
Um Sistema Tutor Móvel no contexto de um Framework de Sistemas de Ensino On-line

Luiz Cláudio Ferreira da Silva Júnior, Arturo Hernández Domínguez

Instituto de Computação – Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Campus A. C. Simões, BR 104 – Norte, Km. 97 – Maceió – AL – Brasil

lcjr_al@hotmail.com, arturo@tci.ufal.br

Abstract. *This article presents the development of a mobile tutoring system in the context of framework FA_PorT. The FA_PorT allows building on-line teaching systems using Internet. The mobile tutoring system allows providing to learners, particularly with unsatisfactory performance, an assistance, since the content of the sessions of the assistance will be set considering the performance obtained by the learner during an on-line teaching session. A mobile tutoring system is migrated through the use of a mobile agent for the learner's computer, providing teaching sessions without having to maintain a connection with the on-line system. Having completed the task of the mobile tutoring system, the mobile agent will come back to the origin computer. The mobile tutoring system was implemented using the JADE.*

Resumo. *Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema tutor móvel no contexto do framework FA_PorT. O FA_PorT permite a criação de sistemas de ensino on-line via Internet. O sistema tutor móvel possibilita fornecer ao aluno, particularmente com desempenho não satisfatório, uma assistência, já que o conteúdo das sessões da assistência será configurado considerando o desempenho obtido pelo aluno durante uma sessão de ensino on-line. Um sistema tutor móvel é migrado, através do uso de um agente móvel, para o computador do aluno, proporcionando sessões de ensino sem precisar manter uma conexão com o sistema on-line. Uma vez concluída a tarefa do tutor móvel, o agente móvel voltará ao computador de origem. O sistema tutor móvel foi implementado utilizando o JADE.*

1. Introdução

Neste trabalho, o sistema considerado para o desenvolvimento de sistemas de ensino on-line é o framework¹ [Fayad et al. 1999] FA_PorT [Medeiros 2006]. O FA_PorT permite a criação de sistemas de tipo portfólio-tutor [Nascimento 2002]. Um portfólio-tutor é um sistema de ensino on-line via Internet que permite a realização de sessões de ensino on-line. As sessões são realizadas seguindo uma agenda de sessões definida pelo professor. No contexto de alunos que apresentam dificuldades durante uma sessão de ensino on-line, com desempenho não satisfatório, é necessário auxiliar esses alunos, de tal forma que um aluno possa ter uma assistência ou atendimento individualizado

¹ Um framework permite o reuso de software e representa um esqueleto de aplicações que podem ser personalizadas.

objetivando resolver suas dificuldades de aprendizagem. Após a assistência ou atendimento individualizado fornecido, objetiva-se melhorar a compreensão do aluno sobre o conteúdo da sessão anterior, para participar da próxima sessão on-line, sem dificuldades.

Neste contexto, é apresentado um sistema tutor móvel objetivando fornecer ao aluno um suporte para a realização da assistência ou atendimento individualizado através de sessões de ensino ditas off-line (desconectado do sistema on-line), isto acontece quando uma sessão de ensino on-line é concluída e o aluno com desempenho não satisfatório recebe no seu computador um sistema tutor móvel que possui um conteúdo (definições, exemplos, exercícios, estudo de caso, relatórios de projetos, links úteis, etc) diretamente relacionado aos conceitos ou dificuldades identificados que provocaram o desempenho não satisfatório. O objetivo da utilização do sistema tutor móvel é melhorar a compreensão do aluno sobre o conteúdo que gerou suas dificuldades, isto é realizado através das sessões de ensino off-line a serem realizadas pelo aluno no seu computador e no horário desejado.

2. Sistemas Tutores Inteligentes

Um Sistema Tutor Inteligente (STI) é um sistema voltado ao ensino que busca modelar aspectos envolvidos na tutoria humana. São referenciados na literatura [Wenger 1987], [Silva 2000], [Viccari and Giraffa 2003], [Hatzilygeroudis 2004] como sistemas que sabem o que ensinar (conteúdo), para quem ensinar (modelagem do aluno) e como ensinar (estratégias pedagógicas). O ensino deve transcorrer de forma adaptada, ou seja, deve-se levar em conta o ritmo de aprendizado do aluno. A partir das interações do aluno com o sistema tutor durante uma sessão, o sistema tutor estabelece qual estratégia pedagógica será utilizada levando em conta o desempenho do aluno apresentado durante a realização da sessão de ensino.

A Figura 1 ilustra os módulos da arquitetura básica de um Sistema Tutor Inteligente [Wenger 1987], [Giraffa 1999], [Silva 2000].

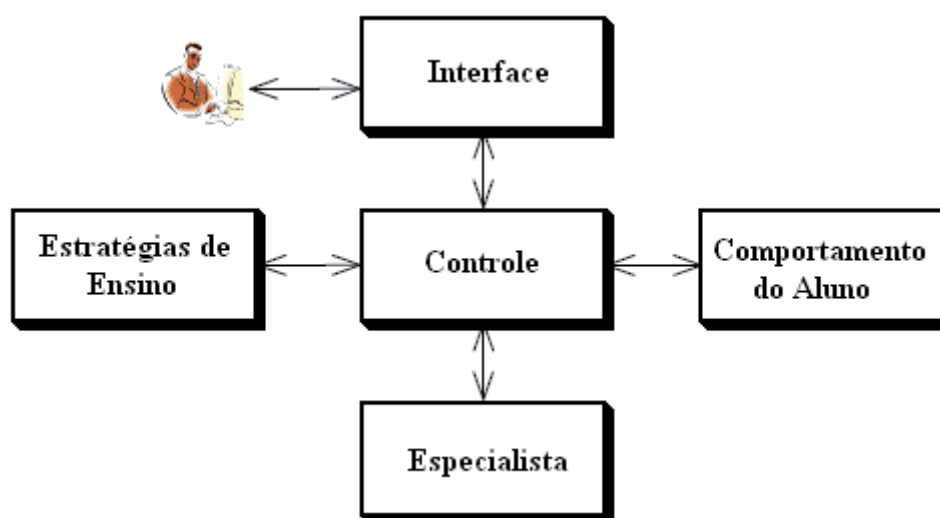


Figura 1. Arquitetura básica de um Sistema Tutor Inteligente.

O módulo especialista é responsável por manipular o conteúdo que vai ser ensinado pelo STI. O módulo de comportamento do aluno deve captar o estado do entendimento do aluno a respeito do assunto que está sendo apresentado. O módulo de estratégias, também chamado tutor, deve ser capaz de tomar as decisões sobre as estratégias de ensino a serem utilizadas e determinar as informações que serão apresentadas ao aluno. O módulo de interface é responsável pela interação entre o aluno e o STI. O módulo de controle é responsável pela coordenação geral do STI e trata da comunicação entre os módulos [Silva 2000].

3. Agentes Móveis

Agentes móveis têm a capacidade de migrar de um computador para outro preservando seu estado. Os agentes móveis são programas que podem ser enviados desde um computador A e transportados a um computador B para a sua execução e volta para o computador de origem A [Cockayne and Zyda 1998], [Lima 2004]. Quando um usuário, utilizando um computador cliente, solicita a realização de um serviço, através da rede, a um servidor, no contexto de agentes móveis, não serão enviados comandos através da rede, e sim, será enviado um agente para o servidor que será executado localmente. Desta forma, será possível delegar a um agente móvel a realização de uma tarefa que será executada no computador destino. Isso acontecerá sem a necessidade de manter a conexão entre o computador de origem e o computador destino, diminuindo consideravelmente a troca de mensagens.

O uso de agentes móveis possibilita [Lima 2004] que: Um agente viaje pela rede procurando e coletando informações que satisfazem a certos critérios de busca de informações; no contexto de comércio eletrônico seria possível aumentar o desempenho de um sistema, já que uma transação pode envolver negociação com entidades remotas e requisição de informações. Através de agentes móveis seria possível a migração de um agente para locais próximos à informação, permitindo, desta forma, o suporte a operações desconectadas (não sendo necessário manter a conexão). As principais vantagens de agentes móveis são: redução do tráfego da rede, heterogêneos e execução assíncrona e autônoma.

Na Figura 2, apresenta-se a migração de uma unidade de execução ou agente móvel para a realização de uma determinada tarefa.

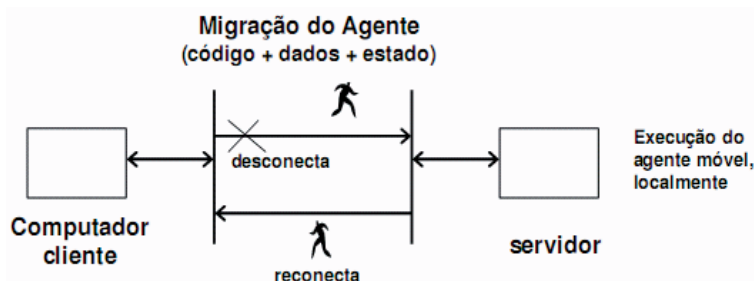


Figura 2. Execução de um agente móvel.

Devido ao fator mobilidade dos dispositivos móveis (celulares, PDAs, laptops), acontecendo desconexão frequente, os agentes móveis fornecem uma solução a essa situação [Aneiba and Rees 2004], já que uma vez despachado um agente móvel, a execução será assíncrona [Lima 2004].

3.1. Agentes móveis no contexto de Ensino-Aprendizagem

Particularmente em ambientes de aprendizagem na Web, os agentes móveis oferecem benefícios específicos quando comparados a agentes estáticos, tais como:

- Em ambientes de aprendizagem baseados na Web, os agentes móveis podem ser usados para recuperar previamente, na rede, o conteúdo ou recursos associados ao domínio. Desta forma, a tecnologia de agentes móveis pode evitar atrasos desnecessários, em face da limitação de largura de banda.
- No contexto de mobile learning/m-learning (aprendizagem móvel), o uso de agentes móveis torna-se importante, já que uma vez migrado o agente móvel, este age de forma autônoma e independente na realização de uma tarefa específica, não sendo necessário que o usuário permaneça conectado.

4. O framework FA_PorT

O FA_Port [Medeiros 2006] é um framework para sistemas portfólio-tutor baseado em agentes que permite a criação de aplicações portfólio-tutor. Um sistema portfólio-tutor é um sistema Web de ensino on-line para a aprendizagem de um grupo virtual de alunos.

4.1. Arquitetura do FA_PorT

Na Figura 3, é apresentada a arquitetura [Medeiros 2006] do FA_Port e as camadas associadas a cada aplicação construída pelo mesmo. Os elementos das camadas (Interface, Agentes, Tutor, Portfólio Eletrônico e Serviços) de uma nova aplicação portfólio-tutor são representados através de um conjunto de componentes organizados da seguinte forma:

- **Componente_Cli** - representa o componente i da camada Interface;
- **Componente_CAj** - representa o componente j da camada Agentes;
- **Componente_CTk** - representa o componente k da camada Tutor;
- **Componente_CPl** - representa o componente l da camada Portfólio Eletrônico;
- **Componente_CSm** - representa o componente m da camada Serviços.

Cada componente possui sua interface. A classe *FrameworkPortfolioTutor* possui atributos representando as interfaces dos componentes do framework e métodos (o método *template* que representa o controle e os pontos de adaptação de código).

A arquitetura de um sistema portfólio-tutor é baseada em cinco camadas (Figura 3) [Medeiros 2006]:

Camada Interface gerencia as interações entre os alunos, professores e o sistema;

Camada Agentes é representada por um conjunto de agentes, tais como, agentes de interface, agente de comunicação, agente executor de sessão e agentes associados aos módulos do tutor;

Camada Tutor representa um sistema tutor que gerencia uma sessão de ensino on-line. São representados, nesta camada, os módulos da arquitetura básica de um sistema tutor (estratégia, domínio, o perfil do grupo e o perfil do aluno);

Camada Portfólio permite o gerenciamento de atividades e o registro dos elementos (artefatos) de aprendizagem. Também, esta camada permite o envio de avisos de forma automática, via email, sobre datas de realização de sessões de ensino e atividades;

Camada Serviços é representada por um conjunto de serviços sobre acesso ao banco de dados, segurança, comunicação e geração de relatórios.

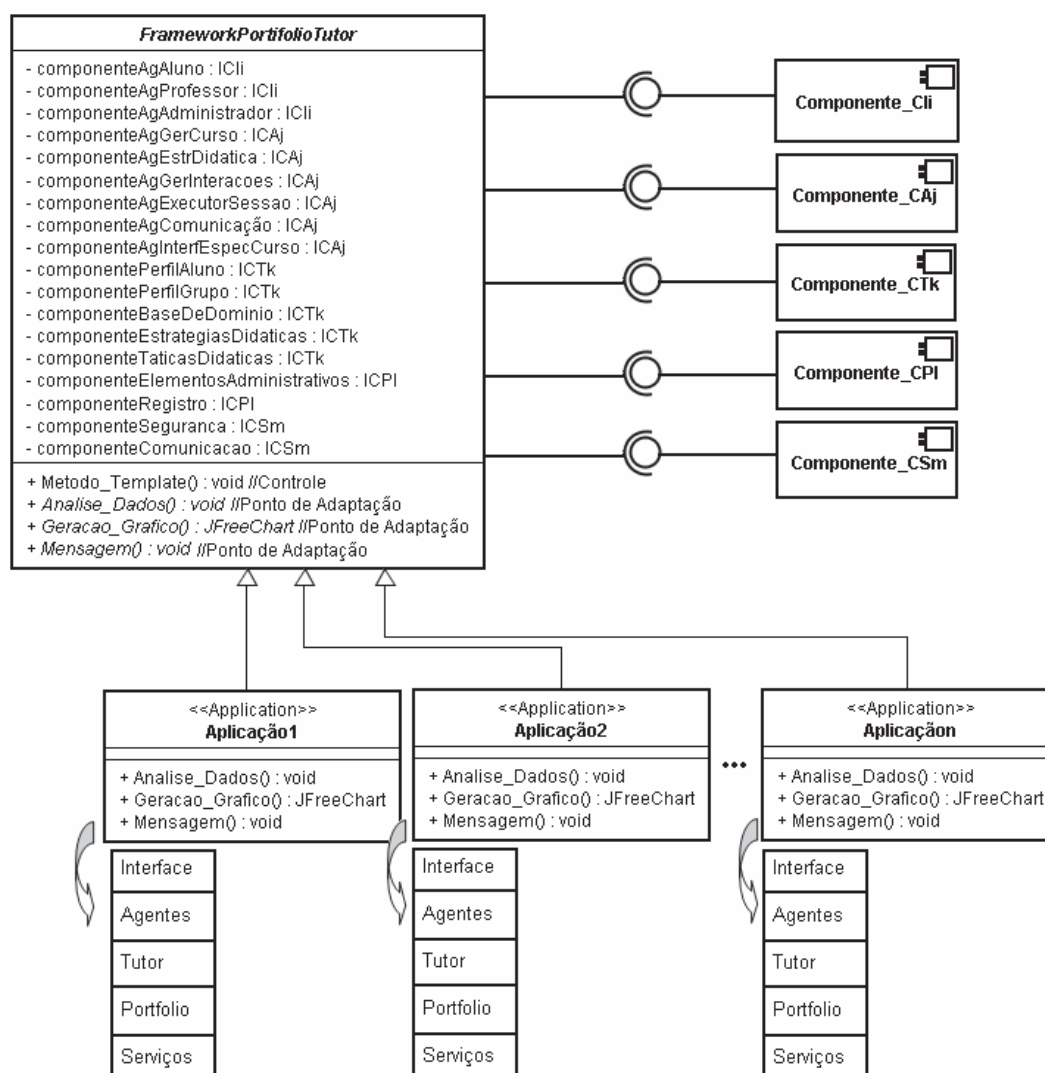


Figura 3. Arquitetura do framework FA_PorT para sistemas portfólio-tutor.

4.2. Sessões de Ensino On-line

Especificamente na camada Tutor de um novo sistema portfólio-tutor, uma sessão de ensino on-line é definida para a aprendizagem de um grupo virtual de alunos e é iniciada quando a camada tutor inicia a execução de uma estratégia. Uma estratégia é representada por um conjunto de táticas, descritas a seguir:

- **Tática de Reutilização de Recurso:** indica que será apresentado, durante x unidades de tempo, um recurso didático de ensino (definição, exemplo, exercício, estudo de caso, relatório de projeto, etc.);

-
- **Tática de Debate Síncrono:** representa um “chat” ou “bate-papo”, onde os alunos do grupo podem interagir, durante x unidades de tempo, com o professor ou com outros alunos;
 - **Tática de Envio de Informação:** envio de informações, pelo sistema portfólio-tutor, através de e-mail para os alunos e professores;
 - **Tática de Mudança de Estratégia:** permite mudança da estratégia atual para uma outra. Essa tática possibilita o reuso de estratégias. Isto é importante no contexto do reuso de estratégias bem sucedidas em novas sessões de ensino;
 - **Tática de Relatório:** envio de relatório, gerado pelo sistema portfólio-tutor, sobre o desempenho dos alunos para o professor e para os próprios alunos;
 - **Tática de Regra:** permite que uma condição seja verificada e algumas ações (táticas) serão realizadas. As regras são criadas da seguinte forma:
Se (condição) então ação.

Por Exemplo: *Se (desempenho_aluno i < limite) então
enviar e-mail com sugestões de leitura
ativar migração do tutor móvel*

5. O Sistema Tutor Móvel

Nesta seção, são apresentados os requisitos do sistema tutor móvel (seção 5.1) e a especificação da integração do uso do tutor móvel (seção 5.2).

5.1. Requisitos

Os principais requisitos no contexto do sistema tutor móvel proposto são:

- Nova tática no FA_PorT, chamada Assistência Personalizada Off-line, que permita ao professor definir na sessão de ensino on-line, o uso de um tutor móvel para fornecer uma assistência ao aluno com dificuldades de aprendizagem;
- Uso de agentes móveis;
- Desenvolvimento baseado no reuso de software (componentes).

5.2. Sessões de Ensino Off-line

A execução de uma Tática de Assistência Personalizada [Gomes 2002] permite enviar remotamente um sistema tutor móvel ao aluno. Isso é possível, por meio da análise das dificuldades de aprendizagem registradas (performance do aluno) durante a realização de uma sessão on-line. Desta forma, um tutor móvel, através de um agente móvel, é migrado e instalado no computador do aluno e uma sessão de ensino off-line poderá ocorrer (Figura 4). A estratégia do tutor móvel deve ser estabelecida (adequada às dificuldades de aprendizagem) e também um conjunto de recursos associados será configurado. O sistema tutor móvel poderá ser executado no computador de um aluno específico. Assim, o aluno poderá trabalhar em qualquer local, executando o sistema tutor móvel, proporcionando, a qualquer hora, uma sessão de ensino assíncrona (off-line).

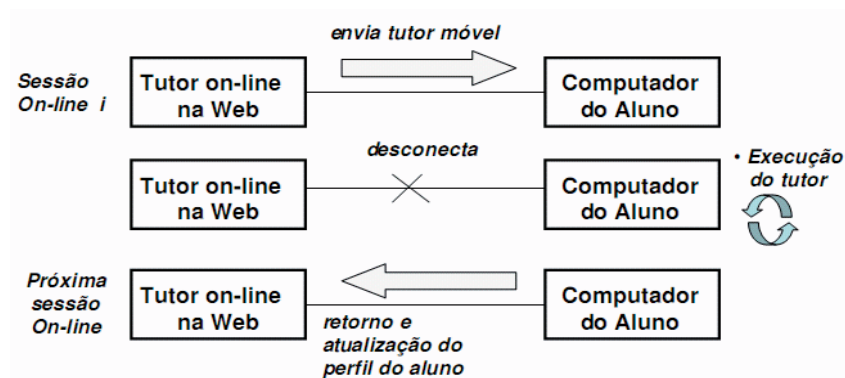


Figura 4. Agente tutor móvel acionado em uma sessão de ensino on-line.

Na Figura 5, é ilustrada a arquitetura da camada tutor de um sistema portfólio-tutor, que permite a realização de sessões de ensino on-line e integra um agente apoio móvel (tutor) que possibilita a realização de sessões de ensino off-line. A arquitetura do sistema tutor móvel é baseada na arquitetura de um sistema portfólio-tutor. As estratégias consideradas na especificação de sessões do sistema tutor móvel são: tática de reutilização de recurso, tática de informação (sugestão de links úteis sobre material na Web), tática de mudança de estratégia, tática de relatório e tática de regra.

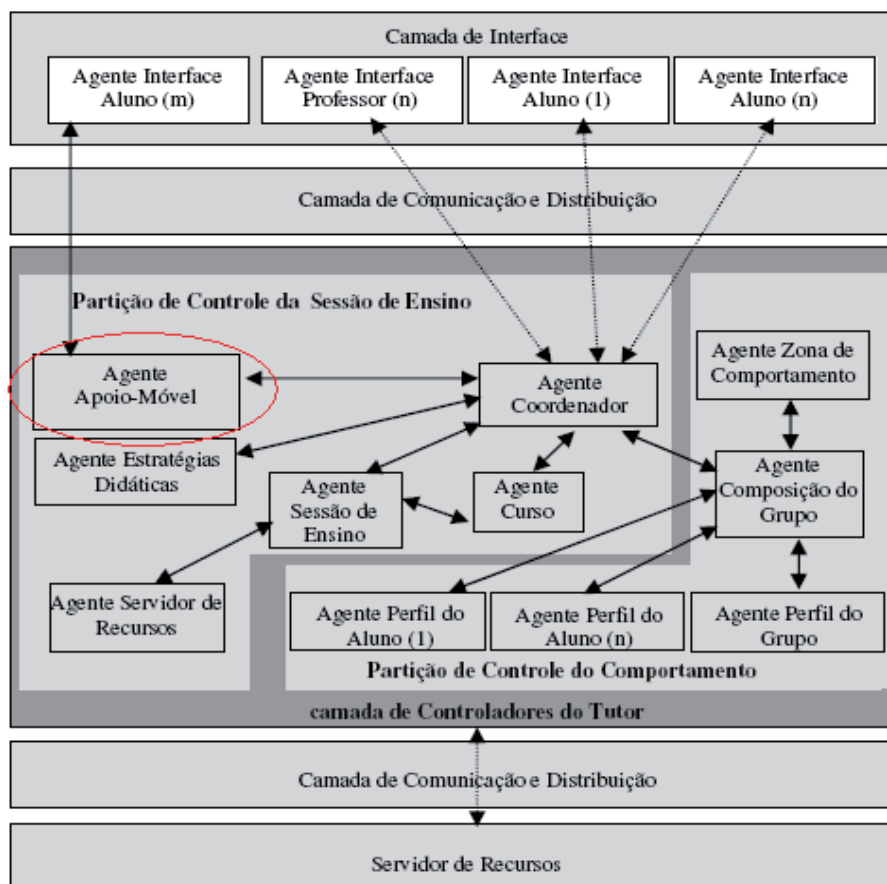


Figura 5. Agente Tutor (Apoio) móvel integrado a arquitetura da camada Tutor On-line de um sistema portfólio-tutor.

Na Figura 6, é descrito um cenário de execução de uma sessão de ensino on-line integrando o uso de sessões off-line através do tutor móvel.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. O professor edita estratégias que deverão ser utilizadas, pelo tutor on-line, nas sessões de um curso on-line.2. Inicia-se uma sessão on-line.3. Após a execução das táticas associadas à estratégia da sessão on-line, verifica-se se há aluno com dificuldades na sessão on-line.4. O tutor on-line envia ao aluno com dificuldades um e-mail fornecendo algumas sugestões de leitura.5. Migração do agente tutor móvel para o computador do aluno com dificuldades, objetivando executar sessões de reforço off-line, juntamente com as estratégias e recursos didáticos necessários.6. A sessão de ensino on-line é finalizada, o tutor on-line e os alunos são desconectados.7. A qualquer momento, o aluno que recebeu um tutor móvel poderá iniciar uma sessão off-line no seu computador.8. O aluno aciona o agente tutor móvel no seu computador e inicia-se uma sessão off-line.9. O tutor móvel, na máquina do aluno, busca a estratégia associada ao curso.10. O tutor móvel aciona um interpretador para executar a estratégia.11. O tutor móvel procura, na máquina do aluno, os recursos didáticos associados à estratégia.12. O interpretador do tutor móvel gerencia e atualiza o comportamento do aluno através do perfil do aluno.13. O tutor móvel, na próxima sessão on-line, estabelece uma conexão com o tutor on-line e atualiza o perfil do aluno.14. O aluno participa da próxima sessão de ensino do tutor on-line. |
|--|

Figura 6. Cenário de execução de uma sessão de ensino on-line integrando o uso do tutor móvel.

A especificação do tutor móvel foi baseada no padrão de projeto *Master-Slave* [Aridor and Lange 1998] para agentes móveis. Basicamente, no funcionamento deste padrão, um agente mestre cria um escravo, que migra para execução remota de uma tarefa. Após a execução da tarefa, o agente escravo retorna para a origem, onde entrega os resultados para o mestre.

6. Implementação

No contexto do ensino da tecnologia de agentes de software, um protótipo do sistema tutor móvel foi desenvolvido utilizando Java e Jade (Java Agent Development Framework) [Jade, 2008]. A Figura 7.a ilustra parcialmente o código do Agente Móvel (associado ao tutor) e a Figura 7.b mostra a tela para iniciar uma sessão do tutor móvel.

Na Figura 8, apresenta-se parte da execução de uma sessão do sistema tutor móvel, mostrando um exemplo de aplicação do uso de agentes de software.

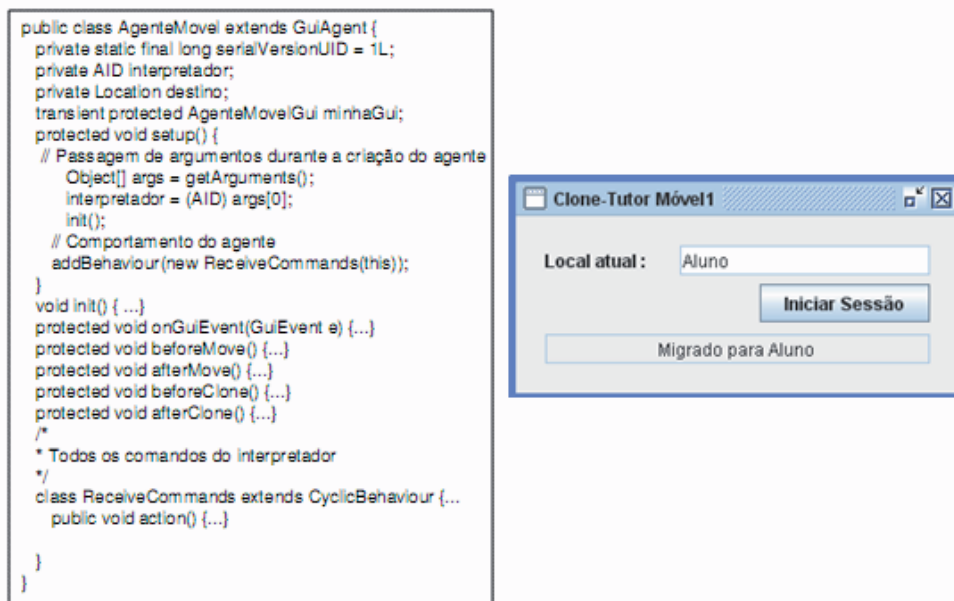


Figura 7. a) Código do Agente Móvel b) Tela para iniciar uma sessão do tutor móvel no computador do aluno.

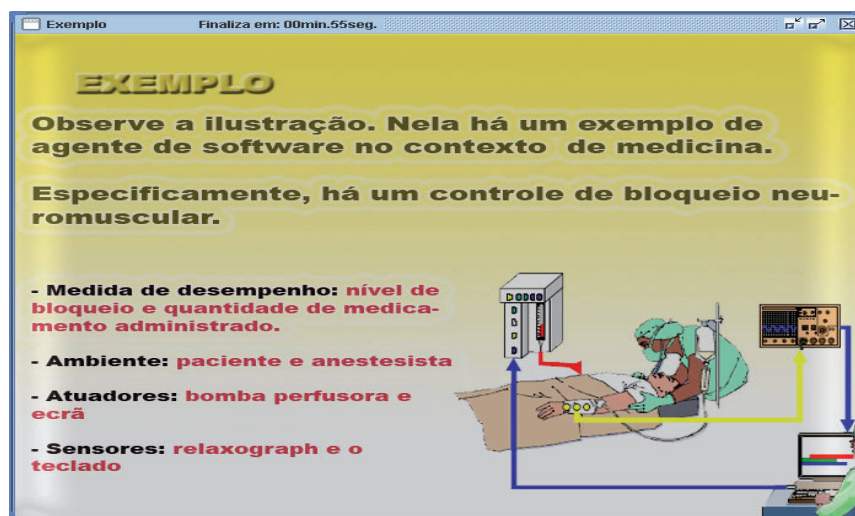


Figura 8. Execução da sessão do tutor móvel mostrando um exemplo de aplicação de agentes de software.

7. Considerações Finais

Neste trabalho, foi apresentado um sistema tutor móvel baseado em agentes móveis, que auxilia o aluno com dificuldades na compreensão do conteúdo apresentado em sessões de ensino on-line para um grupo virtual de alunos. O sistema tutor móvel é ativado em sessões de ensino de um sistema tutor on-line, através de uma tática de assistência personalizada que quando executada, aciona-se a migração do sistema tutor móvel para o computador aluno. Após a migração, o tutor móvel possibilita a realização de sessões de ensino individualizadas no computador do aluno, sem manter a conexão com o sistema tutor on-line. A arquitetura de um sistema tutor móvel é baseada na arquitetura de um sistema portfólio-tutor. Um protótipo do sistema tutor móvel proposto foi

desenvolvido utilizando Java e JADE (Java Agent Development Framework). O sistema tutor móvel deverá ser utilizado em outros domínios, tais como, o ensino de projeto orientado a objetos e o ensino de componentes de software.

Referências bibliográficas

- Aneiba A., Rees S.J. (2004) Mobile Agents Technology and Mobility - Proc. of the 5th Annual Postgraduate Symposium on the Convergence of Telecommunications Networking, and Broadcasting.
- Aridor Y., Lange D. (1998) Agent design patterns: Elements of agent application design. In *Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents*, pages 108–115. ACM Press.
- Cockayne W., Zyda M. (1998) Mobile Agents, Manning Publications Co. USA.
- Fayad, M. E., Schmidt, D. C. and Johnson, E. R. (1999) Building application frameworks: object-oriented foundations of framework design. John Wiley Sons.
- Giraffa, L. M. M. (1999) Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais. 1999. 177p. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, UFRGS.
- Gomes, N. (2002) Sistema de Aula Virtual Adaptável com suporte a Sessões Assíncronas Supervisionadas baseadas em Agentes Móveis. Trabalho de Conclusão de Curso, TCI - Departamento de Tecnologia da Informação – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas.
- Hatzilygeroudis, I. and Prentzas, J. (2004) Knowledge representation requirements for intelligent tutoring systems. 7th International Conference, ITS (Intelligent Tutoring Systems), Proceedings. Springer-Verlag. Maceió, Alagoas.
- Jade (2008) Java Agent Development Framework. <http://jade.tilab.com/>, Jul 2008.
- Lima E. F. A. (2004) Formalização e Análise de Padrões de Projeto para Agentes Móveis. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande – COPIN/DSC. Campina Grande, Paraíba.
- Medeiros, F. N. (2006) Faport: Um framework para sistemas portfólio-tutor baseado em agentes, Dissertação de Mestrado, Modelagem Computacional do Conhecimento. Universidade Federal de Alagoas - Instituto de Computação. Maceió, Alagoas.
- Nascimento, D. M. C. (2002) Um sistema tutor acoplado a um portfólio eletrônico no contexto da educação a distância - Portfólio-Tutor. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande - COPIN/DSC. Campina Grande, Paraíba.
- Silva, A. S. (2000) Tuta - um tutor baseado em agentes no contexto do ensino a distância. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande – COPIN/DSC. Campina Grande, Paraíba.
- Vicari, R. M. and Giraffa, L. M. M. (2003) Fundamentos dos Sistemas Tutores Inteligentes. Capítulo do Livro: Sociedades Artificiais, páginas 155-208, Bookman, Artmed Editora.
- Wenger E. (1987) Artificial Intelligent and Tutoring Systems: Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. California, USA.