIROZ, MÁRCIA A. FERNANDES E CARLOS R. LOPES

Faculdade de Computação

Universidade Federal de Uberlândia

Av. João Naves de Ávila 2160 – 38400-902 –Uberlândia/MG

{ fabianodor, marcia, crlopes }@ufu.br e [brunoqueiroz@bol.com.br](mailto:brunoqueiroz@bol.com.br)

***Abstract.** This paper presents a multiagent architecture for distance education. This is a general tool for creation of different courses and it presents characteristics of intelligence and adaptivity. This architecture is based on techniques of Distributed Artificial Intelligence, Planning and Intelligent Tutoring Systems. All the tasks, which this educational system is capable of doing, are distributed into specialized agents that cooperate and collaborate in order to achieve an effective relation teaching/learning. As a result, the system allows adaptation of a given course to different types of learners.*

***Resumo.** Este artigo tem como objetivo descrever uma arquitetura multiagente para educação à distância. Esta deve ser uma ferramenta geral para criação de diferentes cursos e deve apresentar características tais como inteligência e adaptatividade. Esta arquitetura faz uso de técnicas de Inteligência Artificial Distribuída, Planejamento apoiado em Inteligência Artificial e Sistemas Tutores Inteligentes. As tarefas que este sistema educacional é capaz de executar estão distribuídas entre agentes especializados que cooperam e colaboram com o objetivo de obter uma relação de ensino/aprendizagem eficiente. Assim o sistema resultante apresenta características que permitem a adaptação de um dado curso a diferentes tipos de estudantes.*

## 1- Introdução

O objetivo deste trabalho é propor e implementar uma arquitetura de software para educação à distância com características de adaptabilidade e inteligência. A educação à distância é uma área de pesquisa e desenvolvimento em franca expansão. Os benefícios deste tipo de educação incluem independência da sala de aula e independência de plataforma. Além disto, um curso proposto dentro deste contexto pode ser usado para atingir uma quantidade expressiva de alunos o que contribui para a democratização do conhecimento.

Um aspecto importante em educação à distância é a ausência de uma assistência personalizada e inteligente como normalmente ocorre no ensino presencial. Um outro aspecto a ser observado é que estudantes neste tipo de curso podem apresentar perfis bastante diferenciados. Em virtude disto, um desafio em pesquisa é o desenvolvimento de aplicações educacionais avançadas apoiadas na web que possam oferecer alguma quantidade de inteligência e adaptabilidade considerando os aspectos mencionados anteriormente.

Logo após o surgimento da Web, grupos de pesquisadores têm implementado diferentes tipos de sistemas adaptativos e inteligentes para educação a distância. Historicamente, todos os sistemas de educação inteligentes têm raízes em duas áreas: Sistemas Tutores Inteligentes e Sistemas de Hipermídia Adaptativos. O foco deste trabalho está centrado em sistemas tutores inteligentes e por isso, a arquitetura é constituída dos seguintes módulos: modelo do estudante, módulo pedagógico, módulo do domínio do conhecimento, modelo do especialista e módulo de comunicação.

Entende-se que um dos aspectos essenciais para se conseguir sistemas adaptativos e inteligentes que sejam eficazes diz respeito a uma maior interação efetiva entre aprendizes, tutores e o sistema computacional. Um ambiente clássico para Educação à Distância via Web (EADW) consiste basicamente de infra-estrutura de comunicação, serviços, aplicações e conteúdos. Os recursos comuns aos atuais ambientes incluem ferramentas para integrar os participantes das atividades interativas, ferramentas para produção de conteúdos e

ferramentas que permitem a criação e manutenção de cursos.

Na maioria dos ambientes existentes, a interatividade desejável ainda não se encontra disponível [1]. O trabalho cooperativo/colaborativo tem sido bastante requisitado em ambientes EADW, gerando uma série de dificuldades quanto à monitoração/análise das interações inter e intra-indivíduos/grupos. Sistemas deste tipo possibilitam que vários estudantes colaborem entre si através da troca de informações na busca do conhecimento, e assim, estimulando o aprendizado. Neste aspecto a Inteligência Artificial, através de sistemas multiagentes, pode oferecer contribuições significativas.

As pesquisas em Inteligência Artificial Distribuída, em particular em sistemas multiagentes, enfatizam a inteligência coletiva, onde se busca a modelagem de sistemas através de um conjunto de agentes providos de uma série de habilidades cognitivas. Uma destas habilidades pode ser a habilidade para trabalhar com os seus pares. Um agente raciocina sobre o ambiente, sobre os outros agentes e decide racionalmente quais objetivos devem perseguir e quais ações devem tomar, agindo em cooperação com a sociedade.

Nossa proposta para EADW que está sendo desenvolvida utiliza uma abordagem baseada em sistemas tutores inteligentes e sistemas multiagentes. Nas seções seguintes serão apresentados a arquitetura do sistema, seu funcionamento e a forma de interação dos agentes propostos.

## 2- A Arquitetura Proposta

Em [2,3], tem-se uma revisão da literatura abordando as principais arquiteturas de sistemas multiagentes direcionadas a ambientes educacionais. Em função deste estudo chegou-se a uma proposta de arquitetura que será descrita a seguir. A Figura 1 mostra o diagrama desta arquitetura que está em fase de desenvolvimento.

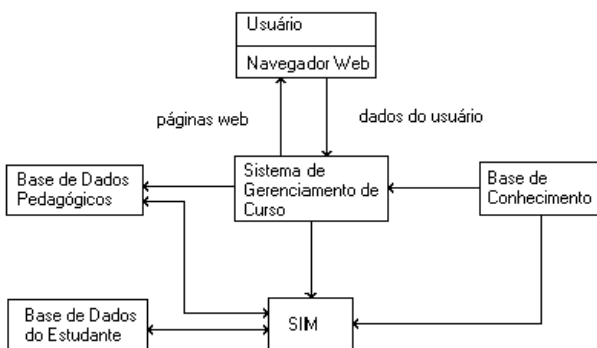


Figura 1 – Arquitetura do sistema

Da Figura 1 tem-se que a arquitetura é constituída pelos seguintes elementos:

1. **Base de Conhecimento:** Este componente contém os conteúdos dos diversos cursos a serem ministrados. Os conteúdos estão dispostos na forma de arquivos que podem ser visualizados por um navegador Web. Como exemplos podemos citar arquivos HTML, applets, VRML etc.

2. **Base de Dados do Estudante:** Este componente é responsável por armazenar o perfil de cada estudante que consiste de suas capacidades perceptivas e do seu grau de conhecimento alcançado durante a realização do curso. As capacidades perceptivas determinam os recursos mais receptivos ao estudante. O grau de conhecimento alcançado pelo estudante apresenta incerteza devido à natureza das avaliações. Por exemplo, quando o estudante lê um material expositivo pode-se inferir que há um pequeno aumento no seu grau de conhecimento. Contudo, esta inferência contém um alto nível de incerteza.

3. **Base de Dados Pedagógicos:** contém todos os objetivos de aprendizagem e os currículos de todos os cursos que estão sendo ministrados a um dado estudante. Nesta base os currículos disponíveis já se encontram adequados ao perfil de cada estudante e podem sofrer atualizações em função da evolução do estudante. Além disso, também contém informações sobre os estudantes, tais como, “log-in” e os cursos que está realizando, e todas as atividades apresentadas durante cada sessão de aprendizagem, tais como, as páginas que visitou, o tempo de permanência, resultados de testes, conteúdos vistos.

4. **Sistema de Gerenciamento do Curso:** cabe a este componente fazer as interações entre a base de conhecimento, a base de dados pedagógicos e o Sistema Inteligente Multiagente (SIM).

5. **SIM:** É o componente principal da arquitetura sendo responsável por dinamicamente traçar o perfil do estudante e atualizar o sequenciamento automático do currículo em função deste perfil obtido. É, portanto o responsável por todas as funções inteligentes do sistema. Sua implementação segue uma abordagem de multiagentes. Os seguintes agentes compõem este sistema:

a. **Agente avaliação** – é o responsável por traçar e atualizar o perfil do estudante;

b. **Agente pedagógico** – é o responsável pela geração e atualização automáticas do currículo;

c. **Agente especialista** – é utilizado pelo agente avaliação para resolução de problemas. As respostas do especialista, bem como o procedimento adotado na resolução do problema, podem ser comparados com os do estudante. Isto poderá permitir uma atualização do perfil do estudante bem como uma nova estratégia de ensino; e

d. **Agente assistente** – tem como principais funcionalidades a ajuda, diagnóstico e orientação.

O agente assistente fornece ao agente de avaliação informações sobre o comportamento do estudante, que por sua vez traça e atualiza o perfil do estudante. Tem-se assim, informação suficiente para que o agente pedagógico gere o currículo mais apropriado ao estudante em um dado momento.

O agente assistente é o responsável pelo contato direto com o estudante, fazendo o papel de um assistente pessoal inteligente, onde suas principais funcionalidades são ajuda, diagnóstico e orientação. Além disso, podem executar tarefas autonomamente, sem a intervenção do estudante. O agente identifica situações em que seja necessária ajuda e, então, fornece a assessoria de acordo com o diagnóstico realizado. Existe também a possibilidade de fornecer informações adicionais ao estudante, tais como exemplos e dicas. Esta monitoração constante do estudante é repassada ao agente de avaliação que poderá definir ações no sentido de otimizar o aprendizado.

Este agente também será responsável por realizar a comunicação com o agente especialista quando o estudante solicitar alguma informação ou dúvida. Neste caso o agente assistente, ao receber o pedido do estudante repassa o problema ao agente especialista (responsável por questionamentos relacionados ao domínio do conhecimento), que devolverá uma resposta ao agente assistente.

O agente assistente é agente cognitivo, baseado em estados mentais – crença, desejo, intenção e expectativa. Os estados mentais transparecem como conceitos análogos ou similares aos humanos [1]. Através destes estados mentais do agente assistente será formada sua personalidade, de maneira a promover uma aproximação maior do estudante com o sistema e possibilitando a geração de diagnósticos mais eficazes.

### 3- Comunicação entre os agentes

Este trabalho, por se tratar de um sistema colaborativo, deve dotar seus agentes de habilidades sociais e cooperação. A habilidade social é a habilidade de interação com outros agentes através da utilização de uma linguagem de comunicação comum entre eles. A cooperação pode ser entendida como a capacidade que os agentes tem de trabalharem em conjunto de forma a concluírem tarefas de interesse comum. A cooperação entre agentes é fundamental para a construção de um sistema de ensino a distância eficaz, sendo a razão principal para a existência de um ambiente multiagente [4]. É na cooperação entre os agentes que a habilidade social dos mesmos exerce seu papel fundamental, o que também pode capacitá-lo a interagir com humanos através de uma linguagem de comunicação [4].

Em sistemas colaborativos apoiados numa arquitetura multiagente, cada agente contribui positivamente com suas próprias ações, de acordo com seus objetivos individuais, para a solução de um problema complexo. Ambientes como este, requerem agentes que enfatizem autonomia e cooperação com outros agentes de forma a executar tarefas direcionadas a um objetivo comum. Desta maneira, torna-se explícita a necessidade da negociação para estabelecer acordos e comprometer mútuos. Para que um processo de colaboração possa acontecer, é clara a necessidade de se definir uma linguagem comum para comunicação entre agentes, estabelecendo-se assim a plataforma para comunicação. Atualmente não existe uma linguagem padronizada e aceita mundialmente para a representação de informações trocadas entre agentes.

Neste sistema, a plataforma para comunicação entre os agentes está estruturada segundo o trabalho descrito em [4], onde é definida uma arquitetura para interoperabilidade. A comunicação ocorre através da troca de mensagens padronizadas que adotam o padrão ACL (Agent Communication Language). Este padrão estabelece que a comunicação não ocorre diretamente entre os agentes, mas através de um programa especial denominado *Facilitador*, o qual oferece um conjunto de serviços de coordenação. Nesta proposta, este Facilitador atua então como um mediador, roteando mensagens (solicitações e respostas) de acordo com seu conhecimento interno. A principal característica de tais programas que os diferencia de simples roteadores de mensagens (brokers) está associada à sofisticação de processamento. A maior vantagem deste sistema em detrimento à comunicação direta entre os agentes é a diminuição da quantidade de tráfego gerado, visto que soluções baseadas em comunicação direta utilizam a difusão de mensagens.

A complexidade do processo de negociação, no caso da comunicação direta, está encapsulada diretamente nos agentes, aumentando assim a complexidade dos mesmos. Quando se utiliza um programa Facilitador, a

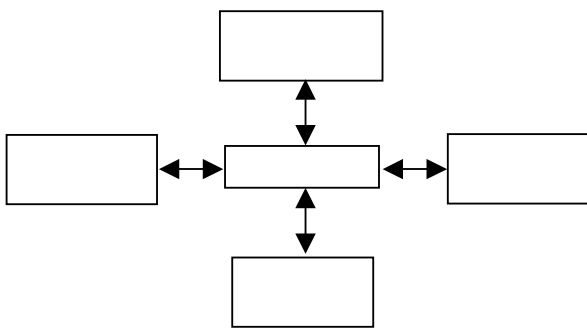


Figura 2: Comunicação entre agentes

complexidade do processo de negociação é totalmente centrada em um único local, tornando o sistema como um todo muito mais flexível e apto a receber alterações nas regras de negociação que implementa, além de tornar os agentes mais independentes e leves. Além disso, o programa Facilitador implementa duas bases de dados locais: uma para armazenar toda a informação necessária ao roteamento das mensagens e a outra para registrar todas as mensagens trocadas e a formação de registros históricos que auxiliarão no processo de avaliação dos estudantes. A Figura 2 descreve de uma forma sucinta o processo de comunicação entre os agentes.

#### 4– Aspectos da Implementação da Arquitetura

Por ser um sistema voltado para o uso na Web, a construção do SIM está envolvendo uma série de ferramentas capazes de gerar um software com esta característica. Dentre estas ferramentas podemos citar a linguagem PHP [5], utilizada na implementação de funcionalidades como conexão e diversos tipos de operações em banco de dados, operações estas que implementam as necessidades de geração de páginas dinâmicas que o sistema possui. Atualmente, o banco de dados adotado é o MySQL [6], que é um banco de dados seguro e rápido para Internet. O servidor Web é o APACHE [7], que configurado em um ambiente Linux, fornece segurança, estabilidade, agilidade e performance.

#### 5 – Conclusão

Ao final da implementação desta proposta ter-se á um software para ensino à distância com características inovadoras no que diz respeito à adaptação do curso aos alunos e aos métodos de ensino-aprendizagem e de avaliação do ensino-aprendizagem, que ainda não se encontram efetivamente presentes nos ambientes até então desenvolvidos.

O desenvolvimento do sistema faz uso da abordagem multiagentes, onde os agentes se comunicam e interagem para alcançarem objetivos comuns e individuais. Sistemas educacionais desenvolvidos com esta característica

tendem a ser eficazes, pois vão de encontro à natureza da solução dos problemas de ensino-aprendizagem, que geralmente são resolvidos de forma participativa. Agentes inteligentes tem sido sugeridos como uma aplicação promissora na tentativa de se estender sistemas tutores inteligentes de maneira que a necessidade do contexto social para aprendizado possa ser preenchida.

Atualmente uma ferramenta para o desenvolvimento de agentes está em estudo. Além disso, esta pesquisa envolve a construção de uma ferramenta de autoria que facilitará a tarefa de criar e manter o conteúdo dos cursos, além de permitir o máximo aproveitamento do material já existente. Também está em desenvolvimento um algoritmo para geração automática de currículo, que é um componente do agente pedagógico.

As características do sistema possibilitam uma grande participação do estudante no seu processo de aprendizado, na construção do seu próprio conhecimento, onde os estudantes terão uma certa liberdade para navegar através do conteúdo de um curso, e também controlar o ritmo da aprendizagem.

#### Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio da empresa Cripta Software Ltda ([www.cripta.com.br](http://www.cripta.com.br)).

#### Referências

- [1] COSTA, E. B., “Inteligência Artificial em Educação Presencial e à Distância: modelos, tecnologias, aplicações e tendências”, *IBERAMIA/SBIA*, 2000.
- [2] QUEIROZ, B., Dorça, F., Lopes, C. R. e Fernandes, M. A. “Sistema Inteligente Multiagente para Educação à Distância. Relatório Técnico”, *FACOM/UFU, Uberlândia*, 01/2002.
- [3] CAPUANO, N. et al. “ABITS: An Agent Based Intelligent Tutoring System for Distance Learning”, *Proceedings of the International Workshop on Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems*, Montreal, Canada, 2000.
- [4] DA COSTA, M. T. C., “Uma Arquitetura Baseada em Agentes para Suporte ao Ensino à Distância.”, *Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. UFSC*, 1999.
- [5] CONVERSE, T., **PHP 4 – A Bíblia**, Campus, 2001.
- [6] YARGER, R. J., **MYSQL & MSQL**, Ciência Moderna, 2000
- [7] HOLDEN, G., **Apache Server**, Makron Books Ltda, 2000.