

---

# Uma Arquitetura Multiagente para Suporte ao Aprendizado em Grupo em Sistemas Tutores Inteligentes

Eliane Pozzebon<sup>1 2</sup>, Guilherme Bittencourt<sup>1</sup>, Janéte Cardoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Automação e Sistemas  
Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis - SC - Brasil  
DAS-UFSC - 88040-900 Florianópolis - SC - Brazil  
Phone number: +55 48 331 7665  
{eliane | gb}@das.ufsc.br

<sup>2</sup>Institut de Recherche en Informatique de Toulouse  
Université Toulouse 1, Toulouse, France  
Place Anatole France - 31042 Toulouse Cedex - France  
Phone number: +33 561 128795  
jcardoso@univ-tlse1.fr

**Resumo.** *Este trabalho descreve uma arquitetura multiagente para o aprendizado em grupo em sistemas tutores inteligentes. A arquitetura proposta objetiva tornar operacional o aprendizado em grupo, proporcionando a colaboração entre os aprendizes. É definida uma sociedade heterogênea composta por agentes-aprendizes e agentes gerenciadores de grupos (coordenador de grupos e supervisores de grupos). Os agentes-aprendizes são responsáveis por assistir o aprendiz humano e representá-los no sistema. O agente coordenador e os agentes supervisores de grupos são responsáveis por gerenciar os grupos de aprendizes e acompanhar a interação entre os aprendizes. São estabelecidas duas maneiras distintas de formação de grupos de aprendizes.*

**Abstract.** *This work describes the proposal of a multi-agent architecture for group learning in intelligent tutoring systems. The proposed architecture aims to support the group learning operational functionalities, providing collaboration between the learners. A heterogeneous society is defined, that is composed by learner-agents and group manager agents (group coordinator and group supervisors). The learner-agents are intended to assist and represent the human learners in the system. The group coordinator agent and the group supervisor agents are responsible by the management of learner groups and by following the interactions among the learners. Two different ways of group formation are supported.*

## 1. Introdução

A sociedade atual tem se tornado progressivamente dependente das tecnologias de comunicação, em particular de Internet, por exemplo. Não só pessoas, como também empresas dependem desses recursos. Dentro desta realidade, as universidades buscam desenvolver e implantar novas tecnologias aplicadas ao ensino, seja ele presencial ou a distância.

---

Os aprendizes devem ser estimulados a ir além do conteúdo abordado em sala de aula, participando ativamente do processo ensino-aprendizagem por meio de pesquisas, questionamentos e relatos de experiências. Tal prática, visa o desenvolvimento das capacidades de socialização e aprendizado em grupo.

Os ambientes de aprendizagem colaborativa enfatizam a importância de se trabalhar em grupo no desenvolvimento de uma determinada atividade, [Bergman, 1995]. Tais ambientes são espaços de convivência compartilhados que dão suporte à construção, inserção e troca de informações pelos participantes.

O objetivo deste artigo é apresentar um modelo para estruturação, comunicação e interação entre os agentes pertencentes a um STI visando atividades de aprendizado em grupo. Para atingir tal objetivo é necessário a criação de um conjunto especial de agentes para gerenciar as atividades de grupo no processo de ensino-aprendizagem.

O artigo segue a organização: na seção 2 descreve sobre sistemas multiagentes e tutores inteligentes; na seção 3 descreve sobre aprendizagem em grupo; na seção 4 apresenta-se uma arquitetura utilizando agentes para aprendizado em grupo e na última seção, apresentam-se as contribuições e conclusões.

## **2. Sistemas Multiagentes e Tutores Inteligentes**

Um Sistema Tutor Inteligente é um ambiente de aprendizagem que permite que um aluno aprenda um determinado assunto com o auxílio do computador. Segundo [Self, 1999] um STI é constituído de quatro módulos: Conhecimento do Domínio, Estratégias Didáticas, Modelo do Aluno e Interface.

Mais precisamente, um STI é um sistema computacional que faz o tutoramento de um aprendiz num dado conteúdo (conhecimento do domínio), como por exemplo matemática. O STI modela o entendimento do aprendiz sobre um tópico e à medida que ele realiza determinadas tarefas no sistema (ou seja, ele interage com o sistema realizando tarefas colocadas por este) compara o conhecimento do aprendiz com o modelo que ele tem de um especialista do domínio. Se existir uma diferença, o sistema pode usar o seu modelo de domínio para gerar uma explicação que vai auxiliar o aprendiz a compreender o que ficou mal entendido ou solicitar a cooperação ou colaboração de outros aprendizes que utilizam o sistema. Além disso o sistema pode também ajustar os níveis e estilos de aprendizagem do aprendiz e apresentar a informação, os testes e o “feedback” que são mais apropriados.

Para o desenvolvimento de STI's é possível utilizar diferentes técnicas da IA (*e.g.* Sistemas Especialistas, Redes Bayesianas e Agentes Inteligentes) [Wenger, 1987], [Self, 1999] e [McCalla, 2000].

Os sistemas tutores inteligentes (STI's) podem ser implementados como sistemas multiagentes. Os sistemas multiagentes são bastante flexíveis e são formados por diversos e distintos agentes. Com o uso da tecnologia de agentes é possível desenvolver STI's mais próximos de ambientes reais de ensino, onde cada entidade pertencente ao STI é representada como um agente.

A utilização da tecnologia de agentes nos STI é justificada por [Jennings et al., 1996]:

- necessidade de manter a autonomia das subpartes;

- 
- o domínio envolve distribuição intrínseca de dados, capacidade de resolução de problemas e responsabilidades;
  - complexidades nas interações, incluindo negociação, compartilhamento de informação e coordenação;
  - impossibilidade de descrição da solução do problema a priori, devido a possibilidade de perturbações em tempo real no ambiente e processos de natureza dinâmica.

Um agente inteligente é definido por [Wooldrige and Jennings, 1995] como um programa de computador que desenvolve tarefas delegadas por usuário de forma autônoma. São sistemas que apresentam um comportamento determinado de acordo com um processo de raciocínio, e o processo de raciocínio está baseado na maneira pela qual o agente representa suas crenças, desejos e compromissos.

### **3. Aprendizagem em grupo**

Segundo [Arriada and Ramos, 2000], a aprendizagem em grupos suportada por computador é uma área de pesquisa que visa proporcionar um ambiente de aprendizagem colaborativa (ou cooperativa) utilizando-se de software e hardware que suportam e ampliam o trabalho ou aprendizagem em grupo.

Para [Dillenbourg et al., 1996] e [Borich, 1996], a colaboração envolve o compromisso mútuo e conjunto dos participantes em um esforço coordenado para resolver o problema. Enquanto na aprendizagem cooperativa cada aprendiz é responsável por resolver uma parte do problema.

O aprendizado em grupo é uma atividade natural em ambientes de ensino tradicional, onde os aprendizes interagem para entender ou para sanar alguma dúvida sobre o conteúdo pedagógico. É importante que os STI's ofereçam esse tipo de abordagem como uma ferramenta de ensino-aprendizagem coletiva que visa criar uma dinâmica pedagógica mais rica do que a interação humano-computador.

Existem alguns STI's que empregam a abordagem de aprendizado em grupo como por exemplo LECS [Rosatelli, 1999], LANCA [Frasson and Martin, 1998], White Rabbit [Thibodeau et al., 2000], Baghera [Webber and Pesty, 2004] e modelo computacional baseado na teoria de Vygotsky [Andrade et al., 2001]; entretanto, a formação dos grupos normalmente acontece quando existe uma iniciativa por parte de um dos aprendizes. Essa iniciativa ocorre nos momentos em que o aprendiz possui alguma dúvida referente ao conteúdo pedagógico.

O problema é como identificar e formar grupos de alunos que poderiam ajudar o aprendiz com dificuldade; e após formado o grupo, como torná-lo operacional e qual meio utilizar para viabilizar a interação entre os alunos.

Outro problema é como acompanhar as interações entre os aprendizes do grupo e motivá-los para o trabalho colaborativo. Existe vários métodos para modelagem e análise da comunicação síncrona e assíncrona em grupos de aprendizes, tais como [Avouris et al., 2004], [Muelenbrock and Hoppe, 1999] e [Hoppe, 1995].

---

## 4. Descrição da arquitetura

Esta seção descreve a arquitetura para a formação de grupos de aprendizes em STI. Além do processo de formação de grupos também é descrita a interação entre os agentes-aprendizes, bem como o papel de cada agente pertencente à arquitetura.

Nesse texto a palavra “aprendiz” refere-se ao aprendiz humano, e agente-aprendiz refere-se ao agente de software que o representa no sistema.

### 4.1. Formação de grupos de aprendizes

Em STI's, basicamente, existem duas maneiras de formar grupos de aprendizes. A primeira é a formação de grupos fora do sistema; neste caso, os aprendizes devem informar ao sistema a qual grupo pertencem. A segunda maneira é a formação de grupos internos, onde o próprio sistema classifica os aprendizes e os separa em grupos.

A formação de grupos internos depende de alguma informação do aprendiz. Esta informação pode ser proveniente do modelo do aprendiz ou do conhecimento do domínio.

Para [Wessner, 2001], o processo de formação de grupos de aprendizes consiste de três fases bem definidas:

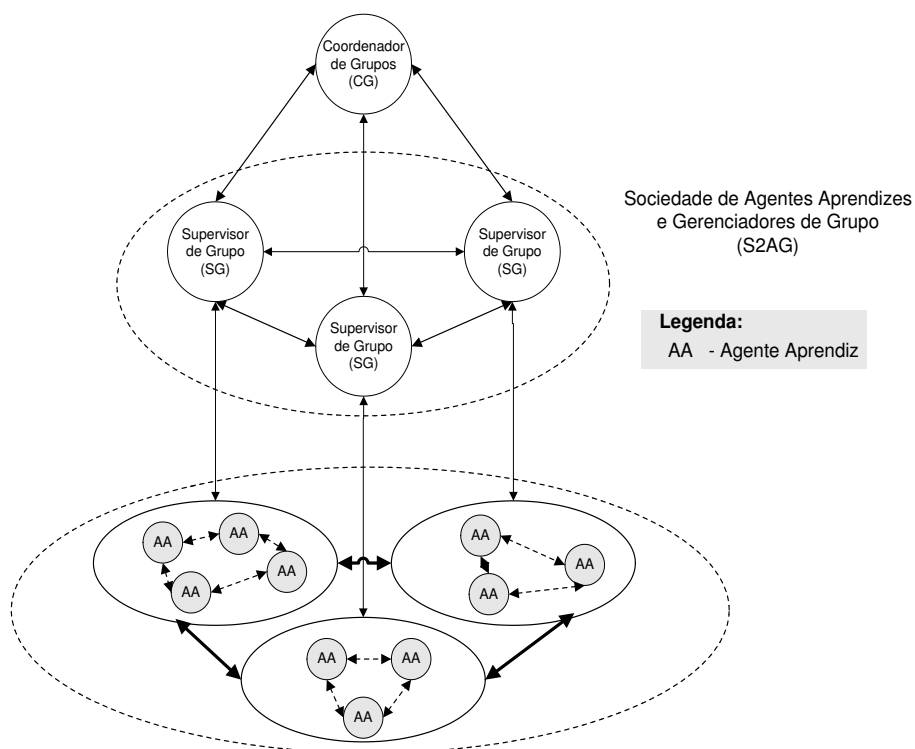
- **Fase 1: Processo de Formação:** esse processo pode ser iniciado diretamente pelo aprendiz ou pelo tutor quando o aprendiz necessitar de ajuda sobre um tópico da matéria estudada.
- **Fase 2: Identificação de Aprendizes Potenciais:** nesta fase o sistema identifica os aprendizes com os requisitos necessários para a formação do grupo. Estes requisitos devem incluir disponibilidade e nível de conhecimento.
- **Fase 3: Negociação com os Aprendizes Potenciais:** nessa fase o sistema contata os aprendizes potenciais (ou os agentes que os representam) perguntando se eles têm interesse em participar do grupo. Caso nenhum aprendiz queira participar do grupo, o sistema avisa o aprendiz que necessita de ajuda, que não foi possível a criação do grupo.

Neste artigo é definido uma arquitetura hierárquica de agentes inspirada em [Ferber, 1999] para a formação interna de grupos de aprendizes. Esta arquitetura está dividida em três níveis de responsabilidades. O nível um é composto dos agentes-aprendizes; estes agentes representam os aprendizes humanos. O nível dois é composto pelos agentes supervisores de grupo; cada grupo de agentes aprendizes possui um agente supervisor responsável pelo gerenciamento do grupo. O nível três é composto pelo agente coordenador de grupos, que é responsável pelo gerenciamento dos agentes supervisores de grupos.

A figura 1 ilustra a arquitetura e as respectivas formas de interação entre os agentes-aprendizes.

Uma maneira de formar grupos é avaliar o nível de conhecimento do aprendiz. Nesse caso, cada aprendiz é alocado a um grupo quando ele se “loga” no sistema; o agente-aprendiz, que representa o aprendiz humano, envia uma mensagem para o agente coordenador de grupos; solicitando a sua inclusão no grupo que representa o seu nível de conhecimento.

Quando o agente coordenador recebe a mensagem do agente-aprendiz, verifica a existência de um grupo que representa o seu nível de conhecimento, caso exista um, aloca o



**Figura 1: Arquitetura para formação de grupos**

agente-aprendiz a ele, registrando esta informação no modelo de grupo. Caso o grupo ainda não tenha sido criado, o agente coordenador cria um novo grupo e um agente supervisor de grupo, que será responsável pelo gerenciamento desse novo grupo.

Os agentes-aprendizes trocam de grupo quando o seu nível de conhecimento é alterado. Neste caso, o agente supervisor de grupo é responsável por informar esta alteração ao coordenador de grupos que fará o registro dessa alteração no modelo de grupos e também informará o agente supervisor do grupo do qual o aprendiz fará parte, para que o mesmo providencie a troca.

A seguir são descritos os papéis dos agentes coordenador e supervisor de grupos, bem como o processo de colaboração entre agentes-aprendizes.

#### 4.2. Agente Coordenador de Grupo

É responsável pela criação dos grupos de aprendizes. Os grupos são criados conforme o nível de conhecimento dos aprendizes. Uma maneira de identificar o nível de conhecimento é fazendo um teste de nivelamento. A quantidade de grupos é definida com base nos graus de dificuldade da matéria, que pode ser dividida em níveis como: básico, intermediário e avançado.

O agente coordenador de grupos constantemente faz uma avaliação de desempenho de cada grupo, dependendo do resultado dessa avaliação, poderá sugerir ao supervisor do grupo alguma atividade didática extra para motivar os aprendizes do grupo.

---

### 4.3. Agente Supervisor de Grupo

Cada agente supervisor é responsável pelo assessoramento/acompanhamento de um grupo de aprendizes e manutenção do modelo do grupo. O modelo do grupo contém informações sobre o grupo, tais como: números de agentes-aprendizes que fazem parte do grupo, nível de conhecimento, estatísticas de evolução do grupo, análise de desempenho do grupo, informações sobre as interações entre grupos e intragrupos.

Após a formação do grupo de aprendizes, o agente supervisor fica monitorando as atividades de cada agente-aprendiz através do modelo do aprendiz, que é mantido e atualizado pelos agentes da SATA. O agente supervisor pode sugerir atividades didáticas que visam facilitar o entendimento da matéria e encorajar a colaboração entre aprendizes do mesmo grupo por meio de desafios, jogos, dicas, etc, e também solicitar a colaboração de aprendizes de outros grupos de nível de conhecimento maior.

O agente supervisor também tem a atribuição de monitorar a interação entre agentes do mesmo grupo e de grupos diferentes, realizada através do chat ou vídeoconferência, para o acompanhar e estimular o aprendizado em grupo. O monitoramento será baseado na análise de palavras-chave das mensagens trocadas entre os aprendizes. As palavras-chaves podem ser cadastradas pelo professor dependendo do conteúdo a ser ensinado.

Todos os aprendizes são separados em grupos, mesmo quando um aprendiz declarar em suas preferências que não deseja trabalhar em grupo, neste caso, quando o aprendiz estiver com dificuldades, ao invés do supervisor estabelecer uma comunicação direta dele com outro aprendiz, irá solicitar dicas para outros aprendizes que serão repassadas para o aprendiz que está com dificuldades.

### 4.4. Processo de colaboração

O processo de colaboração é iniciado quando um agente-aprendiz solicita ajuda. Esse pedido de ajuda é encaminhado para o supervisor do grupo no qual o agente-aprendiz faz parte e esse é responsável por repassar o pedido ao coordenador de grupos que será responsável por encontrar um agente-aprendiz que esteja disposto a colaborar.

Quando o agente coordenador de grupos recebe o pedido de ajuda do supervisor de grupo, ele inicia um processo de busca através dos outros grupos de nível de conhecimento maior. A busca por agentes colaboradores deve seguir uma ordem hierárquica, ou seja, inicialmente é consultado o grupo de ordem  $N + 1$ , o agente supervisor deste grupo recebe o pedido de ajuda do agente coordenador de grupos e tenta localizar agentes-aprendizes que estejam dispostos a colaborar, caso não encontre, ele avisa o coordenador que continuará a busca no grupo de ordem  $N + 2$ . Esse processo se repetirá até o nível  $N + i$ .

Ao ser encontrado um agente-aprendiz que esteja disposto a colaborar, é estabelecido um canal de comunicação síncrono entre os dois aprendizes. Os agentes podem interagir utilizando ferramentas de comunicação síncronas como chat ou vídeo conferência. Essas ferramentas serão disponibilizadas através do agente interface.

Quando o pedido de ajuda não puder ser atendido por não existir nenhum agente capaz de colaborar, o agente coordenador de grupos informará essa situação ao agente supervisor do grupo do agente-aprendiz que solicitou ajuda. O supervisor de grupo informará o agente-aprendiz que não foi possível atender o pedido de ajuda.

Neste caso, o agente-aprendiz poderá recorrer a uma base de dados que contém dicas sobre o conteúdo pedagógico. Essas dicas podem ser incluídas pelos professores em qualquer momento. A consulta a base de dicas poderá ser feita por meio de palavras chaves.

#### 4.5. Arquitetura proposta

A arquitetura é baseada no modelo conceitual MATHEMA, conforme [Costa, 1997], que é um modelo para concepção e desenvolvimento de ambientes de aprendizagem assistidos por computador que consiste basicamente de três módulos: Sociedade de Agentes Tutores Artificiais (SATA), Interface do Aprendiz e Interface de Manutenção.

Na arquitetura foi definida uma Sociedade de Agentes-Aprendizes e Gerenciadores de Grupos (S2AG) que contém os agentes-aprendizes que são responsáveis por assistir o aprendiz humano e os agentes responsáveis pela formação e gerenciamento de grupos de agentes-aprendizes. A figura 2 ilustra os componentes da arquitetura e a sua interação com o modelo MATHEMA, parte tracejada da figura.

Na figura 2 é possível perceber que existe uma organização hierárquica entre os vários elementos que fazem parte da arquitetura. Cada agente tem um papel bem definido e possui determinadas tarefas e metas. A seguir é descrito o papel de cada componente da arquitetura.

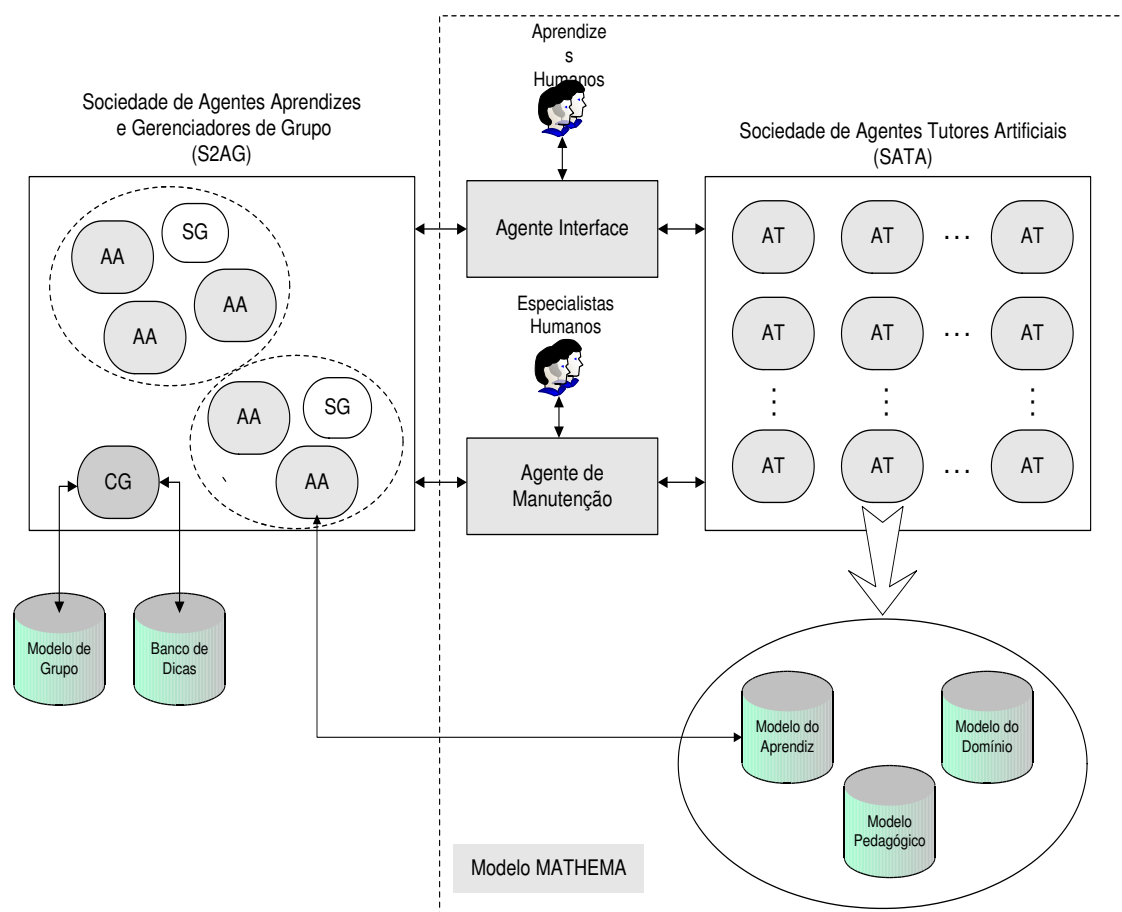


Figura 2: Diagrama Geral da Arquitetura

- 
- **Aprendizes Humanos:** representam os aprendizes humanos, sua interação com o sistema é efetuada através do agente de interface, que será responsável por apresentar o conteúdo pedagógico de um dado domínio.
  - **Agente de Interface:** representa o elo de ligação entre o aprendiz humano, a SATA e a S2AG. É responsável pela comunicação entre o Agente Tutor e o Agente-Aprendiz.
  - **Especialistas Humanos:** representam o professor, são considerados como fonte de conhecimento externa ao sistema e se comunicam com a SATA através dos agentes de manutenção.
  - **Agente de Manutenção:** representa a interface de ligação entre os especialistas e a SATA. Este agente oferece os meios necessários para o especialista realizar operações sobre a SATA. Segundo [Costa et al., 1995] pode-se entender que este agente provê meios que facilitam o processo de aquisição de conhecimento da SATA.
  - **Sociedade de Agentes Tutores Artificiais(SATA):** coleção de agentes que podem colaborar entre si a fim de promover a aprendizagem de um dado aprendiz em atividade de resolução de problema. Cada um desses agentes é especializado em um subdomínio relacionado a um dado domínio de conhecimento.
  - **Sociedade de Agentes-Aprendizes e Gerenciadores de Grupos (S2AG):** sociedade heterogênea composta por todos os agentes-aprendizes que fazem parte do sistema e os agentes gerenciadores de grupos (coordenador de grupos e supervisores de grupos). Para cada aprendiz humano cadastrado no sistema existe um agente-aprendiz artificial que o representa. O agente-aprendiz tem acesso ao modelo do aprendiz que possui, entre outras coisas, as preferências do aprendiz. Possui o papel de solicitar ajuda para o aluno quando ele errar demais. Na S2AG os agentes-aprendizes são separados em grupos conforme o nível de conhecimento. A coordenação de grupos é responsável pela criação e gerenciamento dos grupos e atualização do modelo de grupo. Os agentes que fazem parte da coordenação de grupo são divididos em agentes supervisores de grupo e agente coordenador de grupos.

## 5. Formalização e Implementação da Arquitetura

Para formalizar e representar as interações, dos aprendizes e do grupo, será utilizado Redes de Petri (Rdp). Rdp é uma ferramenta gráfica e matemática que se adapta bem a um grande número de aplicações em que as noções de eventos e de evoluções simultâneas são importantes, conforme [Cardoso and Valette, 1997].

Observa-se que já existem trabalhos na UFSC utilizando Redes de Petri em STI. Por exemplo [Postal, 2004], [Frigo et al., 2004] e dissertação em andamento de Emilio Yamane.

Para a modelagem do software (SMA) é utilizado a AUML [AUML, 2005] e para a classificação e especificação dos grupos de aprendizes é utilizada as Ontologias, conforme [Chandrasekaran, 1999] e [Mizoguchi, 2000].

Quanto as ferramentas para auxiliar o desenvolvimento de Sistemas Multiagentes, uma das preocupações iniciais foi a utilização de ferramentas de domínio público, não restringindo a reutilização deste trabalho em trabalhos futuros.

Será utilizada a linguagem Java, com servidor Java Servlets, Java Server JSP, HTML para o suporte multimídia e a plataforma JADE [Jade, 2000].



---

## 6. Conclusão

Concluimos que com uma arquitetura de agentes desenvolvida para dar suporte a um processo de formação de grupo, será possível estabelecer a negociação entre os agentes definindo desta forma, encontros ou reuniões com aprendizes do grupo. O agente coordenador de grupos pode ter vários objetivos específicos, ligados ao objetivo geral de melhorar o aprendizado, como a solução de um problema dado, atividades didáticas do tipo jogos ou desafios, entre outras a definir.

O modelo do aprendiz é a fonte de todo tipo de informação sobre o aprendiz humano; e para formar os grupos de aprendizes serão utilizados os dados disponíveis neste modelo. O modelo de um aprendiz contém informações sobre o aprendiz, tais como: preferências, nível de conhecimento, exercícios resolvidos, atividades a serem cumpridas, etc. Com essas informações atualizadas, é possível verificar quais são os aprendizes que possuem o mesmo nível de conhecimento e agrupá-los.

Na arquitetura apresentada a criação automática de grupos poderá ser utilizada duas formas distintas. A primeira é a criação de grupo por competência, ou seja, quando o aprendiz se cadastra no sistema ele é realizará uma prova de nivelamento. O resultado dessa prova definirá em qual grupo ele se enquadra. A segunda forma é quando o aprendiz resolve um determinado exercício e não consegue atingir a média, o sistema automaticamente detecta essa situação e tenta localizar um aprendiz de outro grupo que esteja disposto a colaborar.

Realizada a adaptação do modelo MATHEMA para suportar aprendizado em grupo e criado o Modelo do grupo, onde as decisões de gerenciamento dos grupos são baseadas em um conhecimento “profundo”, pois leva em conta a estruturação do modelo do domínio e as informações do modelo do aprendiz, definidas no modelo MATHEMA.

## 7. Agradecimento

A autora Eliane Pozzebon agradece o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e CAPES/COFECUB projeto 400/02.

## Referências

- Andrade, A. F. d., Jaques, P. A., Jung, J. L., and Bordini, Rafael H. and Vicari, R. M. (2001). A computacional model of distance learning based on vygotky's socio-cultural approach. *Workshop Multi-Agent Architectures for Distributed Learning Environments. Proceedings International Conference on AI and Education*, 1:33–40. San Antonio-Texas.
- Arriada, M. and Ramos, E. M. F. (2000). Como promover condições favoráveis à aprendizagem cooperativa suportada por computador? *Anais do V Congresso Ibero Americana de Informática Educativa (RIBIE 2000)*, 3:146–159.
- AUML (2005). The fipa agent uml web, disponível em <http://www.auml.org/>. Acesso em: 01/02/2005.
- Avouris, N., Margaritis, M., and Komis, V. (2004). Modelling interactions during small-groups synchronous problem-solving activities: The synergo approach. *ITS 2004 Workshop on Computational Models of Collaborative Learning*, 1:13–18.

- 
- Bergman, L. (1995). On the meaning of c in cscw. *ERCIM News - SICS*, 21.
- Borich, G. D. (1996). *Effective Teaching Methods*. Prentice-Hal, inc., 3<sup>a</sup> edition.
- Cardoso, J. and Valette, R. (1997). *Redes de Petri*, volume 1. Editora UFSC.
- Chandrasekaran, B.; Josephson, J. B. V. (1999). What are ontologies, and why do we need them? *Intelligent Systems IEEE*, 14:20–26.
- Costa, E., Lopes, M., and Ferneda, E. (1995). Mathema: A learning environment based on a multi-agent architecture. *Proceedings of the 12th Brazilian Symposium on Artificial Intelligence - Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 991:141–150.
- Costa, E. d. B. (1997). *Um Modelo de Ambiente Interativo de Aprendizagem Baseado numa Arquitetura Multi-Agentes*. Tese, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, Brasil.
- Dillenbourg, P., Baker, M., and O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. *Learning in humans and machines: Towards an interdisciplinary learning science Oxford:Elsevier*.
- Ferber, J. (1999). *Multi-Agent Systems*, volume 1. Addison-Wesley Professional.
- Frasson, C. and Martin, L. and Gouarderes, G. A. E. (1998). Lanca: A distance learning architecture based on networked cognitive agents. *In Lectures Notes in Computer Science. Intelligent Tutoring Systems. Proceedings of 4th International Conference*, 1:594–603.
- Frigo, L., Pozzebon, E., and Bittencourt, G. (2004). O papel dos agentes inteligentes nos sistemas tutores. *WCETE'2004- World Congress on Engineering and Technology Education*, 1. ISBN 85-89120-12-0 Santos - SP.
- Hoppe, H. U. (1995). Using multiple student modeling to parameterize group learning. *World Conference on Artificial Intelligence in Education (AI-ED 95), AACE, Charlottesville VA.*, pages 234–241.
- Jade, T. (2000). Java agent development framework. *Acessado em outubro de 2004*, 1.
- Jennings, N. R., Faratin, P., Johnson, M. J., O'Brien, P., and Wiegand, M. E. (1996). Using intelligent agents to manage business processes. *In Proceedings of First International Conference on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM96)*.
- McCalla, G. (2000). The fragmentation of culture, learning, teaching and technology - implication for the artificial intelligence in education research agenda in 2010. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11:177–196.
- Mizoguchi, R. (2000). Using ontological engineering to overcome common ai-ed problems. *IJAIED*, 11. [citeseer.ist.psu.edu/mizoguchi00using.html](http://citeseer.ist.psu.edu/mizoguchi00using.html).
- Muelenbrock, M. and Hoppe, U. (1999). Computer supported interaction analysis of group problem solving. *CSCL*, 1:398–405. California.
- Postal, A. (2004). Especificação do controle pedagógico em uma ferramenta de autoria para sistemas tutores inteligentes. Master's thesis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Rosatelli, M. (1999). *Um ambiente Inteligentes para Aprendizado Colaborativo no Ensino a Distância Utilizando o Método de Casos*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

- 
- Self, J. (1999). The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: Itss care, precisely. *International Journal Of Artificial Intelligence In Education*, 1:10.
- Thibodeau, M., Bélanger, S., and Frasson, C. (2000). White rabbit.matchmaking of user profiles based on discussion analysis using intelligent agents. *Proceedings of 5th International Conference, ITS 2000*, 1:113–122. Montreal/Canada.
- Webber, C. and Pesty, S. (2004). Ambiente de aprendizagem baghera: uma comunidade de agentes artificiais e humanos. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação -SBIE*, 1:237–246. Manaus.
- Wenger, E. (1987). *Artificial Intelligence and Tutoring Systems*, volume 1. Morgan Kaufmann Publishers.
- Wessner, M. (2001). Group formation in computer-supported collaborative learning. *Conference on Supporting Group Work Proceedings of the 2001 International ACM SIG-GROUP*, 1:24–31. ISBN:1-58113-294-8.
- Wooldrige, M. J. and Jennings, N. (1995). Agent theories, architctures and languages: A survey. *Intelligent Agents - Springer-Verlag, Berlin*, 1:1–22. Obtido em [Http://Www.Cs.Umbc.Edu/Finin/Papers/Atal.Pdf](http://Www.Cs.Umbc.Edu/Finin/Papers/Atal.Pdf).