

Arcabouço de um Ambiente Telerobótico Educacional Baseado em Sistemas Multiagente

Marcelo B. Souza¹, José F. M. Netto², Márcio A. S. Alencar², Marckson M. Silva²

¹Departamento de Matemática – Universidade Federal de Roraima (UFRR) – Boa Vista, RR – Brasil

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

marcelo@dmate.ufrr.br, jnetto@dcc.ufam.edu.br,
marcio.alencar@cetam.am.gov.br, marckson.monts@gmail.com

Abstract. *The expansion of Internet access and dissemination of accessible robotic kits have enabled the Educational Robotics, applications remotely using the concept of Telerobotics. This article describes an Educational Telerobotics Environment based on Multi-agent systems developed using the methodology Mase. Her features have been tested with promising results. The system allows the selection of scenarios associated with different challenges, according to the skill levels of the user. The approach presents advances on telerobotic systems found in the literature because it allows flexible activation of different scenarios and a user-system interaction using agents.*

Resumo. *A ampliação do acesso à Internet e a difusão de kits robóticos de menor custo têm possibilitado a Robótica Educacional, aplicações à distância usando o conceito de Telerobótica. Este artigo descreve um Ambiente Telerobótico Educacional baseado em Sistemas Multiagente que foi desenvolvido utilizando a metodologia MaSE. Suas funcionalidades foram testadas com resultados promissores. O sistema possibilita a seleção de cenários associados a desafios distintos, de acordo com os níveis de habilidade do usuário. A abordagem apresenta avanços sobre os sistemas telerobóticos encontrados na literatura, pois permite flexibilidade na ativação de cenários variados e uma interação usuário-sistema utilizando agentes.*

1. Introdução

A crescente demanda de usuários ávidos pela *Internet* a procura de novos conhecimentos, lazer e serviços são algumas consequências do avanço da tecnologia. Por outro lado, a acessibilidade aos kits de robôs *Legó Mindstorms* tem motivado muitas instituições de ensino no Brasil a incluírem nos seus projetos pedagógicos o uso da robótica na formação acadêmica do estudante.

Neste trabalho será apresentado um Ambiente Telerobótico Educacional (ATE) baseado em Sistemas Multiagente (SMA). Segundo Souza e Netto (2010a) ele amplia as oportunidades de acesso a laboratórios de robótica. A abordagem é voltada para a democratização do conhecimento através da *Internet* explorando ensino e aprendizagem

de programação de robôs. O objetivo é estimular nos estudantes de escolas públicas, aparelhadas com computadores, o interesse por desenvolvimento de sistemas automatizados utilizando a Robótica Educacional (RE) como elemento motivador da aprendizagem.

O restante do artigo apresenta na seção 2 os trabalhos correlatos que contribuíram para o desenvolvimento do ATE, na seção 3 a organização e o funcionamento do ambiente. A avaliação e os testes utilizando o sistema, seguidos da abordagem e implementação do ambiente estão destacadas na seção 4 e 5, respectivamente. As conclusões e os trabalhos futuros são descritos na seção 6, os agradecimentos e as referências bibliográficas fecham a sua apresentação.

2. Trabalhos Correlatos

Nesta seção, serão descritos alguns trabalhos correlatos dos quais foram extraídos conceitos e abordagens que serviram de base teórica para o desenvolvimento da proposta do ATE mediado por tecnologia SMA.

D'Abreu e Chella (2003) apresentaram o ambiente interativo de Sistemas Robóticos com Superlogo (SIROS) que adota uma abordagem voltada para o ensino da RE através da *Internet*. Os resultados da experiência possibilitaram a implantação de uma proposta de aprendizagem colaborativa baseada no construtivismo. Benitti *et al* (2009) descreveram um experimento utilizando um ambiente de programação de robôs que explora atividades de geografia, matemática e programação de computadores. Os autores exploraram a capacidade de elaborar hipóteses e investigar soluções.

Um projeto que incentiva a aprendizagem de programação de computadores na educação básica foi apresentado por Cruz *et al* (2009). Nele, foi utilizado um laboratório remoto para manipular o robô com testes previamente organizados que se mostraram expressivos para a formação docente. Outro projeto foi descrito por Passerino, Gluz e Vicari (2007) que investiga a mediação do professor compartilhada com tecnologia SMA para auxiliar o seu trabalho. Eles afirmaram que o projeto é resultado de um trabalho interdisciplinar na área de Educação a Distância.

Alencar e Netto (2011) relataram o uso da tecnologia SMA em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para esclarecer dúvidas sobre o curso e ferramentas do *Moodle*. O sistema proposto utilizou um fórum de discussão para ajudar alunos e tutores. Os resultados da experiência apontaram melhorias no desempenho do estudante.

3. Ambiente Telerobótico Educacional

O ATE integra tecnologias para proporcionar experiências telerobóticas aos seus usuários. O emprego de agentes no apoio ao ambiente se baseou nos trabalhos de Silva, Bavaresco e Silveira (2007), Gago, Werneck e Costa (2009), Vicari *et al* (2010), Alencar e Netto (2011). A exemplo deles, Souza e Netto (2010b) descreveram um SMA utilizando a *Methodology Multiagent Systems Engineering* (MaSE) na modelagem do sistema com os objetivos identificados na Figura 1.

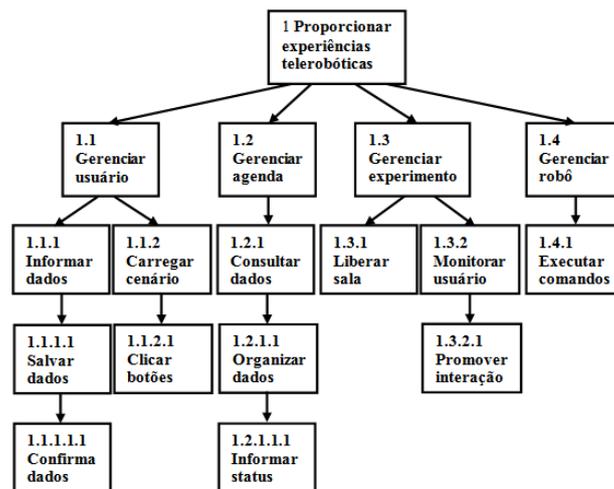


Figura 1. Diagrama de Hierarquia de Objetivos.

Segundo Deloach e Wood (2001), o conjunto estruturado de objetivos é dividido em sub-objetivos. Para atingi-los foi definida uma arquitetura composta por recursos de *software* e *hardware*, conforme pode ser vista na Figura 2.

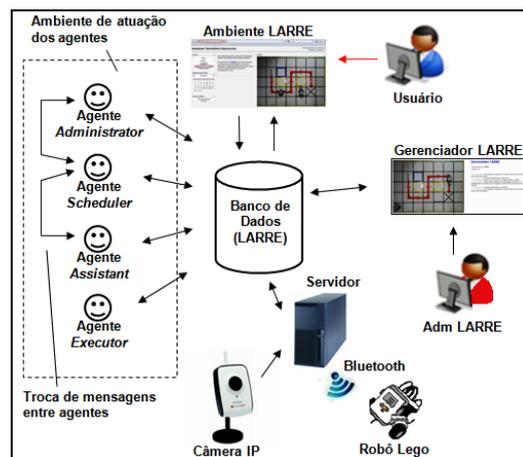


Figura 2. Arquitetura do Ambiente Telerobótico Educacional.

Os recursos mostrados na Figura 2 proporcionam a comunicação envolvendo o usuário, o robô e os agentes que possuem o seguinte comportamento:

Scheduler – Gerencia a agenda que permite o acesso ao robô;

Assistant – Auxilia usuários na manipulação do robô;

Administrator – Gerencia as ações do usuário no ambiente;

Robot – Executa as instruções para movimentar o robô.

No processo de comunicação, o uso dos recursos atende a estrutura de camadas apresentada na Figura 3, que foi desenvolvida para permitir a integração de tecnologias.

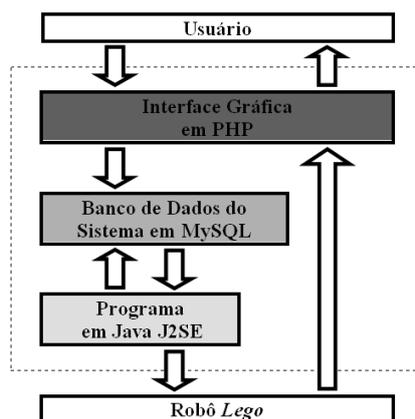


Figura 3. Estrutura de Camadas Utilizadas na Comunicação.

O uso da estrutura de camadas foi influenciada pelo *Moodle* que registra todas as ocorrências no Banco de Dados (BD), quando são utilizados os seus recursos. Os dados entram no sistema a partir da interface gráfica que, através da execução de *scripts* desenvolvidos pelo *Hipertext Preprocessor* (PHP), são inseridos no BD. O SMA que roda no servidor local foi projetado em *Java Agent Development Framework* (JADE). Ele alimenta tabelas específicas do *Moodle*, instalado no servidor *Web*, proporcionando auxílio aos usuários do ATE.

O ambiente está disponível para ser acessado pela *Internet* no endereço <http://laboream.dcc.ufam.edu.br/larre>. No seu desenvolvimento foram reutilizados códigos do *Moodle*. Trechos foram alterados para atender as suas necessidades específicas. Foi necessário definir uma Política de Agendamento para controlar o acesso à sala de experimentos, a fim de atender a demanda de usuários do ambiente. O ATE destina para este fim, um agente que utiliza o recurso de grupos do *Moodle* para encaixar os agendamentos realizados. Na Figura 4 está sendo mostrada uma parte da sala de experimentos do ambiente.

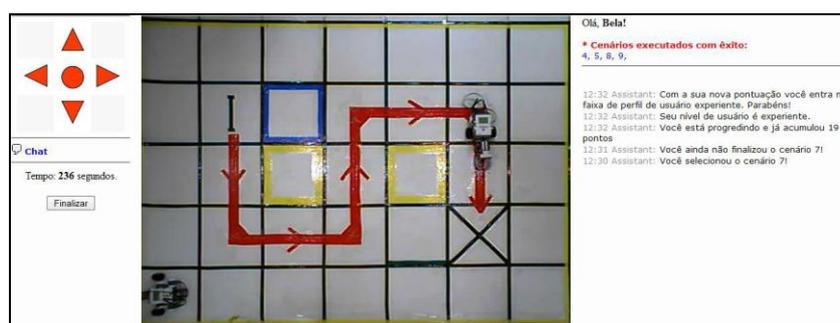


Figura 4. Sala de Experimentos do Ambiente Telerobótico Educacional.

Na sala estão disponíveis o *menu* Cenários, os botões de controle do robô, o *link* de um *chat* interativo e as instruções do desafio selecionado. Durante o tempo em que o usuário estiver manipulando o robô, o agente envia mensagens que estão sendo mostradas no lado direito da Figura 4. O conteúdo delas informa o seu desempenho no cenário carregado e sugere novas ações com base nos registros das tabelas do BD. Para cada seleção de cenário, uma contagem de tempo regressiva é disparada por um agente.

A ação tem efeito de controle sobre o tempo dos desafios. Ao serem executados pelo usuário com êxito, colaboram para a definição do seu perfil no ambiente. O ATE proposto foi avaliado, testado e os seus resultados serão apresentados na próxima seção.

4. Avaliação e Testes do Ambiente Telerobótico

Nesta seção serão apresentados a avaliação e os testes realizados utilizando o ambiente. Os *softwares* utilizados no seu desenvolvimento e execução foram o Sistema Operacional *Windows Seven*, o servidor *Web Apache 2.2.14*, o banco de dados *MySQL 5.1.41*, o editor de páginas para a *Web PHP 5.3.1*, o ambiente *Moodle 1.9.6*, o *JADE 3.7* e o kit *jdk 6.20* de desenvolvimento Java.

A abordagem na implementação foi a prototipação. Foram realizados os Testes de Software (TS) para detectar a presença e a ausência de falhas no sistema. Os registros contidos no BD e os relatos dos envolvidos na pesquisa colaboraram para que elas fossem sendo corrigidas. Segundo Dias-Neto (2009), um TS é um processo de executar um programa para revelar a presença de falhas e/ou aumentar a confiança sobre ele. Os testes foram planejados a partir dos casos de uso Cadastrar Dados, Solicitar Agendamento e Manipular Robô, considerados os mais críticos do sistema. Os TSs utilizaram todos os 10 (dez) cenários do ambiente. A Tabela 1 mostra especificamente os testes realizados utilizando o Cenário 1 do caso de uso Manipular Robô.

Tabela 1. Casos de Teste do Caso de Uso Manipular Robô.

Entrada de Dados – Caso de Teste 01/ Cenário 1				
Cursor do mouse posicionado sobre o menu Cenários				Resultado
<("seleciona opção"), habilita botão Iniciar e link Instruções do Cenário 1>				Correto
Cursor do mouse posicionado sobre o link Instruções				Resultado
<("clica link"), Abre Instruções do Cenário 1>				Correto
Cursor do mouse posicionado sobre o botão Iniciar				Resultado
<("clica link"), Abre Botões de Controle do Robô, o link Chat, o Botão Finalizar e Dispara a Contagem de Tempo>				Correto
Cursor do mouse posicionado sobre o botão de Controle do Robô				Resultado
Direita (D)	Esquerda (E)	Frente (F)	Ré (R)	Correto
<("clica botão"), Move Robô D>	<("clica botão"), Move Robô E>	<("clica botão"), Move Robô F>	<("clica botão"), Move Robô R>	
Cursor do mouse posicionado sobre o link Chat				Resultado
<("clica link"), Abre Tela do Chat>				Correto
Após o usuário clicar no botão Finalizar				Resultado
<("clica botão"), Finaliza Desafio 1>				Correto
Após o usuário clicar no botão Iniciar				Resultado
<("dispara contagem tempo"), Ativa Cronômetro Regressivo para o Desafio 1>				Correto

A Figura 5 apresenta os resultados de todos os TSs realizados com os casos de uso mais críticos na utilização do ambiente.

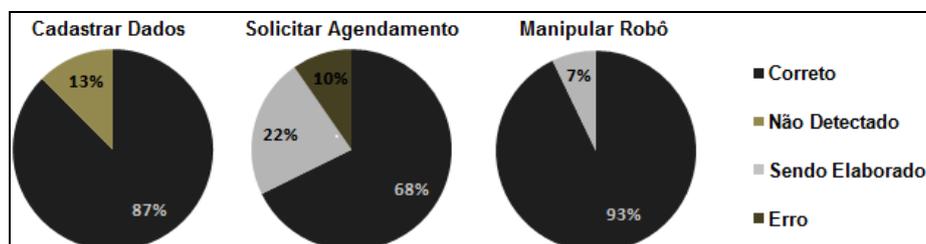


Figura 5. Resultados dos Testes Utilizando os Casos de Uso Críticos do Sistema.

Os resultados da avaliação referente ao cadastro dos dados feitos pelo usuário apontam que 87% deles não tiveram problemas, pois o sistema fez a sua validação corretamente. Os 13% restantes entraram com dados que não foram detectados pelo sistema. Na mesma Figura 5 são mostrados os resultados dos agendamentos, onde 68% dos usuários obtiveram êxito nas solicitações, 22% se depararam com uma situação não prevista pelo sistema, o que justifica estar sendo elaborado e os outros 10% apontaram ocorrências de falhas. A Figura 5 mostra ainda as ocorrências com relação à manipulação do robô. Os casos avaliados indicaram que 93% dos usuários conseguiram manipular o robô remotamente em todos os cenários, além de terem tido acesso a todos os itens que a sala de experimentos disponibiliza. Os outros 7% referiram-se a incorreções textuais das instruções de 5 (cinco) desafios propostos.

Os resultados dos TSs apontaram as ocorrências no sistema quando submetido a diferentes situações. Os testes colaboraram para que o protótipo fosse sendo melhorado, através de ajustes no código. Isto garantiu uma melhor funcionabilidade e usabilidade do sistema. Foram empregados também Testes Não-Estruturados (TNE) sem a adoção de grupos específicos de usuários. Todos os 20 (vinte) estudantes, participantes da pesquisa, tiveram acesso ao protótipo pela rede local e *Internet*. Todos eles tinham características heterogêneas relativas à idade e ao conhecimento sobre o assunto.

As etapas dos TSs compreenderam o desenvolvimento e a disponibilização do protótipo acessado pela *Internet*. As sub-etapas incluíram os TNEs envolvendo a câmera, o cadastro, as solicitações de reservas, os agendamentos confirmados, a escolha de cenários, o botão iniciar, as instruções, os botões de controle, o *chat*, a manipulação do robô, a contagem de tempo, o botão finalizar e o SMA. Os resultados dos TNEs apontaram inúmeras falhas no protótipo por conta de incompatibilidade de sistema, visto que a estrutura de camadas do ambiente utiliza uma integração de tecnologias. As falhas foram corrigidas. Os resultados dos TSs e TNEs foram satisfatórios, pois apontaram ajustes no protótipo para proporcionar aos usuários do ambiente experiências telerobóticas mediados por tecnologia SMA.

Os equipamentos utilizados no ATE são compostos por 1 (um) servidor *Web*, 1 (um) robô *Lego Mindstorms NXT*, 12 (doze) pilhas recarregáveis, 1 (um) conector *Universal Serial Bus (USB) 2.0 de Bluetooth*, uma câmera *Internet Protocol (IP)* e um espaço físico de 150 *cm* x 120 *cm*. Apesar da limitação dos recursos foi possível

implementar o sistema proposto no artigo. Todos os equipamentos estão fisicamente presentes no Laboratório de Informática na Educação (LabIE). Na próxima seção será apresentada a abordagem e a implementação do ambiente proposto.

5. Abordagem e Implementação do Ambiente Apoiado por um SMA

A abordagem utilizada no ATE foi concebida a partir de um levantamento sobre o estado da arte dos trabalhos que empregam a telerobótica, laboratórios de acesso remoto, a robótica no contexto educacional, a tecnologia de SMAs e o uso de AVAs.

Como se reutilizou o *Moodle* no desenvolvimento do ATE foi necessário entender a complexidade da estrutura das suas 199 (cento e noventa e nove) tabelas. Alguns trabalhos abordam o *Moodle*. Todos colaboraram para a adoção da ferramenta no artigo como os de Al-Ajlan e Zedan (2008) que apresenta um estudo comparativo com outros AVAs, Kakasevski *et al* (2008) que explora a questão da avaliação de usabilidade, Bochicchio e Longo (2010) que discute os principais aspectos e os resultados do projeto *Remote Web Labs* e o de Sáenz (2010) que propõe a sua utilização integrada com um módulo de laboratórios remotos para manipulação de robôs, circuitos e máquinas gerenciados por um aplicativo *on-line*.

No desenvolvimento do sistema foi utilizado a JADE que é uma ferramenta mais estável, além de ser um *software open source*. Segundo Bellifemine, Caire e Greenwood (2007), ela simplifica o desenvolvimento de SMAs. A sua utilização tornou acessíveis métodos que permitem explorar os comportamentos de cada agente através de pacotes e bibliotecas disponíveis na *Internet*. O comportamento dos agentes colaborou para a percepção e atuação deles no ambiente com autonomia e em cooperação com outros agentes, utilizando troca de mensagens monitoradas pelo *Sniffer*, conforme é possível observar um exemplo na Figura 6.

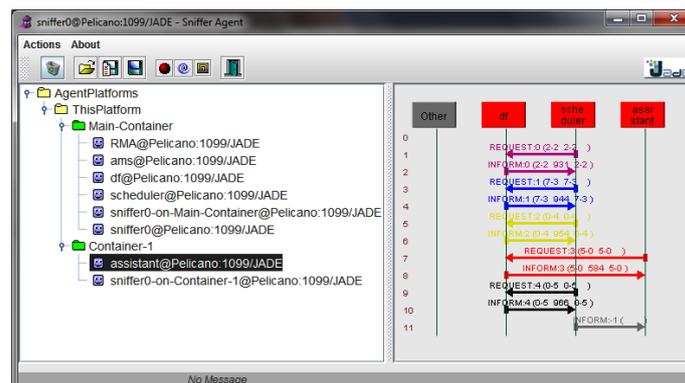


Figura 6. Monitorando a Troca de Mensagens entre Agentes Utilizando o *Sniffer*.

Entre os vários trabalhos pesquisados que utilizaram a plataforma JADE no desenvolvimento de seus SMAs, se destacaram os de Silva, Bavaresco e Silveira (2007), Vicari *et al* (2009) e Alencar e Netto (2011). Todos colaboraram para a concepção, a análise e o projeto do SMA proposto que pode ser utilizado em outro AVA diferente do *Moodle*, com as devidas adaptações para a sua estrutura e alteração no acesso de cada

agente ao BDS. Na próxima seção serão apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros originados no estudo que colaborou para a produção do artigo.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foi apresentada uma abordagem para o uso da telerobótica através da *Internet* em um ambiente educacional baseado em SMA. O ATE disponibiliza a teleoperação e o telemonitoramento de robôs *Legó Mindstorms NXT* explorando conceitos de RE em desafios propostos.

Após o levantamento sobre o estado da arte, foi definida a estrutura utilizada no sistema baseado em diferentes abordagens e emprego de tecnologias. Com a pesquisa, foi possível desenvolver o ambiente pautado em duas coisas. A primeira está relacionada com o reuso de códigos e integração de tecnologias na implementação. A estrutura de camadas permitiu que aplicações voltadas para *desktop* fossem acessadas por usuários da *Web*, sendo intermediadas por instruções contidas no BDS. A segunda refere-se à adoção e uso de *softwares open source* que permitiram a alteração, e até inclusão, de códigos já empregados por Silva e Netto (2010) na realização de testes com robôs em outros projetos do LabIE.

Como no desenvolvimento do protótipo, o esqueleto do ambiente utilizou o sistema *Moodle*, as suas ferramentas não foram incluídas nos testes, visto que já existe na literatura uma vasta exposição sobre elas. Os testes exploraram basicamente o cadastro no ambiente, a solicitação de agendamento e o acesso a sala de experimentos. Em todos os testes, os estudantes foram auxiliados pelo SMA. Os resultados apresentados serviram de insumos para aperfeiçoamento do protótipo nos quesitos de usabilidade e funcionalidade do sistema.

A arquitetura e o comportamento dos agentes foram definidos com base na realização das atividades no ambiente. A partir daí, os casos de uso foram sendo detalhados. A *Unified Modeling Language* (UML) foi utilizada para identificar em alto nível o funcionamento do sistema. O SMA foi modelado utilizando a metodologia MaSE. Assim foram descritos os tipos de agentes, as interfaces da interação entre eles e a sua arquitetura, o que possibilitou atingir o objetivo principal do sistema, além de estruturá-lo e documentá-lo.

O auxílio aos usuários do ambiente através de mensagens enviadas pelo SMA, também foi abordado no artigo. Os agentes dependiam das ações dos usuários, para perceberem o ambiente e atuarem nele, cooperando entre si. Com a opção da escolha na integração das tecnologias surgiram as primeiras dificuldades devido o SMA rodar no *desktop*. A incompatibilidade de tecnologias foi superada com a aplicação da estrutura de camadas que proporcionou a postagem de mensagens na tela para serem visualizadas pela *Internet*. Para trabalhos futuros pretende-se realizar um estudo que aborde a questão do *delay*, especializar o trabalho dos agentes explorando o cognitivo, disponibilizar o código fonte que executa os movimentos do robô para que sejam baixados, alterados e reenviados ao servidor pelo usuário do sistema. Pretende-se também incorporar os trabalhos em andamento do grupo de pesquisa do LabIE que utilizam AVAs abordando

estratégias para apoiar fóruns de discussão, integram agentes e ontologias no auxílio personalizado a alunos e automatizam a criação de cenários.

Para finalizar, o que justifica o uso de SMA proposto no artigo é a flexibilidade que ele oferece através de métodos, pacotes, bibliotecas e ambiente de execução, que permitem aos agentes serem desenvolvidos para executarem tarefas específicas, baseados em um comportamento. Os comportamentos utilizados nos códigos tornaram os agentes capazes de perceberem o ambiente e atuarem nele, ora reagindo, ora interagindo, ora sugerindo alguma ação para o usuário. A idéia de disponibilizar o Ambiente Telerobótico Educacional sendo mediado por tecnologia SMA permitiu a sua automatização através de consultas ao BD e envio de mensagens pelos agentes como um recurso para auxiliar o usuário no desenvolvimento das suas atividades, conforme evidenciado nos trabalhos de Passerino, Gluz e Vicari (2007), Campana *et al* (2008) e Alencar e Netto (2011).

Agradecimentos

Este trabalho tem se desenvolvido dentro do Projeto 575894/2008-3, Ampliação de Acessibilidade a Laboratório de Ciências Usando Ambientes Virtuais e Telerobótica, apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- AL-AJLAN, A. and ZEDAN, H. (2008) "Why Moodle". *Future Trends of Distributed Computing Systems 12th IEEE International Workshop on*, p. 58-64.
- ALENCAR, M. A. and NETTO, J. F. M. (2011) "Improving Cooperation in Virtual Learning Environments Using Multi-Agent Systems and AIML". *41th IEEE Frontiers in Education Conference*, p. 1-6.
- BELLIFEMINE, F., CAIRE, G. and GREENWOOD, D. (2007) "Developing Multi-agent Systems with JADE". Editora Wiley.
- BENITTI, F. B. V., VAHLICK, A., URBAN, D. L., KRUEGER, M. L. and HALMA, A. (2009) "Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados". In: Anais do XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, p. 1811-1820, Bento Gonçalves.
- BOCHICCHIO, M. A. and LONGO, A. (2010) "Extending LMS with Collaborative Remote Lab Features". *10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, p. 310-314.
- CAMPANA, V. F., SANCHES, D. R., TAVARES, O. L. and SOUZA, S. F. de. (2008) "Agentes para Apoiar o Acompanhamento das Atividades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem". In: Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p. 1-12, v. 1, Fortaleza.
- CRUZ, M. K., HAETINGER, W., HORN, F., CARVALHO, D. V. de and ARAÚJO, G. H. (2009) "Controle de Kit de Robótica através de Laboratório Remoto pela

- Internet: uma Aplicação para a Formação Docente e para a Educação Básica”. In: Anais do XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Florianópolis.
- D'ABREU, J. V. V. and CHELLA, M. T. (2003) “Ambiente de Telerobótica em EaD”. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p.13-22, Campinas.
- DELOACH, S. A. and WOOD, M. (2001) “Developing Multiagent Systems with agentTool”. In: Proceedings of Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer – Verlag. Berling.
- DIAS-NETO, A. C. (2009) “Seleção de Técnicas de Teste Baseadas em Modelos”. Tese de Doutorado. COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro.
- GAGO, I. S. B., WERNECK, V. M. B. and COSTA, R. M. (2009) “Modeling an Educational Multi-agent System in MaSE”. *Proceedings of the 5th international conference*. Berlin: Springer. Lecture Notes in Computer Science 5820, p. 335-346. Liu, Jiming (ed.) *et al.*, Active media technology.
- KAKASEVSKI, G., MIHAJLOV, M., ARSENOVSKI, S. and CHUNGURSKI, S. (2008) “Evaluating Usability in Learning Management System Moodle”. *Proceedings of the 30th International Conference ITI Cavtat, Croatia*, p.613-618.
- PASSERINO, L. M., GLUZ, J. C. and VICARI, R. M. (2007) “Uma Proposta para Mediação Tecnológica em Espaços Virtuais de Aprendizagem”. In: anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. v. 1. p. 36-7, São Paulo.
- SÁENZ, J. G. (2010) “Módulo de Laboratorios Remotos para Moodle”. Premio ACIS al desarrollo de Software Libre. Colômbia.
- SILVA, M. M. and NETTO, J.F.M. (2010) “An Educational Robotic Game for Transit Education Based on the Lego MindStorms NXT Platform”. *Games and Digital Entertainment*. p. 82-88, Florianópolis.
- SILVA, J. M. C., BAVARESCO, N. and SILVEIRA, R. A. (2007) “Proposta de um Sistema Multi-agentes para a Aplicação de Objetos Inteligentes de Aprendizagem Seguindo o Padrão SCORM”. In: anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. v. 1. p. 175-185, São Paulo.
- SOUZA, M. B. and NETTO, J. F. M. (2010) “LARRE, Um Ambiente Telerobótico Educacional Baseado em Sistemas Multiagente”. In: anais do XXX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. XVI Workshop sobre Informática na Escola. v. 1. p. 36-47, Belo Horizonte.
- SOUZA, M. B. and Netto, José F. M. (2010) “Modelagem do Laboratório de Acesso Remoto de Robótica Educacional Utilizando a Metodologia MaSE” In: II Escola Regional de Informática - Informática e os Desafios Regionais, Manaus. II Escola Regional de Informática - Informática e os Desafios Regionais. Porto Alegre: SBC.
- VICARI, R. M., GLUZ, J. C., SANTOS, E. R., PRIMO, T. T., ROSSI, L. H. L., BORDIGNON, A., BEHAR, P., PASSERINO, L. M., FILHO, R. C. M. F. and ROESLER, V. (2009) “O Uso de Agentes e Ontologias em Objetos de Aprendizagem”. Projeto OBAA – Relatório Técnico RT-OBAA-O4 – Grupos de Agentes e Ontologias. Porto Alegre.