

Uma Estratégia Híbrida Combinando Sistemas Multiagente e AIML para Apoiar Fóruns de Discussão de Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Márcio Aurélio dos Santos Alencar^{1,2}, José Francisco de Magalhães Netto²

¹Escola de Educação Profissional a Distância do CETAM (CETAM EaD)
Centro de Educação Tecnológica do Amazonas (CETAM)
Av. Djalma Batista, 440-A – Nossa Senhora das Graças
69053-000 - Manaus – AM - Brasil

²Programa de Pós-graduação em Informática – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3.000 Coroado II – Campus Universitário
69077-000 - Manaus – AM - Brasil

marcio.alencar@cetam.am.gov.br, jnetto@dcc.ufam.edu.br

Abstract. *This article describes the use of a multi-agent system using an AIML knowledge base in a virtual learning environment. This system helps students and tutors through a discussion forum, solving doubts about the course and Moodle tools. And besides, it uses perception resource for recommending the implementation of activities that students haven't done, favouring the good progress of the course and collaboration among the remaining participants.*

Resumo. *O presente artigo relata o emprego de um sistema multiagente usando uma base de conhecimento AIML em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. Este sistema ajuda alunos e tutores através de um fórum discussão, sanando dúvidas sobre o curso e ferramentas do Moodle, além de usar o recurso da percepção para recomendar a realização de atividades que o aluno não tenha feito, favorecendo o bom andamento do curso e a colaboração entre os demais participantes.*

1. Introdução

Nos últimos anos é crescente o número de pesquisas envolvendo Ambientes Virtuais de Aprendizagem, por se tratar de tecnologias que auxiliam professores e alunos que utilizam Educação a Distância (EaD).

Em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), contamos com várias ferramentas essenciais aos alunos que apóiam a construção coletiva do conhecimento. Entre essas ferramentas se destaca o fórum, uma ferramenta de comunicação textual assíncrona que possibilita ao participante se aprofundar em tópicos de um curso [Filippo *et al*, 2006].

O fórum de discussão vem sendo cada vez mais empregado no suporte à aprendizagem em cursos a distância. Devido sua característica de comunicação assíncrona, possibilita aos participantes elaborar seu ritmo de estudo, isto é, ter mais

tempo para refletir e discutir sobre assuntos adicionais aos comentados em sala de aula [Coutinho *et al*, 2007]. Segundo Pimentel *et al* (2006), em uma pesquisa envolvendo nove sistemas colaborativos, o fórum de discussão é citado como a ferramenta mais utilizada em AVAs.

Apesar das vantagens do fórum, há um problema que surge com frequência quando iniciamos uma discussão, que é o grande número de mensagens postadas pelos alunos e a falta de *feedback* dos tutores. A demora na resposta do fórum pode desmotivar ou aborrecer o aluno, prejudicando o bom andamento do curso [Cunha e Silva, 2009].

Outro problema observado em Ambientes Virtuais de Aprendizagem é a falta de uma ferramenta que auxilie o aluno no acompanhamento de suas atividades, permitindo que o mesmo seja informado de suas pendências e de seu *status* no curso [Campana *et al*, 2008]. Perceber o que está ocorrendo com os demais participantes, ajuda no desempenho do aluno dentro do curso.

A utilização de percepção em Ambientes Virtuais ajuda na assimilação do conteúdo ministrado e aumenta o processo de colaboração, pois permite que professores e alunos percebam o que está se passando no ambiente, estimulando da melhor forma a cooperação [Lobato *et al*, 2007].

Nosso artigo propõe uma abordagem para a solução desse problema baseada em um Sistema Multiagente (SMA) atuando em um fórum de discussão do Moodle, utilizando AIML e o *framework* JADE (*Java Agent DEvelopment Framework*). O SMA é representado por um Tutor Auxiliar, que é acionado assim que percebe que o Tutor a distância demorou a dar *feedback* ou não respondeu ao fórum de discussão.

O Tutor Auxiliar é responsável por coletar constantemente as dúvidas postadas no fórum pelos alunos, além de acompanhar a realização de suas atividades no curso, tendo papel fundamental, pois além de responder a dúvida do aluno, o mesmo informará quais atividades estão pendentes, tirando dúvidas e alertando outros alunos que acompanham o fórum.

Para relatar a pesquisa este artigo está organizado da seguinte forma: além da seção 1 de Introdução, a seção 2 trata de Trabalhos correlatos; a seção 3 apresenta as Tecnologias empregadas; a seção 4 apresenta a Proposta; a seção 5 apresenta os Experimentos; a seção 6 apresenta a Discussão da Abordagem e da Implementação; e a seção 7 apresenta as Conclusões e Trabalhos Futuros.

2. Trabalhos correlatos

Na literatura há vários trabalhos que aplicam SMA em Ambientes Virtuais de Aprendizagem utilizando base de conhecimento, como, por exemplo, AIML. Apresentamos a seguir as descrições de alguns desses sistemas:

Foi desenvolvido por Batista *et al* (2008) um protótipo de um *chatbot* multiagente que utiliza as tecnologias JSP (*Java Server Pages*), JADE e AIML, para responder perguntas mais frequentes sobre JAAS (*Java Authentication and Authorization Service*) API.

Cadinho é um assistente virtual que interage com o usuário através de linguagem natural, monitorando suas ações e recomendando conteúdos que auxiliam no aprendizado [Reategui e Lorenzatti, 2005].

Os *chatbot* T-BOT e Q-BOT foram projetados para servir como tutor e avaliador de um AVA, através de uma interface amigável, retirando dúvidas técnicas e ajudando no processo de aprendizagem [Mikic *et al*, 2008].

O trabalho de Silveira *et al* (2003) propôs uma comunidade de agentes, composta por dois tipos de agentes: um Agente do Modelo de Aluno, responsável por construir e atualizar a base de conhecimento com estado cognitivo e comportamental do estudante e um conjunto de agentes pedagógicos, responsáveis pelas tarefas de ensino.

O SEA, Sistema de Emissão de Alertas, foi implementado para acompanhar e estimular a participação de alunos em fóruns de discussão, através da emissão de alertas gerados a partir de mensagens categorizadas [Cavaroli e Adán Coello, 2005].

Já Martín *et al* (2007), verificou que a UNED (Universidad Espanhola de Educação a Distância), tendo problemas de comunicação entre professores e alunos, desenvolveu um gerente inteligente capaz de responder automaticamente a perguntas de alunos usando informações armazenadas em AVAs (dotLRN, Moodle, WebCT).

3. Tecnologias empregadas

Nossa pesquisa utilizou um dos mais difundidos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, o Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*), um sistema para gerenciamento de cursos *online*, idealizado em 2001 por Martin Dougiamas, distribuído livremente sob a licença GNU-GPL [Moodle, 2010].

Foi implementado um Sistema Multiagente (SMA), que se caracteriza por ser um sistema onde vários agentes atuam em conjunto sobre um ambiente na busca da resolução de um problema [Wooldridge, 2002].

Para desenvolver, implementar e testar os agentes inteligentes, foi utilizado o *framework* JADE (*Java Agent DEvelopment Framework*), implementado em Java, que utiliza um *middleware*, contendo um ambiente de execução para os agentes, uma biblioteca de classes e um conjunto de ferramentas gráficas, além de utilizar especificações da FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agents*) [JADE, 2010].

As perguntas e respostas referentes ao curso foram armazenadas em arquivos AIML (*Artificial Intelligence Markup Language*) gerando uma base de conhecimento, que permite estruturar de forma simples essas informações. Este recurso foi utilizado para auxiliar pessoas no processo de inscrição e para dirimir dúvidas de cursos em EaD, apresentado no trabalho de [Alencar e Netto, 2010]. Para processar os arquivos AIML, foi usado o *software* livre *Program D*, um interpretador AIML que permite a integração da plataforma JADE com a base de conhecimento AIML, através de seus métodos e classes prontas na linguagem Java [Alice, 2010].

4. A Proposta

A arquitetura do sistema proposto é composta pelos seguintes elementos: o Fórum do Moodle, o Banco de Dados MySQL, o Interpretador AIML, a base de conhecimento AIML e os agentes inteligentes, conforme é mostrado na Figura 1.

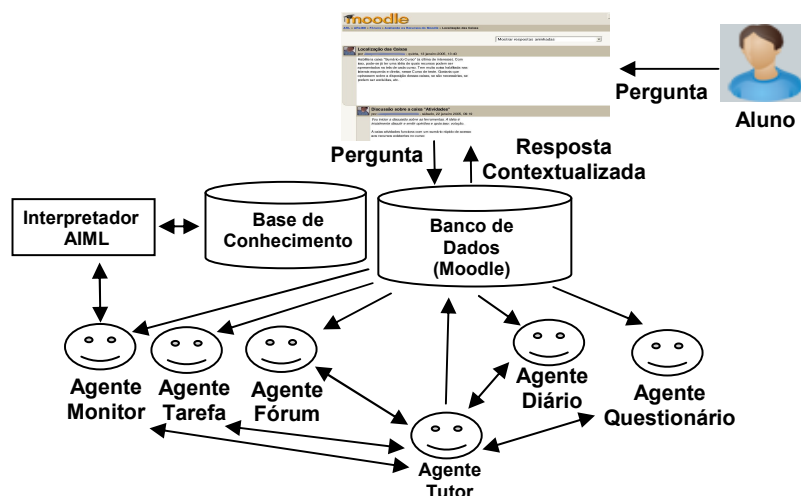


Figura 1. Arquitetura do Sistema Multiagente

O SMA foi modelado usando a metodologia *MaSE (Multiagent System Engineering)*, composta por duas fases principais: a análise e a modelagem [DeLoach e Wood, 2001]. Na fase de análise temos a etapa que define o papel de cada agente, detalhado nas subseções abaixo:

- **Aluno**

O Aluno posta a dúvida no Fórum de dúvidas da disciplina do *Moodle*. Essa pergunta é armazenada no Banco de Dados do *Moodle*.

- **Agente Monitor**

O Agente Monitor é responsável por fazer consulta no Banco de Dados do *Moodle*, em um intervalo de 30 minutos, para verificar se há novas perguntas inseridas por alunos no Fórum. Assim que o Agente Monitor localiza uma pergunta, o mesmo envia ao Interpretador AIML, que responde e lhe retorna. Após receber a resposta, o Agente Monitor envia ao Agente Tutor.

- **Interpretador AIML e Base de Conhecimentos**

O interpretador AIML recebe a pergunta do Agente Monitor, responde e lhe retorna a resposta. Para obter a resposta, o Interpretador AIML utiliza uma base de conhecimentos, que é composta por informações referentes a disciplina atualmente cursada pelo aluno, além de informações sobre a utilização das principais ferramentas do Moodle (Chat, Fórum, Diário de Bordo, etc).

- **Agente Fórum**

O Agente Fórum verifica se o aluno visualizou e/ou participou do fórum e envia a confirmação ao Agente Tutor.

- **Agente Diário**

O Agente Diário verifica se o aluno visualizou e/ou postou informações no Diário de Bordo e envia a confirmação ao Agente Tutor.

- **Agente Questionário**

O Agente Questionário verifica se o aluno visualizou e/ou respondeu a atividade questionário e envia a confirmação ao Agente Tutor.

- **Agente Tarefa**

O Agente Tarefa verifica se o aluno:

- a) Visualizou a tarefa;
- b) Fez *download* do arquivo com a tarefa;
- c) Está no prazo de entrega;
- d) Enviou a tarefa ao tutor

e com base nessas informações envia a confirmação ao Agente Tutor.

- **Agente Tutor**

O Agente Tutor é responsável por:

- a) Fazer consulta no Banco de Dados do *Moodle*, em um intervalo constante, para verificar se a pergunta que o aluno postou no fórum já foi respondida pelo Tutor da disciplina;

- b) Receber a resposta (R1) enviada pelo Agente Monitor, referente a pergunta feita pelo aluno;

- c) Receber mensagens dos Agentes Fórum (R2), Diário de Bordo (R3), Questionário (R4) e Tarefa (R5);

- d) Gerar a resposta final (RF), que será formada pela concatenação das respostas recebidas, conforme fórmula seguinte: $RF = R1 + R2 + R3 + R4 + R5$;

- e) Inserir um registro no Banco de Dados do Moodle, com a resposta final. Essa resposta aparecerá automaticamente no fórum do Moodle.

Para entendermos melhor a interação entre os agentes, apresentamos na Figura 2, o Diagrama de Sequência, que mostra a troca de mensagens do Agente Tutor com os demais Agentes.

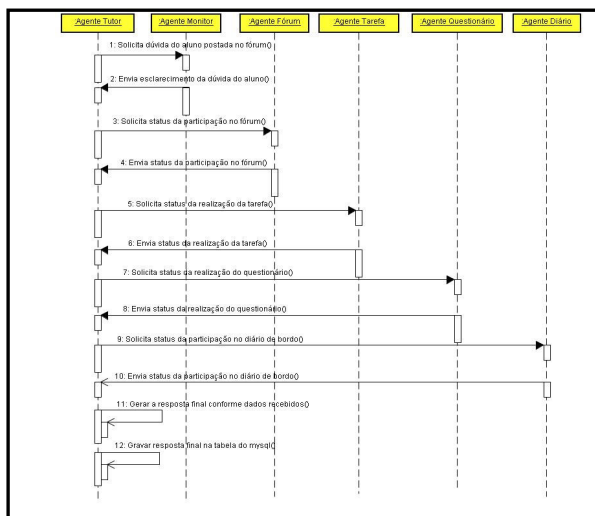


Figura 2. Diagrama de Sequência

5. Experimentos

Para realizar os experimentos com o SMA, utilizamos o curso “Formação de Tutores para Ensino a Distância”, disponível no AVA (<http://ead.cetam.am.gov.br/salainfo/>) da Escola de Educação Profissional a Distância (CETAM EaD), onde selecionamos quatro atividades (Fórum, Diário de Bordo, Questionário e Tarefa) e cinco participantes (Aluno1, Aluno2, Aluno3, Tutor a distância e Tutor Auxiliar), conforme visto na Figura 3.



Figura 3. Usuários do Curso

Os testes foram realizados utilizando dados reais de um curso concluído, onde escolhemos três alunos e simulamos que cada um deveria postar uma dúvida no fórum de discussão do curso “Formação de Tutores para Ensino a Distância”, sendo que suas respostas não deveriam ter interferência do tutor a distância, isto é, não deveriam receber *feedback*.

A Tabela 1 apresenta a participação dos alunos no curso. A letra “N”, indica que o aluno não participou da atividade e a letra “S”, indica que ele participou.

Aluno	Fórum	Diário	Questionário	Tarefa	Resposta Final
Aluno1	N	N	N	N	R1+R2+ R3+R4+ R5
Aluno2	S	S	S	S	R1+RM
Aluno3	S	N	N	S	R1+R3+R4

Tabela 1. Resultado dos Testes

Todos os alunos receberam uma resposta final contextualizada, registrada no fórum de discussão como resposta do Tutor Auxiliar, representante do SMA. Na Tabela 1, podemos observar que o Aluno1 não realizou nenhuma das atividades, então sua resposta final foi o esclarecimento de sua dúvida (R1), mais recomendações para concluir todas as atividades (R2+R3+R4+R5). O Aluno2 realizou todas as atividades,

então sua resposta final foi o esclarecimento de sua dúvida (R1) e uma frase de motivação (RM), por estar em dia com as atividades, conforme destaque na Figura 4. O Aluno3 não postou no diário de bordo e não respondeu o questionário, com isso sua resposta final foi o esclarecimento de sua dúvida (R1), mais recomendações para postar no diário de bordo (R3) e responder o questionário (R4).

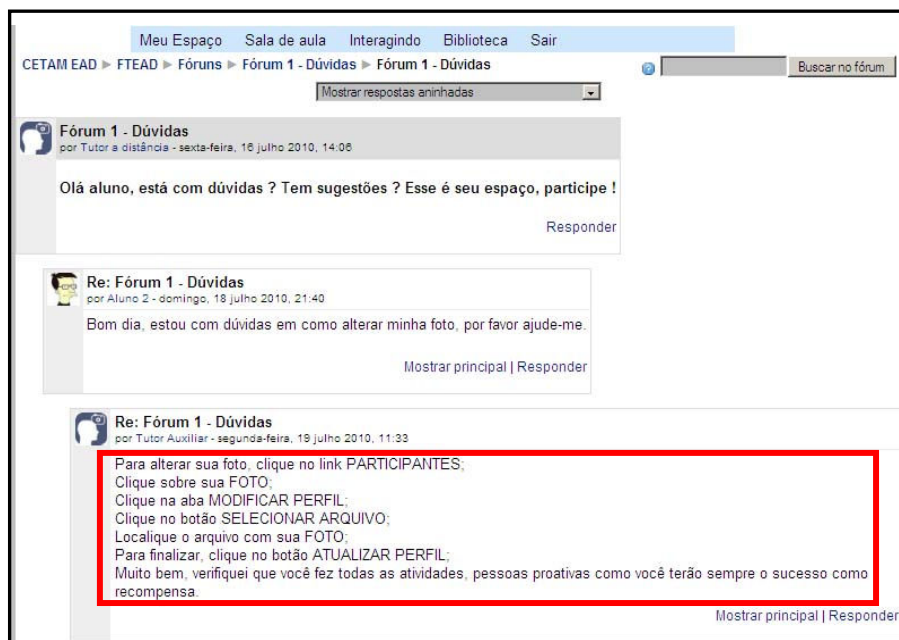


Figura 4. Agentes atuando no Fórum de discussão

Durante a participação do Aluno1 no curso, ativamos a ferramenta *Sniffer* do JADE e observamos a troca de mensagens entre dois agentes envolvidos, conforme mostrado na Figura 5.

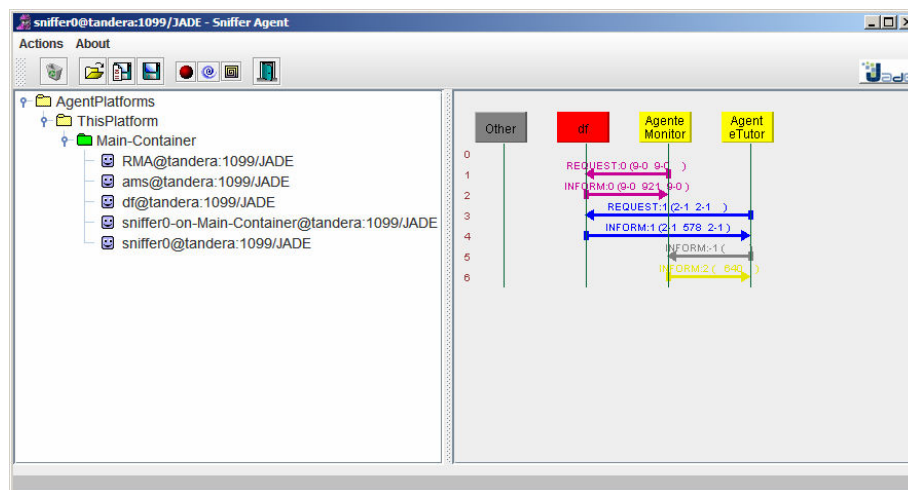


Figura 5. Troca de mensagens entre agentes

6. Discussão da Abordagem e da Implementação

Como vantagem da abordagem adotada, podemos considerar que o aluno não ficará sem resposta, pois com a ajuda do SMA, o Tutor Auxiliar, além de sanar a dúvida principal,

faz recomendações de atividades pendentes. Como limitação, destacamos que a utilização dos arquivos AIML não consegue responder a todas as questões, pois usam regras específicas, que precisariam ser criadas e/ou atualizadas constantemente para abranger um maior número de situações e de mudanças no ambiente.

Da experiência prática nos cursos de EaD evidenciamos que há uma repetição de perguntas básicas por parte dos alunos. Estas perguntas básicas já estão codificadas nos arquivos AIML. Então uma parte significativa desses arquivos não precisa ser atualizada rotineiramente, diminuindo assim a carga de trabalho de atualização desses arquivos. As informações, entretanto, que precisam ser atualizadas redundam em uma atividade onerosa, sendo necessário alocar horas de trabalho para essa tarefa específica.

O sistema foi implementado utilizando o *Moodle* como AVA sendo necessário estudar sua estrutura e filosofia de trabalho e entender o esquema de tabelas, que é bastante amplo e complexo (mais de 200 tabelas). O *Moodle* é estruturado sobre o conceito de curso. O SMA implementado possibilita ser utilizado por qualquer curso do *Moodle*, pois foi projetado para ser independente do curso.

O SMA em tese pode ser ativado para interagir com outro AVA, distinto do *Moodle*. Neste caso precisaremos entender o funcionamento deste novo AVA e teríamos que adaptar os agentes para a nova estrutura. Isso basicamente consiste em mudar o acesso ao banco de dados de cada agente considerando a nova arquitetura garantindo a independência do SMA em relação ao sistema.

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

Em um Ambiente Virtual de Aprendizagem é comum um aluno postar uma questão em um fórum de discussão e ter sua resposta através de seus participantes (mediadores e alunos). A abordagem implementada apresenta uma possibilidade a mais de ter sua dúvida dirimida por agentes, que usam uma base de conhecimento e técnicas de percepção. Esta combinação apresenta uma efetiva vantagem para o aprendiz.

A qualidade da intervenção dos agentes depende de dois fatores principais: a qualidade de seus mecanismos de percepção e a qualidade de informações disponíveis nos arquivos AIML. A combinação destes dois fatores contribui para que a resposta dos agentes seja contextualizada, isto é, reflita a situação real do aprendiz dentro do ambiente virtual.

Os resultados obtidos até o momento são promissores, tendo em vista que o SMA está auxiliando o tutor a distância, além de acompanhar os alunos, verificando suas atividades.

Os trabalhos em andamento e futuros que dão prosseguimento à pesquisa centram-se no projeto e implementações de agentes mais especializados, que possam contribuir mais no fórum, através de mais recomendações. Quanto aos arquivos AIML, pretende-se fazer a automação do processo, através da criação e manutenção dos arquivos.

Referências

- Alencar, M.A.S. ; Netto, J. F. M. (2010) “CyberPoty: Um Chatterbot 3D para Interação com Usuários de um Portal de Educação a Distância”, In: XVI Workshop de Informática na Escola, 2010, Belo Horizonte. Anais da CSBC 2010, 2010. p. 1417-1420
- Alice (2010) Learn Programming, Carnegie Mellon University- Disponível em: <<http://www.alice.org>>. Acesso em: junho de 2010.
- Batista, A. F. M. ; Marietto, M. G. B. ; Barbosa, G. C. O. ; Kobayashi, G. ; Franca, R. S. (2009) “Multi-Agent Systems to Build a Computational Middleware: A Chatterbot Case Study”, In: The 4th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions, 2009, London. IEEE Proceedings The 4th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions, 2009.
- Campana, V. F. ; Sanches, D. R. ; Tavares, O. L. ; Souza, S. F. (2008) “Agentes para Apoiar o Acompanhamento das Atividades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem” In: XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2008, Fortaleza - CE. Anais do XIX Simbósio Brasileiro de Informática na Educação, 2008.
- Cavaroli, J. T.; Adán Coello, J. M. (2005) “SEA: Um Sistema Emissor de Alertas para Fóruns de Discussão, Baseado na Categorização de Mensagens e Avaliação pelos Pares”, Workshop sobre Informática na Escola (WIE), Anais do XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, pp. 2639-2647. 22 a 29 de Julho 2005
- Coutinho, P. H. M.; Cury, D., Ramos, H.; Gava, T. B. S. (2007). “Otimização do Tempo na Gerência de Conhecimento em Fóruns de Discussão de Ambientes Virtuais de Aprendizagem” In: WCCA-2007, 2007, São Paulo. Proceedings do WCCA-2007. São Paulo, 2007. v. 1. p. 23-32.
- Cunha, F. O. da; Silva, J. M. C. da. (2009) “Análise das Dimensões Afetivas do Tutor em Turmas de EaD no Ambiente Virtual Moodle” In: XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2009, Florianópolis-SC. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2009.
- DeLoach, S. A.; Wood, M. (2001) “Developing Multiagent Systems with agentTool” In: Proceedings of Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer – Verlag. Berling, 2001
- Filippo, D.; Gerosa, M.A.; Pimentel, M.; Fuks, H.; Lucena, C.J.P. (2006) “Sempre Atento ao Forum: Alertas SMS para Suporte à Coordenação dos Aprendizes”. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2006, Brasília, DF, 8-10 Novembro, 2006, v.1, pp. 62-71.
- JADE, Java Agent Development Framework. (2010) Desenvolvido por TILAB. Disponível em: <<http://jade.tilab.com>>. Acesso em: junho de 2010.

- Lobato, L. L. ; Gomes, A. S. ; Monteiro, B. S. ; Nibon, R. (2007) “Aspectos de Percepção como Instrumento de Acompanhamento e de Avaliação em Ambientes Virtuais” In: I Workshop sobre Avaliação e Acompanhamento da Aprendizagem em Ambientes Virtuais, 2007, São Paulo. Anais do XVIII SBIE. São Paulo : SBC, 2007
- Martín, S.; Sancristobal, E.; Gil, R.; Díaz, G.; Castro, M.; Peire, J. (2007) “Development of an Intelligent Answering Machine based on LMS Knowledge”. International Conference on Engineering Education – ICEE 2007, 2007
- Mikic, F. A. ; Burguillo, J. C.; Rodríguez, D. A.; Rodríguez, E.; Llamas, M. (2008) “T-BOT and Q-BOT: A Couple of AIML-based Bots for Tutoring Courses and Evaluating Students”. 38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference - FIE 2008, 2008.
- Moodle. (2010) “Modular Oriented-Object Dynamic Learning Environment”. Disponível em: <<http://www.moodle.org>>. Acesso em: junho de 2010.
- Pimentel, M.; Gerosa, M. A.; Filippo, D.; Raposo, A.; Fuks, H.; Lucena, C.J.P. (2006) “Modelo 3C de Colaboração no Desenvolvimento de Sistemas Colaborativos”. Anais Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos. Natal – RN.
- Reategui, E. B.; Lorenzatti, A. (2005) “Um Assistente Virtual Para Resolução de Dúvidas e Recomendação de Conteúdo” In: Encontro Nacional de Inteligência Artificial, 2005, São Leopoldo. V Encontro Nacional de Inteligência Artificial. São Paulo : SONOPRESS-RIMO, 2005.
- Silveira, R. A.; Gomes, E. R.; Viccari, R. M. (2003) “Modelagem de Ambientes de Aprendizagem Baseado na Utilização de Agentes FIPA” In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2003, Rio de Janeiro. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Computação, 2003. p. 503-512
- Wooldridge, Michael. (2002) “An Introduction to Multiagent Systems”. Editora Wiley:England, 2002.