
Bernardo - Agente Pedagógico do Sistema Tutor Inteligente Aplicado a Neurofisiologia

Janice Inês Deters¹, Alisson Oldoni², Anita Maria da Rocha Fernandes²

¹Instituto de Engenharia Biomédica – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
88.040-900 – Florianópolis – SC – Brasil

jan@ieb.ufsc.br

²Laboratório de Inteligência Aplicada – Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)
Caixa Postal 360 – 88.302-202 – Itajaí – SC – Brasil

{aoldoni,anita.fernandes}@univali.br

Abstract. *Este artigo apresenta o agente pedagógico Bernardo que coabita em um ambiente virtual de Neurofisiologia. O Sistema Tutor de Neurofisiologia é um software que está sendo desenvolvido para estudantes de medicina e áreas afins e pretende auxiliar no processo de ensino aprendizagem dos conteúdos relacionados a Fisiologia. As estratégias do agente estão sendo implementadas em um sistema especialista usando o motor de inferência do CLIPS através do JCLIPS.*

Resumo. *This paper presents the pedagogical agent "Bernardo" that cohabits in a virtual environment about Physiology. The Physiology Tutor System is a software that has been developed to medicine students and similar areas, and intends to help in teaching and learning process about the contents related to Physiology. The agent's strategies have been implemented in an expert system using CLIPS inference engine by JCLIPS.*

1. Introdução

Dos métodos de apresentação de conteúdo e ambientes de Ensino a Distância (EaD) existentes atualmente na Internet, o Sistema Tutor Inteligente (STI) entra com a utilização de recursos de Inteligência Artificial (IA) para tentar cada vez mais assemelhar-se a um ambiente real de ensino. Porém, observa-se também que os STI clássicos, de uma forma geral, se caracterizam por utilizar uma única estratégia para o ensino do aluno possuindo assim pouca versatilidade em seu comportamento pedagógico, sem proporcionar uma adaptação dinâmica (em nível de estratégias) às características individuais de aprendizagem de cada aluno [Giraffa e Goulart 2001]. Sendo assim constata-se o uso cada vez maior de agentes para o desenvolvimento de STI, criando um novo paradigma diferente do clássico.

Neste artigo é apresentado o agente pedagógico animado denominado Bernardo, que está inserido no STI de Neurofisiologia. O Sistema Tutor de Neurofisiologia é um software desenvolvido para estudantes de medicina ou áreas afins e pretende auxiliar no processo de ensino e aprendizado dos conteúdos relacionados à Fisiologia. Além da

tecnologia de STI o ambiente se utiliza de Realidade Virtual, chats, fóruns de discussão e um conjunto estruturado de recursos hipermídia que contém animações, vídeos, áudio, simulações e hipertexto. Proporcionando um ambiente de aprendizado interativo, atrativo, amigável e estimulando a comunicação entre os usuários (alunos) e com professor. A função do agente pedagógico neste ambiente será de tutor, ou seja, monitorar e incentivar o aprendizado do aluno, guiá-lo no ambiente, selecionar estratégias de ensino segundo modelos específicos.

As estratégias do agente pedagógico animado Bernardo estão sendo implementadas em um Sistema especialista usando o motor de inferência do software CLIPS (*Language Integrated Production System*) desenvolvido pela NASA, através do JCLIPS.

3. Sistemas Tutores Inteligentes

Os sistemas tutores inteligentes constituem uma classe de sistemas de inteligência artificial (IA) que atuam como auxiliares no processo aprendizagem. Segundo Giraffa (1999), a utilização de técnicas IA, no projeto e desenvolvimento de ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados, tem se tornado objeto de muita investigação por parte dos pesquisadores da área de Informática Aplicada à Educação, devido a suas potencialidades.

São sistemas que, interagindo com o aluno, modificam suas bases de conhecimento, percebem as intervenções do aluno, possuem a capacidade de aprender e adaptar as estratégias de ensino de acordo com o desempenho do aluno. Caracteriza-se, principalmente, por construir um Modelo Cognitivo do Aluno, através da interação e da formulação e comprovação de hipóteses sobre o conhecimento do aluno e a situação atual [Vicari 1990].

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) têm como principal objetivo realizar a tarefa de ensino de um dado conteúdo (domínio) na forma mais adaptada às necessidades individuais do aluno. De acordo com Vicari e Giraffa (2003), estes sistemas se baseiam em uma arquitetura composta basicamente por: Módulo do aluno: onde são armazenadas/modeladas as características individuais do aluno; Módulo tutor: possui o conhecimento sobre as estratégias e táticas para selecioná-las em função das características do aluno; Módulo do domínio: detêm o conhecimento sobre a matéria no formato regras de produção, estereótipos, etc; Interface: faz a intermediação da interação entre o tutor e o alunos

3.1 Agentes Pedagógicos Inteligentes

Segundo Giraffa (1999), agentes pedagógicos são aqueles utilizados em sistemas que utilizam o paradigma de agentes desenvolvidos para fins educacionais, tendo como objetivo auxiliar os estudantes no processo de ensino-aprendizagem, fornecendo uma melhor interação e dinamismo para os ambientes.

Numa tentativa de construir um sistema que possa tomar decisões sobre o que ensinar ao aluno, tem-se utilizado Agentes pedagógicos animados, pois, para que um

sistema seja pedagogicamente competente, deve ser capaz de negociar suas decisões com o aluno e não apenas impô-las [Nunes, 2002].

Eles são considerados personagens vivos que coabitam o ambiente de ensino, ampliando a comunicação num tutorial, incrementando habilidades, prendendo a atenção e motivando o aluno. Essa interação cria um ambiente de feedback interativo e dinâmico [Nunes, 2002]. O feedback poderá ser verbal ou não-verbal para influenciar o aluno. O feedback não-verbal ocorre através de expressões faciais, gestos (linguagem corporal). Já o feedback verbal se dá através de mensagens.

A inserção de um agente pedagógico animado em um ambiente educacional é de fundamental importância. Primeiro, devido ao fato do agente ser responsável pelo feedback entre o ambiente e o aluno durante a interação. Segundo, por tornar a comunicação mais eficaz, acompanhar o desempenho e exercer uma função que lhe é peculiar, guiar o usuário. Finalmente, porque proporciona um diálogo mais agradável, divertido e estimulante, permitindo assim um ganho de qualidade sob o ponto pedagógico.

Um agente de interface pedagógico observa e monitora as ações tomadas pelo usuário na interface (como se fosse um agente humano “olhando sobre o ombro do usuário”), ensina novos “atalhos” e sugere novas formas de realizar tarefas [Nwana 1996]. Além disso, o agente se comporta como um assistente pessoal autônomo, que coopera com o usuário na realização de tarefas do software. Seu comportamento pode ser visto na Figura 1.

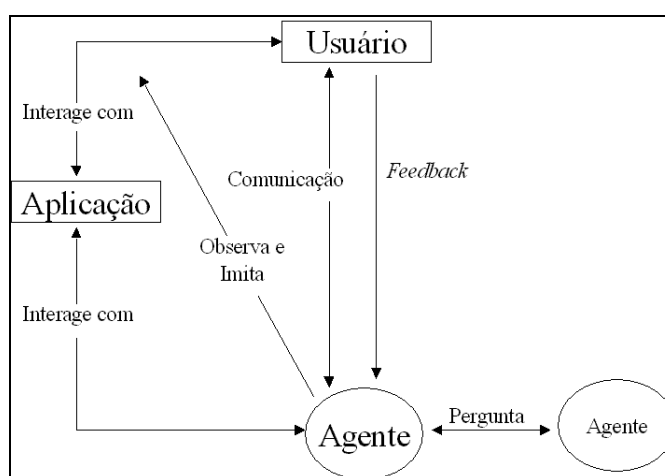


Figura 1. Estrutura de funcionamento dos agentes de interface

4. Sistema Tutor Inteligente de Neurofisiologia

O Sistema Tutor de Neurofisiologia é um software de ensino aprendizagem que conta com a intervenção do agente pedagógico Bernardo. O objetivo do STI em questão, é facilitar a aprendizagem de conteúdos da fisiologia especificamente de neurofisiologia. A ferramenta destina-se a estudante e profissionais da área da saúde bem como o público em geral. O principal motivador da concepção do sistema é a ausência de STI com o conteúdo elaborado na língua portuguesa. Além disso, o ensino fisiologia requer um vasto material didático, com ilustrações, exemplos práticos, animações e experimentos que estão contidos em único sistema.

O STI oferece acesso aos conteúdos relacionados à neurofisiologia (Figura 2). Os conteúdos foram organizados e elaborados em forma de tópicos. Para cada tópico o sistema habilita a visualização dos seguintes itens:

- **Mão na Massa:** É laboratório virtual onde aluno realizará experimentos pertinentes ao conteúdo para “fortalecer” o aprendizado deste. O aluno entrará em um laboratório virtual (desenvolvido em 3D), onde ele poderá explorar o ambiente, manipular os objetos, realizar os seus experimentos, acessar informações, interagir virtualmente com outros usuários. Além disto, o aluno se familiarizará com procedimentos e rotinas laboratoriais similares adotados em um laboratório real.
- **Correlação-Clínica:** é uma aplicação clínica do conteúdo, com o intuito de o aluno criar relações entre a teoria e a prática clínica.
- **História:** Será exibida a contextualização histórica do tópico selecionado.
- **Auto-Avaliação:** é o ambiente onde será avaliado o conhecimento assimilado pelo aluno. O objetivo é detectar as deficiências e prover alternativas para saná-las.

The screenshot shows the 'Saúde+Educação' interface. At the top, there is a navigation bar with icons for 'Inicial', 'Boletim', 'Glossário', 'Chat', 'Fórum', 'Ajuda', and 'Sair'. Below this, the user is logged in as 'Raquel Queiroz' and the current topic is 'Bioeletrogênese e Potenciais Neurais'. The main content area is titled 'Tutorial de FISILOGIA 1 - Neurofisiologia' and has a sub-section 'Homeostase'. There are five tabs: 'Conteúdo', 'Histórico', 'Correlação Clínica', 'Mão na massa', and 'Auto avaliação'. The 'Conteúdo' tab is selected, showing a list of topics: 'O que é Homeostase', 'Sistemas de Controle', and 'Compartimentos'. The main text under 'O que é HOMEOSTASE?' reads: 'Em 1865, Claude Bernard propôs, a partir de UMA VASTA QUANTIDADE DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL (ver História), a idéia de que a estabilidade relativa das características químicas e físicas do MEIO INTERNO (do francês, milieu intérieur) é condição essencial para a vida de organismos multicelulares.' Below the text is a diagram showing a human figure, an arteriole, a venule, a blood capillary, and an intracellular compartment, illustrating the relationship between the external environment and the internal cellular environment.

Figura 2 – Interface gráfica Sistema Tutor de Neurofisiologia

Além das opções apresentadas acima o STI de Neurofisiologia conta com um “Glossário” onde o aluno tem acesso ao significado de termos. Esta opção foi introduzida no sistema devido a infinidade de termos técnicos que o conteúdo é composto; A “Ajuda”, pode ser acionada a qualquer momento pelo aluno, nela constam informações de como utilizar o ambiente. As informações da ajuda serão exibidas por um agente de interface. Outro elemento disponível é o Chat. O objetivo do *chat* é possibilitar a comunicação simultânea de todos os usuários do ambiente, permitindo que o aluno tire suas dúvidas com os demais colegas ou com o professor da disciplina. O

“Fórum” se destina a criar discussões em torno de algum tema mediado pelo professor. A outra opção disponível é o “Boletim”, o boletim poderá ser acessado tanto pelo aluno para verificar o seu desempenho como também pelo professor que poderá visualizar o desempenho de uma turma ou de um aluno específico. Tendo disponíveis os seguintes dados: Nome do aluno, e-mail, desempenho, itens acessados e tempo de acesso.

Os alunos serão monitorados pelo tutor. O agente pedagógico fornecerá o *feedback* ao aluno através de dicas, expressões faciais, sugerindo o acesso dos itens anteriormente descritos. Além disso, uma das estratégias do agente é estimular o aluno a trocar informações com os demais usuários do ambiente através do *Chat*.

Quanto às tecnologias e ferramentas escolhidas para o desenvolvimento do STI foram escolhidas ferramentas de uso livre, como linguagem Java (Sun 2006), com a linguagem de *Script JSP (Java Server Pages)* e o *framework JSF (Java Server Faces)* para seu desenvolvimento.

5. Concepção do Agente Pedagógico

A concepção do agente pedagógico Bernardo foi dividido em duas etapas: concepção visual e concepção funcional, as quais serão descritas a seguir.

5.1 Concepção Visual

Para a modelagem e implementação da personagem que compõe o agente proposto “Bernardo”, foram realizadas algumas entrevistas e pesquisas, resultando nas seguintes características:

- Ser o mais próximo da realidade, do sexo feminino ou masculino, de corpo inteiro e proporcional ao tamanho da interface.
- Possuir expressões faciais dos mais variados sentimentos como alegria, admiração, tristeza, entre outros; expressando emoções de acordo com o momento, não interrompendo o usuário em seu aprendizado com intervenção escrita ou falada.
- Interagir com o usuário, mudando de postura e face sutilmente, entrando em ação e mudando de posturas de acordo com a situação.
- Falar e escrever, usando balões de texto e/ou recursos de som. Gesticular, mover-se no ambiente. Ter reações diversas para não tornar a interação com usuário, monótona. Por exemplo, usar a comunicação escrita num primeiro contato, na segunda abordagem dar um sorriso, dicas, etc.

Além das diretrizes apresentadas anteriormente, o personagem “Bernardo” foi idealizado tendo como base os seguintes objetivos visuais: passar a imagem de um pesquisador; ter características físicas semelhantes às características dos brasileiros; ser simpático e prender a atenção do usuário; usar roupas alegres e jovens. Foram utilizados traços arredondados, semelhantes aos de *cartoon*, dando ao agente uma fisionomia jovial. O contorno dos membros reafirma essa proposta, juntamente com o uso de cores vivas em suas vestimentas, que são trocadas de acordo com a situação (figura 3).



Figura 3 – Características Visuais do Agente Bernardo

5.2 Concepção Funcional

O agente Bernardo estará inserido no STI, com o objetivo de auxiliar no processo de aprendizado dos conteúdos de neurofisiologia. As estratégias de ensino serão aplicadas pelo agente de acordo com o perfil do aluno. Sendo a principal estratégia mediar o conhecimento, com sugestão dos tópicos e itens do tutorial a serem acessados pelo aluno. Além disso, o agente se utiliza de expressões faciais (alegria, tristeza, desapontamento), dicas, mensagens de alerta e motivação.

Das técnicas existentes para raciocínio do agente, optou-se pelo Sistemas Especialistas (SE), pois a idéia de orientação vinda do agente vai se basear em algumas várias observações feitas, tais como “o aluno já visitou a correlação clínica?”. Estas regras são do tipo “se <condição envolvendo fatos> então”, o que se encaixa no perfil da técnica de regras do sistema especialista.

Em caso de desempenho baixo do aluno na auto-avaliação, o agente pedagógico apresentará alternativas ao aluno com intuito de reforçar o estudo dos conteúdos. Se o aluno não tiver acessado o conteúdo correspondente a um tópico a primeira estratégia do agente é encaminhá-lo para a leitura dos conteúdos. Caso o aluno tenha acessado todo o conteúdo mesmo assim o seu desempenho ficar baixo, a segunda estratégia usada pelo agente será de sugerir o acesso a item “mão na massa”. Caso o aluno tenha acessado o “conteúdo”, a “mão na massa” e mesmo assim o seu desempenho tenha sido baixo o agente irá sugerir que o mesmo acesse a “correlação clínica”. O sistema estará registrando as questões respondidas, o desempenho, tempo de acesso e itens acessados, sendo que os usos dos itens (Mão na Massa, Correlação Clínica e História) também são considerados.

5.2.1 Escolha da Ferramenta de Sistema Especialista

Para validação e verificação destas regras no sistema, é necessário um motor de verificação de regras de sistema especialista. Tais ferramentas são softwares que combinam fatos e regras de modos diversos, embutem uma máquina de inferência específica, assim como uma representação própria de conhecimento, e permite a construção de sistemas especialistas que utilizem a sua representação de conhecimento e máquina de inferência [Moura e Cruz 2001].

A escolha da ferramenta a ser utilizada se deu através de estudo de alguns softwares disponíveis no mercado compatíveis com o STI. Inicialmente foram escolhidas: CLIPS (C Language Integrated Production System) [Riley 2004], WebCLIPS (Web C Language Integrated Production System) [Giordano 2003], JCLIPS (CLIPS for Java) [Menken 2005] e JESS (Java Expert System Shell) [Jess 2006] e as análises consideraram a compatibilidade das ferramentas com a linguagem Java e o fato de serem ou não de uso livre levando em conta licenças como, por exemplo, GNU (GNU is Not Unix) ou GPL (General Public License).

A ferramenta escolhida para o desenvolvimento do agente foi o JCLIPS. Sendo como motivo de escolha a portabilidade com Java e também por ser um software livre. Este é um dos pontos fortes do JCLIPS em relação a concorrentes diretos em Java, como o JESS, que é pago.

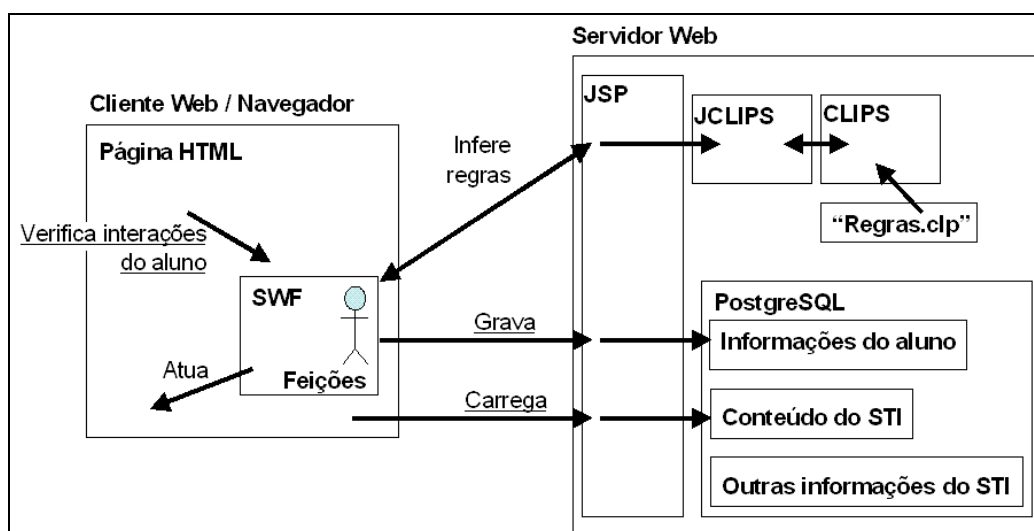


Figura 4. A arquitetura do agente Bernardo

A interação do usuário com o STI pode ser capturada através de *scripts* em Javascript embutidos no HTML enviado ao cliente, linguagem esta que se integra facilmente com a linguagem dos arquivos SWF, o *Actionscript*. O agente acessará o JCLIPS e a Base de Dados para descobrir qual deverá ser a sua atuação. A Figura 4 mostra a estrutura funcional do agente com os demais componentes do sistema.

Conclusão

A contribuição desta pesquisa é o desenvolvimento de um ambiente de ensino/aprendizagem usando ferramentas *open source* e utilizando realidade virtual para tornar agradável a comunicação entre os “estudantes” e o professor. Para testar o sistema, atualmente está sendo desenvolvido o conteúdo instrucional sobre homeostase. A equipe de criação de conteúdo é composta por pessoas das áreas de ciência da computação design e saúde. O conteúdo está sendo preparado de maneira a contemplar no futuro o conceito de inteligências múltiplas.

Quando o ambiente estiver com o conteúdo de homeostase totalmente concluído, serão feitos testes de com dois grupos distintos de alunos: um grupo referente aos acadêmicos do curso de medicina da Universidade Federal de Santa Catarina que

possuem a disciplina de Fisiologia em seus currículos e um outro grupo com os alunos do Curso de Pós Graduação em Engenharia Biomédica que possuem a disciplina de Fisiologia como obrigatória. O teste buscará avaliar o sistema quanto ao aspecto ergonômico, bem como em relação à aceitação de uma ferramenta de ensino pelos alunos. Além disto, outro teste será feito com um grupo de alunos para analisar a melhoria do processo de ensino/aprendizagem com o uso do ambiente.

Referências

- Giordano, M. (2003) “CLIPS Interface and sample projects”, <http://clipsinterface.sourceforge.net/WebCLIPS/wchome.htm>, Abril.
- Giraffa, L. M. M. e Goulart, R. R. V. (2001) “Arquiteturas de sistemas tutores inteligentes”, In: Relatório Técnico, Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 32 p. Não consta no texto
- Jess. (2006) “JESS: The expert system shell for the Java platform”, <http://www.jessrules.com/>, Junho.
- Johnson, W. L., Shaw, E. & Ganeshan, R. (1998) Pedagogical Agents on the Web. Proceedings of the Workshop on WWW-based Tutoring, ITS'98, San Antonio, Texas.
- Menken, M. (2005) “JCLIPS: Clips for Java”, <http://www.cs.vu.nl/~mrmenken/jclips/>, Junho.
- Moura, M. F. e Cruz, S. A. B. (2001) “Estudo de expert system shells para o ambiente de diagnose remota”. In: Relatório Técnico, Campinas: Embrapa, 22 p.
- Nunes, M. A. S. N., et. al. (2002) Animated Pedagogical Agent in the Intelligent Virtual Teaching Environment. Interactive Educational Multimedia, No. 4, April.
- Nwana, H. (1996) “Software Agents: An Overview”, In: Knowledge Engineering Review, v. 11, n. 3, p. 1-40, set.
- Pereira, A. S. e Geyer, C. F. R. (1999) “Um Agente para Seleção de Estratégias de Ensino em Ambientes Educacionais na Internet”, In: RITA (Revista de Informática Teórica e Aplicada). Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 89-105, jul.
- Riley, G. (2004) “CLIPS: a tool for building expert systems”, <http://www.ghg.net/clips/CLIPS.html>, Junho.
- Sun. (2006) “Java Server Pages technology”, <http://java.sun.com/products/jsp/>, Junho.
- Vicari R. M.; Giraffa, L. M. M. (2003) Fundamentos dos Sistemas Tutores Inteligentes. In: BARONE, D. (org). Sociedades artificiais: a nova fronteira da inteligência das máquinas. Porto Alegre: Bookman, 2003. ISBN: 85-363-0124-4.
- Vicari, R. M. (1990) Um Tutor Inteligente para a programação em Lógica: idealização, projeto e desenvolvimento. Tese (Doutorado em Ciência da Computação). Universidade de Coimbra, Coimbra.