

Uma Abordagem Sobre Aplicação de Sistemas Tutores Inteligentes na Educação

Samanta Machado dos Santos, Elio Lovisi (orientador).

Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC

Faculdade de Ciência da Computação – “Facies”

{samanta_machado}@yahoo.com.br

{eliolovisi@}@nextwave.com.br

Resumo: Propõe-se com este artigo fazer algumas definições e aplicações da Inteligência Artificial na educação utilizando o Sistema de Tutores Inteligentes, detalhado mais as ferramentas utilizadas pela IA para o desenvolvimento de softwares educativos, dando ênfase a Sistemas de Tutores Inteligentes, descrevendo suas características, metodologias base de implementação e etc. Assim estará contribuindo para uma possível implementação de um STI.

1 Introdução

“A Inteligência Artificial possui dois lados, um deles o da ciência que visa estudar e compreender o fenômeno da inteligência e o outro da engenharia que procura desenvolver ferramentas para auxiliar a inteligência humana, tendo como objetivo utilizar as faculdades de pensar, de raciocinar e compreender para auxiliar na tomada de decisões, procurando para isso utilizar os princípios da inteligência humana”. [1]

O uso da informática no processo de ensino-aprendizagem tem sido de grande importância nas últimas duas décadas, tanto para os alunos quanto para os professores. Os *softwares* educativos transformam o ambiente de estudo, deixando os alunos mais entusiasmados e mais motivados, auxiliando, e muito, o trabalho do professor, o que era para ser um trabalho exaustivo para ambos tornou-se mais dinâmico e eficaz.

Uma das ferramentas mais poderosas no auxílio do ensino-aprendizagem é o Sistema de Tutores Inteligentes (STI), pois eles procuram não apenas ensinar, mas como ensinar, aprendendo informações relevantes sobre o estudante, proporcionando um aprendizado individualizado. O objetivo dos STI é auxiliar o aluno no processo de ensino-aprendizagem, tornando esse processo mais prazeroso e mais motivante.

No item 2 serão abordados temas relacionados com a História dos STI, Características, Definições e Arquitetura. Logo após, no item 3, será realizado um Estudo de Caso de alguns STI's. No item 4, é abordado as Considerações Relevantes e finalmente, no item 5, as Considerações Finais.

2 Sistema de Tutores Inteligentes

Os Sistemas de Tutores Inteligentes é o que há de mais moderno no que se diz ferramentas pra auxílio do ensino-aprendizagem. Para entendermos melhor essa ferramenta, vermos um pouco de sua história, suas características, suas definições e a sua arquitetura.

2.1 Um pouco de história

O desenvolvimento de softwares voltados para a linha educacional iniciou-se na década de 50, com um sistema denominado CAI – Sistemas de Instruções Assistidas por Computador, influenciado pelas teorias psicológicas Behavioristas, segundo Gavidia, *apud* Skinner, 1958 [2]. A Figura 1 mostra a evolução desses sistemas até os STI's, de acordo com Jorge Gavidia e Leila de Andrade [2].

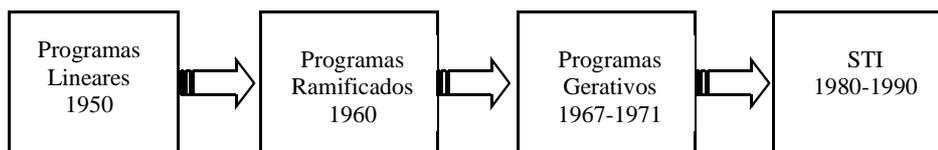


Figura 1: Evolução dos sistemas de ensino utilizando computador.

Na década de 50 surgiu o primeiro sistema CAI que seguia o modelo dos Programas Lineares, ou seja, nenhum fator podia mudar a ordem de ensino estabelecida na sua criação pelo programador.

Logo após, na década de 60, surgiu os sistemas CAI que seguia o modelo dos Programas Ramificados. Eram semelhantes aos programas lineares, mas se diferenciavam na maneira de avaliar a resposta do usuário, pois utilizavam à técnica

Pattern-matching, que permitia tratar as respostas do aluno como aceitáveis ou parcialmente aceitáveis, ao contrário dos programas lineares.

Nos anos 70 surgiram os primeiros Programas Generativos, capazes de gerar automaticamente parte do material instrucional; temos como exemplo programas de ensino de aritmética onde os números eram gerados aleatoriamente e as operações resolvidas automaticamente, comparando a solução com a resposta do aluno. O ponto fraco estava no fato de o programa não poder ajudar ao aluno em compreender “como” obter a solução correta, sabia informá-lo apenas se sua resposta estava correta ou não.

Em geral, o que pode se dizer dos sistemas CAI que é que eles apenas apresentavam o conteúdo ao aluno; o aluno por sua vez, absorvia este conteúdo e respondia as questões estabelecidas pelo software.

Os CAI's fugiam do seu objetivo principal, que era estimular o aprendizado do aluno frente ao software. O aluno simplesmente seguia uma seqüência de passos finitos sem estimular o seu raciocínio.

Logo, viu-se a necessidade de inserir a idéia de “inteligência” a estes sistemas. A partir de então, técnicas de Inteligência Artificial foram inseridas no desenvolvimento de softwares educacionais, surgindo então os ICAI, os primeiros sistemas que possuíam algum grau de inteligência. Agora sim, o sistema poderia se adaptar ao nível de conhecimento do aluno e com seu modo de aprendizagem.

Os STI surgiram a partir da idéia de tentar de encontrar falhas nos sistemas CAI que utilizam o modelo gerativo aplicando-se técnicas da IA e Psicologia Cognitiva (já que o STI é um campo de pesquisa e desenvolvimento interdisciplinar), dando origem aos ICAI (Instruções Assistidas por Computador Inteligentes). Na Figura 2 verificam-se as áreas e os domínios envolvidos entre CAI e ICAI, segundo Costa, *apud* Kearsley, 1987 [3].

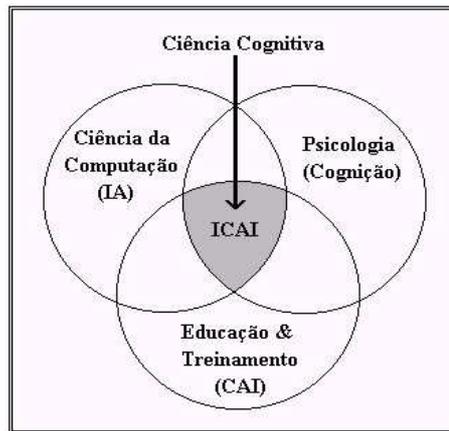


Figura 2: União da IA com a Psicologia Cognitiva.

Posteriormente, mais precisamente, no ano de 1982, Sleeman e Brown criaram o termo de Sistemas Tutores Inteligentes (*Intelligent Tutoring Systems*), para descrever os sistemas ICAI e distingui-los dos sistemas CAI antecessores. A Tabela 1 mostra quais são as principais diferenças entre os sistemas CAI e um STI, de acordo com Giraffa [4].

Aspecto	CAI	STI
Origem	Educação	Ciência da Computação
Bases Teóricas	Skinner (Behaviorista)	Psicologia Cognitivista
Estruturação e Funções	Uma única estrutura algorítmicamente pré-definida, onde o aluno não influi na sequenciação.	Estrutura subdividida em módulos cuja sequenciação se dá em função das respostas dos alunos.
Estruturação do Conhecimento	Algorítmica	Heurística
Modelagem do Aluno	Avaliam a última resposta.	Tentam avaliar todas as respostas do aluno durante a interação.
Modalidades	Tutorial exercício e prática, simulação e jogos educativos.	Socrático, ambiente Interativo diálogo bidirecional e guia

Tabela 1: CAI x STI.

A Tabela acima, mostra que realmente os STI's vieram para modificar a realidade dos softwares educacionais baseado em novas teorias e utilizando novas tecnologias.

2.2 Definições e Características

Segundo Costa, *apud* Woolf, 1988 [3] define-se Sistema Tutores Inteligentes (STI), como “sistemas que modelam o ensino, a aprendizagem, a comunicação e o domínio do conhecimento” e que eles “devem modelar e raciocinar sobre o domínio do conhecimento do especialista e o entendimento do estudante sobre este domínio”.

De acordo com Konzen, *apud* Hall, 1990, os sistemas tutores inteligentes são uma composição de diversas disciplinas como psicologia, ciência cognitiva e inteligência artificial. O objetivo principal desses sistemas é a modelagem e representação do conhecimento especialista humano para auxiliar o estudante através de um processo interativo. De modo geral, um STI deve saber o que ensinar (conteúdo de domínio), como ensinar (estratégias instrutivas) e ainda ser capaz de aprender informações pertinentes ao usuário/aprendiz [5].

Segundo Lustosa, *apud* Jonassen, 1993, o modelo de um STI deve passar em três testes antes de ser considerado "inteligente" [6]:

1. O conteúdo, do tema ou especialidade, deve ser codificado de modo que o sistema possa acessar as informações, fazer inferências ou resolver problemas;
2. O sistema deve ser capaz de avaliar a aquisição deste conhecimento pelo estudante e
3. As estratégias tutoriais devem ser projetadas para reduzir a discrepância entre o conhecimento do especialista e o conhecimento do estudante.

As características mais importantes de um STI segundo Gavidia, *apud* Urretavizcaya, p. 5-12, 2001 são [2]:

1. O conhecimento do domínio está restrito e claramente articulado;
2. Possuem conhecimento do aluno que lhes permite dirigir e adaptar o ensino;
3. A seqüência do ensino não esta predeterminada pelo designer instrucional;
4. Realizam processos de diagnóstico mais adaptados ao aluno e mais detalhados e
5. A comunicação Tutor-Aluno melhora, permitindo que o aluno realize perguntas ao tutor.

2.3 Arquitetura Clássica de um STI

O objetivo dos STI é criar um aprendizado individualizado para cada aluno de forma lembrar o comportamento de um professor real. A Figura 3 ilustrará arquitetura básica de um STI, segundo Costa, *apud* Kaplan, 1955 [3].

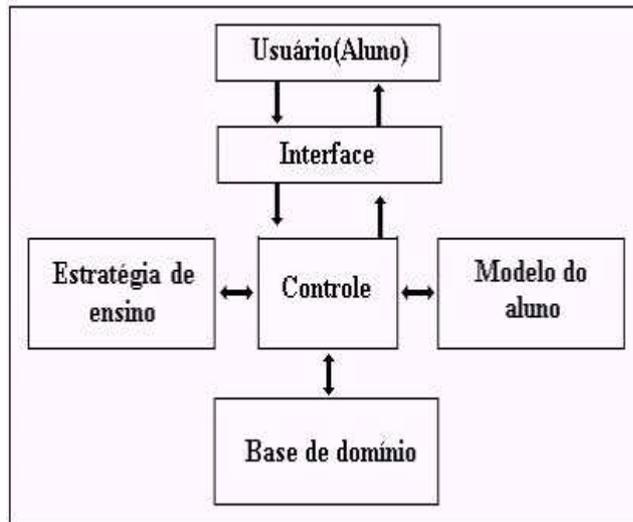


Figura 3: Arquitetura básica de um STI [3]

Estes sistemas se baseiam em uma arquitetura composta basicamente por quatro componentes. A arquitetura básica de STI (Figura 3) tem quatro componentes:

1. **Modelo do aluno:** neste módulo estão armazenadas/modeladas as características individuais do aluno.
2. **Modelo do tutor:** controla a representação do conhecimento instrucional para selecionar e sequenciar o assunto a ser apresentado; é capaz de responder ao aluno sobre tópicos importantes e conteúdo e possui estratégias para determinar quando o estudante necessita de ajuda e fornecer a ajuda necessária.
3. **Modelo do Domínio:** neste módulo está representado/armazenado todo o conhecimento que o sistema tem sobre um determinado assunto. As principais decisões tomadas neste módulo são como adquirir o conhecimento e como o mesmo ficará armazenado (ou representado), sendo estes os atuais assuntos de pesquisa nesta área.
4. **Modelo da Interface:** a interface entre o Sistema Tutor Inteligente e o estudante/usuário do mundo real.

De acordo com Pozzebon, *apud* Mcarthur, 1993, o desenvolvimento de um STI tipicamente incorpora a especialidade em ao menos uma dessas áreas (modelos), mas comumente no modelo sobre a matéria a ser ensinada (modelo do especialista ou domínio). A transferência de conhecimento ocorre como um processo de comunicação de duas vias, que se torna possível através da interface com o estudante [7].

3 Estudo de caso dos STI existentes

Segundo Marczak, *apud* Giraffa, 2002, em situação de aula presencial, quando o estudante consegue interagir com colegas e professores, ele tem a oportunidade de ter um retorno que permite o entendimento de seus erros. Entretanto, trazer todo este contexto para um ambiente computadorizado de suporte ao processo de ensino-aprendizagem é uma tarefa complexa. Vai requerer a modelagem dos conteúdos associada à metodologia na forma de problemas com graus de complexidade e um conjunto crescente de estratégias e táticas de ensino para auxiliar o aluno a entender a sua solução. E, que permita o entendimento do erro, quando ele ocorrer [14].

Como já foi dito, os STI's têm como objetivo simular o comportamento real realizado pelo professor. No entanto, uma das maiores preocupações dos pesquisadores da área é a interação do STI com o aluno, considerando que um STI tradicional é baseado num estilo rígido de interação, significa que o sistema detém sempre o controle da mesma, segundo Marczak, *apud* Santos, 2001 [14].

Uma das formas encontradas para amenizar este problema é a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial Distribuída, a qual trás sua contribuição com a utilização de agentes inteligentes. A abordagem de agentes inteligentes em STI possibilita interações mais naturais e mais próximas entre alunos e o sistema tutor, onde a iniciativa da interação é normalmente compartilhada entre o sistema e o aluno de acordo com Marczak, *apud* Santos, 2001 [14].

Hoje em dia, as pesquisas sobre STI's preocupam-se na construção de ambientes que possibilitem o aprendizado colaborativo. Neste contexto a utilização de agentes inteligentes possibilita o desenvolvimento de diferentes raciocínios e integração de várias ações para alcançar um aprendizado mais efetivo, segundo Marczak, *apud* Santos, 2001 [14]. Além do mais, os agentes inteligentes possuem vantagens em relação às arquiteturas tradicionais dos STI's, pois proporcionam uma maior flexibilidade no

tratamento dos elementos que compõem o sistema. Uma vez que vários agentes podem ser agrupados para representar um componente de um STI.

Neste tópico será feito um estudo de caso de alguns ambientes inteligentes escolhidos como base de estudo deste trabalho de conclusão de curso. A escolha dos sistemas apresentados se dá por suas características; dentre elas o uso de agentes ou alguma outra técnica de IA, na modelagem/implementação do ambiente, visto, que, muitos dos sistemas de tutores inteligentes são desenvolvidos utilizando-se de técnicas de IA, para suprir algumas deficiências que mesmos possuem. São eles: AME-A, SEI e ELM-Art.

3.1 AME-A

Segundo Bica, *apud* D'Amico, 1999 [8], AME-A é um ambiente multiagente de ensino-aprendizagem, no qual se propõe o estudo e o desenvolvimento de um sistema educacional interativo para o ensino à distância. A proposta é o ensino genérico e adaptável às características psicopedagógicas do aprendiz. A Figura 4 mostra o ambiente utilizado pelo sistema AME-A, de acordo Bica, *apud* Cheong, 1996 [8].

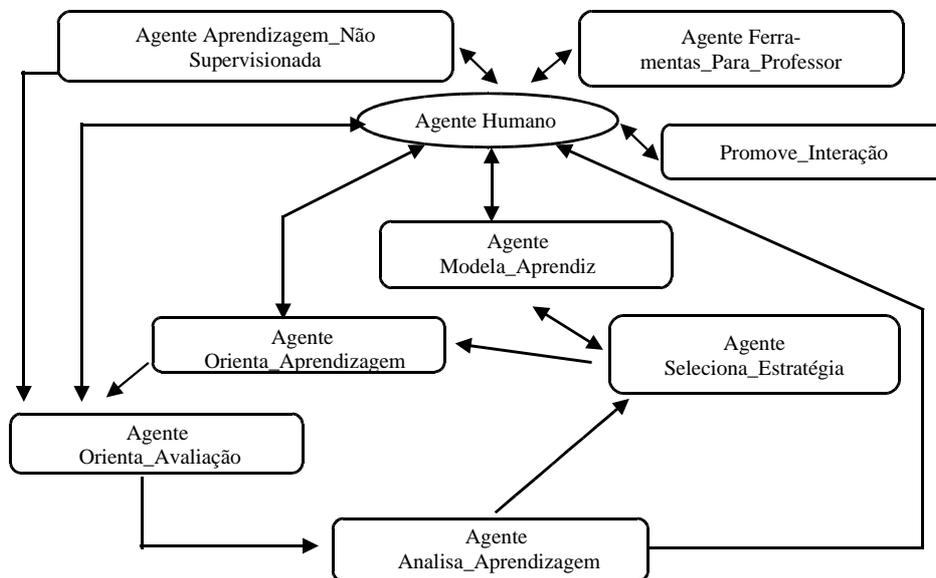


Figura 4: Ambiente A-MEA

Percebe-se que a arquitetura do ambiente AME-A é totalmente baseado em agentes. Diferenciando-se da arquitetura proposta basicamente pelos STI's.

As características principais do sistema são a aprendizagem dinâmica e a aprendizagem estática. A aprendizagem estática corresponde à primeira interação do aprendiz com o ambiente, onde o agente modela o aprendiz conforme suas características afetivas, motivação e nível de conhecimento. A aprendizagem dinâmica ocorre durante a interação, quando é validado o modelo de aluno e estratégias pedagógicas em vigor.

Este ambiente utiliza a abordagem de sistemas multiagentes. Cada agente trabalha concorrentemente, realizando suas tarefas e trocando mensagens entre si, com o intuito de que o aprendiz atinja uma aprendizagem efetiva.

Quanto a sua implementação usou-se a linguagem JAVA para manter a independência de plataforma e o acesso através do WWW. Para armazenar o conhecimento, um banco de dados foi definido em um servidor, permitindo o acesso dos diversos seguimentos da nossa comunidade.

3.2 SEI

O sistema SEI (Sistema de Ensino Inteligente), segundo Fischer, *apud* Tedesco, 1997 [9], é um STI voltado para o ensino de Introdução à Computação implementado na linguagem JAVA, composto por uma sociedade de agentes. Além dos agentes, o SEI também conta com duas Bases de Conhecimento: Modelo do Estudante e Modelo do Domínio. A arquitetura do ambiente segundo Fischer, *apud* Tedesco, 1997 [9], apresenta:

- **Base de Conhecimento Modelo do Estudante:** armazena informações relativas ao aluno corrente, na forma de *frames*, que são inicializados de acordo com um questionário inicial e são atualizados a cada passo de interação.
- **Base de Conhecimento Modelo do Domínio:** armazena o conteúdo do curso.
- **Agente Comunicador:** trata das informações da interface e da comunicação do sistema com o mundo externo. Parte do agente Comunicador é implementada com um recurso avançado da linguagem Java chamado Servlets. Estes são programas Java que podem rodar num servidor tendo um comportamento bem característico. Isso permite que o Comunicador atue de forma a monitorar qualquer evento que ocorra na interface. [10]

- **Agente Controlador:** gerencia a troca de informações entre os vários agentes do SEI. Os agentes se comunicam através da troca de mensagens **KQML** (*Knowledge Query and Manipulation Language*);
- **Agente Estudante:** manipula informações relacionadas aos alunos e determina o perfil do aluno corrente, baseado nas informações contidas no *Modelo Estudante*.
- **Agente de Domínio:** recupera informações do *Modelo do Domínio*, conforme solicitado pelo *Controlador* e avalia as respostas do aluno aos exercícios propostos, auxiliando assim a determinar o desempenho e o perfil do aluno corrente;
- **Agente Tutor:** toma decisões pedagógicas do SEI, determinando o que o SEI vai ensinar, como e quando o fará. Outra tarefa importante deste agente é determinar as estratégias de resposta do aluno.

A organização dos componentes do sistema, com cada agente e as bases de conhecimentos, é representada na Figura 5, segundo Abreu [10]:

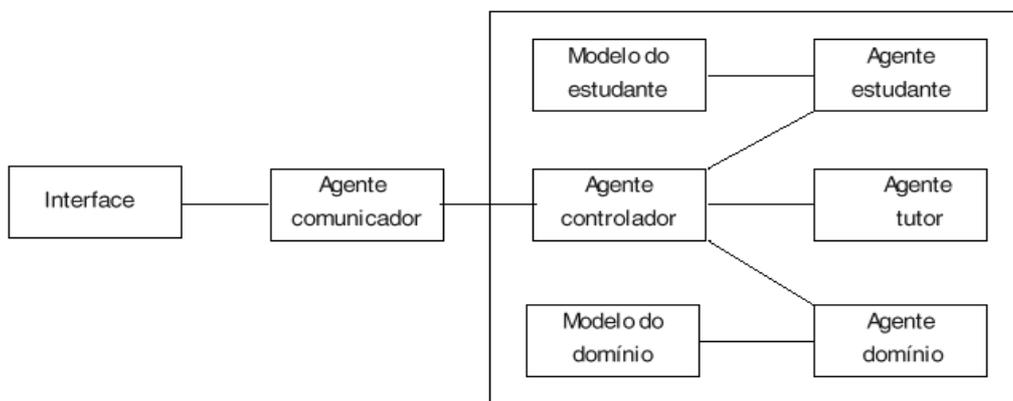


Figura 5: Componente do SEI

Vale dizer que o Agente Comunicador é o responsável pela comunicação entre o usuário e o sistema. Ele apresenta os dados na interface e capta as ações do usuário. Essas ações são levadas ao agente Controlador que as reconhece e decide o que fazer, ou melhor, que agente chamar para tratá-las. A interface gráfica do sistema é feita em HTML (linguagem de hipertexto utilizada pelas páginas da Web). Cada tela é montada dinamicamente pelo agente Comunicador e apresentada num browser para o usuário.

Conteúdo e formato de cada tela depende de quem é o aluno do momento. O Tutor, sabendo quem é seu aluno, se baseia em inúmeras características do aluno para definir a estratégia da tela a ser apresentada, como preferências, histórico do progresso, últimos resultados nos exercícios, tipos de telas que fizeram o aluno mais ativo, etc. A Figura 6, segundo Abreu [10], apresenta algumas telas do sistema montadas pelo agente.



Figura 6: Exemplos de tela montadas pelo Agente Comunicador

As setas apontam para uma nova tela criada a partir da interação do usuário com a tela atual.

3.3 ELM-ART

De acordo com Alessandro Reis [11], o projeto ELM-ART (*Adaptive Remote Tutor*) é um curso completo da linguagem de programação LISP, tendo recebido prêmio de melhor software do ano. Este STI é on-line, via Internet, ou seja, não é necessário fazer download, evitando assim os problemas de instalação. Esse tipo de tutor se enquadra no que dizemos Sistemas Hipermídia Adaptativo, pois ele engloba características dos STI e características da Hipermídia, sendo assim, ele suporta todos os modos de aprendizado, desde aquele controlado pelo sistema até aquele controlado pelo estudante. Este sistema é dividido em pequenas subseções associadas com conceitos a

serem estudados. Todas as interações do estudante são registradas em um modelo individual do aluno.

O ELM possui ainda uma sala de conversação entre os alunos, e uma linha direta, via e-mail, com os tutores humanos. Um mecanismo semelhante a uma sinaleira de trânsito para a visualização de links, é adotado para a navegação adaptativa, ou seja, links com símbolos em verde são recomendáveis o acesso pelo aluno, em amarelo tem alguma importância e em vermelho não interessa o acesso. Um ponto negativo seria a possibilidade do aluno se perder no hiperespaço devido à poluição oriunda do excesso de links. Veja abaixo as Figuras 7, 8 e 9 do ELM-ART.

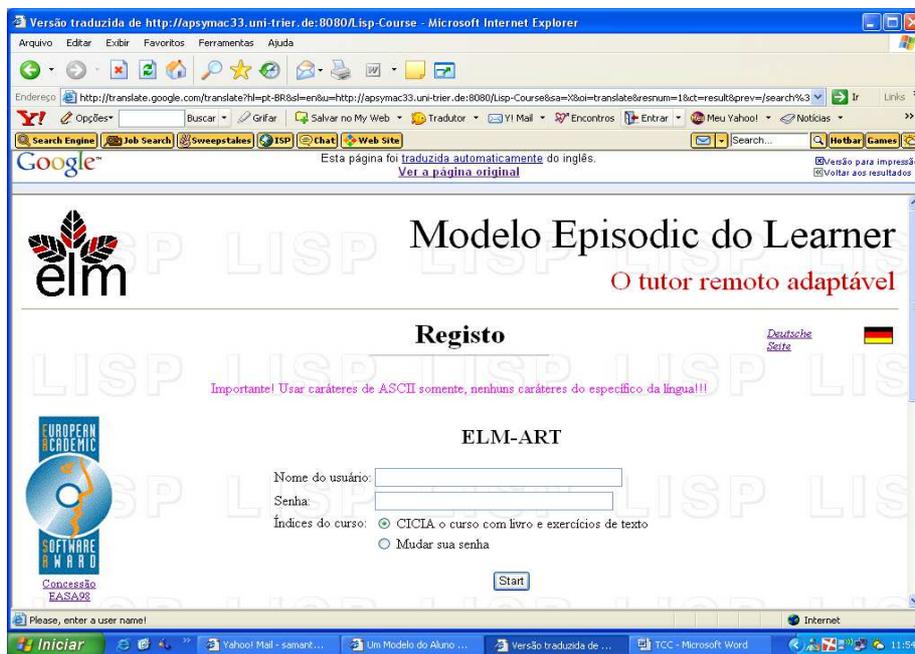


Figura 7: Página de login

A Figura 7 mostrada acima, ilustra a página inicial do sistema ELM-Art, é nesta página que o usuário se inscreve pra o curso de Lisp.

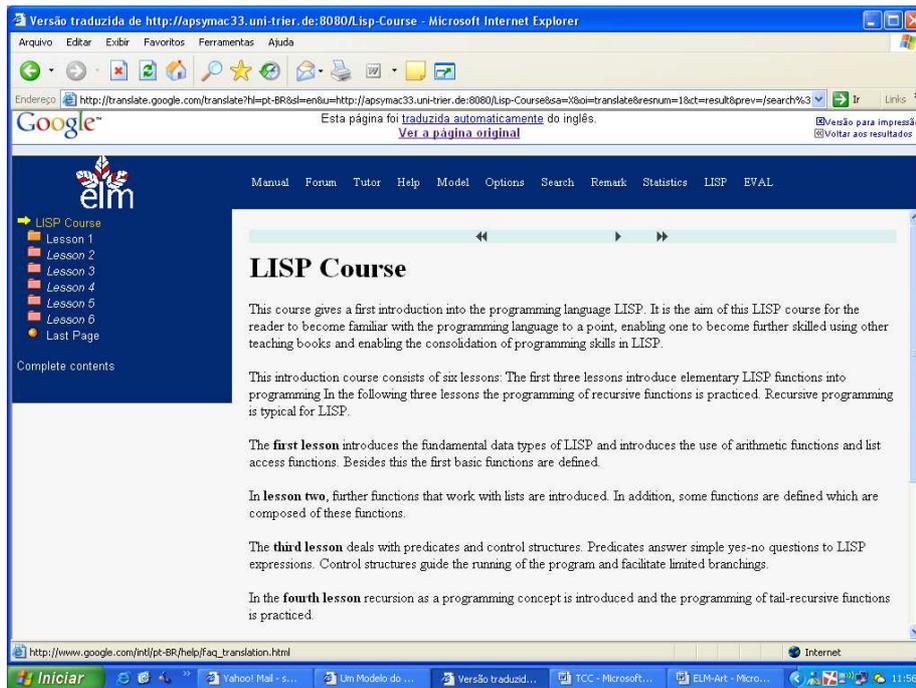


Figura 8: Início do Curso

Já nesta página, Figura 8, o usuário inicia o curso de Lisp, que vai se desenrolando até a última lição, que é de forma seqüencial.

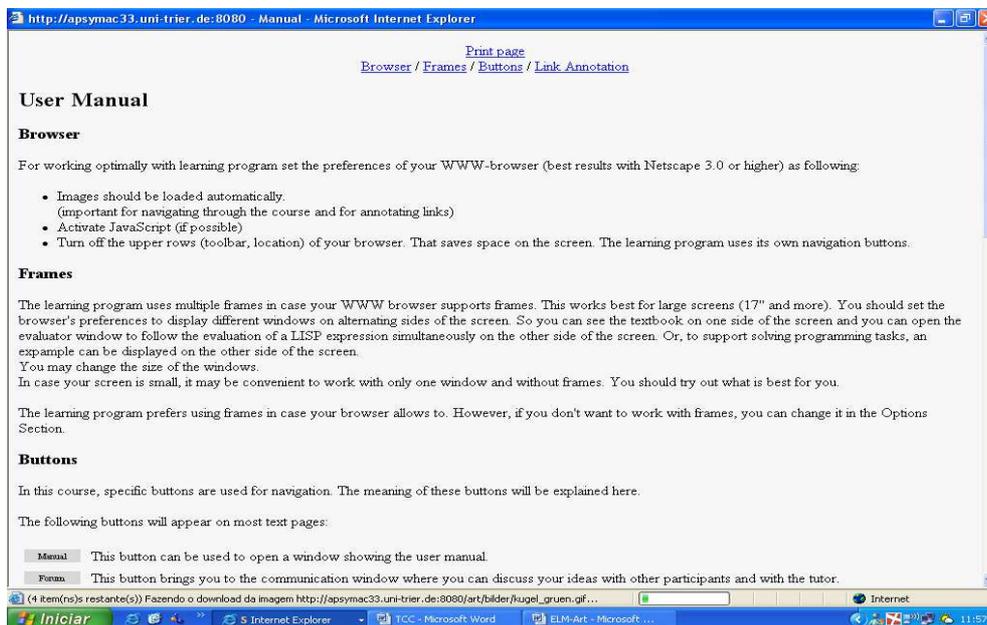


Figura 9: Manual do usuário

A Figura 9, ilustrada acima, mostra uma possibilidade que o usuário tem que conhecer o sistema e de se orientar, podendo utilizar o Manual do usuário que está disponível durante o curso.

O usuário tem várias outras opções pra navegar durante o curso, como por exemplo, o sistema ELM-Art possui *links* de lista de discussões, para procurar palavras chaves sobre o sistema etc.

4 Considerações Relevantes

A utilização de agentes inteligentes na modelagem de STI e em ambientes educacionais voltados para Web é recente. A definição que melhor se adapta ao sistema multiagente utilizado para a construção de um STI, de Frigo, *apud* Jennings, 1994 é: “Um agente é um sistema computacional, posicionado em algum ambiente, que é capaz de agir com autonomia flexível visando atingir os objetivos para o qual foi projetado” [12]. Existem vários tipos de agentes, mas o estilo que se enquadra no nosso caso é o agente cognitivo.

Segundo Frigo, *apud* Bittencourt, 1998, agentes cognitivos são baseados em organizações sociais humanas como grupos, hierarquias e mercados. Os agentes possuem uma representação explícita do ambiente e dos outros agentes, dispõem de memória, e por isto são capazes de planejar ações futuras. Agentes cognitivos podem comunicar-se entre si diretamente, isto é, seus sistemas de percepção e de comunicação são distintos, o que não acontece nos reativos. Normalmente estão em pequena quantidade no sistema e são de média ou alta complexidade [12].

Os sistemas multiagentes têm mostrado um potencial bastante adequado ao desenvolvimento de sistemas de ensino, devido ao fato de a natureza do problema de ensino e aprendizagem ser mais facilmente resolvido de forma cooperativa.

Quando se utiliza na modelagem de STI a tecnologia de agentes inteligentes, cada agente passa a ser um módulo de acordo com a sua especialidade, sendo assim, a arquitetura básica de um STI, se modificada de acordo com o número de agentes utilizados. Vamos fazer uma breve comparação entre os STI's apresentados anteriormente, para que o leitor possa entender melhor.

4.1 – Sobre o AME-A

- É um STI voltado para a Web;
- Implementado utilizando JAVA;
- Sua organização é totalmente feita em agentes, onde cada agente desempenha uma determinada função e

- Quanto à interface gráfica, não foi encontrado nenhum dado, mas deduz-se que tenha sido feito em HTML.

4.2 – Sobre o SEI

- É um STI, voltado, também, para a Web;
- Implementado utilizando JAVA;
- Sua organização é composta por uma sociedade de agentes e duas bases de conhecimentos, Modelo do Estudante e Modelo do Domínio;
- A interface gráfica é feita em HTML e
- A troca de mensagens entre os agentes é realizada através da linguagem **KQML**.

4.3 – Sobre o ELM-ART

- É um STI voltado para Web;
- Este tutor se enquadra no que dizemos SHA, pois possui características de um STI e de um SH e
- A implementação foi baseado no servidor em hipermídia LISP, nomeado CL-HTTP, o qual é um servidor HTTP implementado em LISP que oferece uma interface CGI para acesso às URLs. Para que o servidor responda é necessário que esta esteja associada a uma função de resposta também implementada em LISP.

Com a abordagem realizada anteriormente, vimos que quase todos os STI's apresentados utilizam a linguagem Java para a sua implementação. Isso é uma tendência já que a maioria dos STI's estão sendo desenvolvidos voltados para a Web, pois, sabe-se que essa linguagem oferece maior portabilidade. A maioria dos STI's analisados para o desenvolvimento desse artigo, utilizam, também, a tecnologia de agente inteligentes, pois estes, oferecem maior flexibilidade ao sistema deixando o mesmo mais próximo do aprendiz e menos rígido, quanto a modelagem de sua arquitetura.

O que se pode perceber é que a única diferença entre os STI's apresentados acima, seria referente à sua forma de organização, à sua arquitetura, já que existem várias formas de se organizar um tutor, pois eles têm utilizado diferentes tecnologias da Inteligência Artificial.

5 Considerações finais

Este artigo teve como intuito fazer um estudo sobre uma técnica da Inteligência Artificial que está sendo muito utilizada na área da Educação, que é o Sistema de Tutores Inteligentes.

A Inteligência Artificial tem sido utilizada na educação no processo de ensino-aprendizagem, como um auxílio ao aluno. Os STI's não preenchem as lacunas que o ensino tradicional deixa, mas servem como um estímulo à aprendizagem. A utilização de STI na área da educação foi um recurso proposto para motivar o aluno no processo de aprendizagem, pois este sistema prende a atenção do aluno, testa seus conhecimentos; é como se fosse realmente um professor.

Vimos também que o uso dos STI não se restringe somente ao ambiente universitário. Essa ferramenta tem sido utilizada muito no ensino a distância, onde os alunos podem obter conhecimento não necessitando de estar presente em salas da aula. Muitas universidades têm adotado esse método.

“A qualidade e performance dos STI's já obtiveram muitos avanços, mas ainda são necessários muitos estudos e novas propostas para se alcançar um STI verdadeiramente, inteligente, capaz de adaptar-se ao usuário (aluno) e oferecer a ele o recurso pedagógico que se adapte as suas características, crenças e desejos. Para tanto é necessário uma evolução, não somente na área tecnológica, mas também na pedagogia e na psicologia cognitiva, já que os STI estão baseados na mesma” [13].

Sugere-se como trabalhos futuros a implementação de um STI ou mesmo uma modelagem de algum STI.

6 Referências

[1] REVISTA DO CCEI - **Centro de Ciências da Economia e Informática**. Volume 8 Número 13. MARÇO 2004

[2] GAVIDIA, Jorge Juan, ANDRADE, Leila Cristina. **Sistemas Tutores Inteligentes**. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/~ines/courses/cos740/leila/cos740/STImono.pdf>. Capturado em: 15/03/2006.

- [3] COSTA, Macário. **Sistema Tutores Inteligentes**. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/MacarioMaterial/Sti.htm>. Capturado em: 01/04/2006.
- [4] GIRAFFA, Lúcia Maria Martins. **Fundamentos de Sistemas Tutores Inteligentes**. Disponível em: <http://www.inf.pucrs.br/~giraffa/ia/iaedu.html>. Capturado em 20/04/2006.
- [5] KONZEN, A.A., **Uma estratégia de ensino híbrida para sistemas tutores inteligentes**. Disponível em: http://www.inf.pucrs.br/~andrea/download/Artigo_CTIC.pdf. Capturado em 01/04/2006.
- [5] LUSTOSA, Volney Gadelha. **O Estado da Arte em Inteligência Artificial**. Disponível em: http://www.ricesu.com.br/colabora/n8/artigos/n_8/pdf/id_03.pdf. Capturado em 10/04/2006.
- [7] POZZEBON, Eliane, BARRETO, Jorge Muniz. **Inteligência Artificial no ensino com Tutores Inteligentes**. Disponível em: <http://www.das.ufsc.br/~eliane/artigos/pozzebon021.pdf>. Capturado em: 10/04/2006.
- [8] BICA, Francine. **Eletrotutor III - Uma Abordagem Multiagente para o Ensino à Distância**. Disponível em: http://www.educacao.gov.br/seed/paped/Projetos_txt/fcapes.doc. Capturado em 13/06/2006.
- [9] FISCHER, Maria. Estudo de Requisitos para um Software Educativo de Apoio ao ensino da Introdução à Computação. Disponível em: <http://www.ime.br/dcc/posgrad/teses/MariaFischer.pdf>. Capturado em 04/06/06.
- [10] ABREU, Bruno Loureiro; JUNIOR, Carlos Alberto. **SEI – Sistema de Ensino Inteligente**. Disponível em <http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2002e1/cientificos/SEI-SistemadeEnsinoInteligente.pdf>. Capturado em 23/06/06.
- [11] REIS, Alessandro. Um Modelo do Aluno Adaptativo para Sistemas na Web. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/pos/SemanaAcademica/Semana2000/AlessandroReis/>. Capturado em: 05/06/2006
- [12] FRIGO, Luciana Bolan; BITTENCOURT, Eliane Pozzebon. **O Papel dos Agentes Inteligentes nos Sistemas Tutores Inteligentes**. Disponível em <http://www.inf.ufsc.br/~l3c/artigos/frigo04a.pdf>. Capturado em 19/06/06.
- [13] JESUS, Andréia. **Sistema Tutores Inteligentes – Uma Visão Geral**. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/resi/edicao03/artigo06.pdf>. Capturado em: 19/06/06.
- [14] MARCZAK, Sabrina dos Santos; GIRAFFA, Lúcia M.M. **Ambiente Inteligentes para Suporte ao Ensino de Programação**. Disponível em: <http://www.pucrs.br/inf/pos/tr/tr028.pdf>. Capturado em: 19/06/06.