

PERSONALIZAÇÃO DIDÁTICA EM SISTEMA TUTOR INTELIGENTE CONEXIONISTA

Wesley Rodrigues Miranda, Francisco Ramos de Melo, Noeli Antônia Pimentel Vaz

wesley.miranda@outlook.com, francisco.melo@ueg.br, noeli@ueg.br

Universidade Estadual de Goiás – CCET – Sistemas de Informação - Anápolis – GO

RESUMO - A personalização do processo de aprendizagem conta com apoio dos Sistemas Tutores Inteligentes Conexionistas (STI) como tecnologia educacional integrada aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Nesses ambientes a baixa sincronia entre os agentes do processo educacional formado pela tríade (tutor, conteúdo e estudante) é um fator que pode prejudicar a aprendizagem e abstração do conhecimento. Dessa forma, estratégias docentes de ensino, são acopladas aos sistemas tutores buscando a personalização do ensino mais próxima ao perfil individual dos estudantes. Tal propósito foi possível alcançar por meio de estudos científicos e aplicação das técnicas computacionais de Inteligência Artificial ao desenvolvimento de STI. Este artigo contextualiza o processo educacional em ambientes virtuais, assim como a aplicação da organização de conteúdos didáticos multiníveis. Foi realizado nesta pesquisa por meio do estudo de um modelo formal de STI, o desenvolvimento de códigos para modelagem de dados, sendo possível a obtenção de trajetórias didáticas de estudantes do ensino superior personalizadas pelo mecanismo inteligente de tutoria. O resultado da observação aleatória e análise das trajetórias didáticas tanto no estudo personalizado (navegação guiada), quanto no livre (sem intervenção do sistema) apresentaram elementos importantes no desenvolvimento dessa modalidade de sistemas.

Palavras-Chave – Sistema Tutor Inteligente, Ambiente Virtual de Aprendizagem, Educação a Distância, Tecnologia Educacional, Inteligência Artificial.

PERSONALIZED EDUCATIONAL PATH IN INTELLIGENT TUTORING CONNECTIONIST SYSTEM

ABSTRACT – The personalization of the learning process has the support of Intelligent Tutoring Systems connectionist as an integrated educational technology the Virtual Learning Environments. In these environments the low synchrony between the agents of the educational process made the triad (tutor, content and student), it is a factor that can damage the learning and abstraction of knowledge by the student. In this way, teaching strategies as methods of evaluation and organization of multilevel content, are coupled to tutoring systems seeking to customize the nearest

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

school to the individual student profile. This purpose was achieved through scientific studies and application of computational techniques of Artificial Intelligence to the development of ITS. These systems support the educational process in the school modality of Distance Learning in virtual environments. This paper contextualize the educational process in virtual environments, and the use organization of multi-level educational content. However, through the study of a formal model of ITS and development codes for data modeling. It was possible to obtain the educational trajectories of higher education students customized by intelligent tutoring mechanism. The result of random observation and analysis of educational trajectories both personalized study (guided tour), as the free (without system intervention), presented important elements to the discussion about the improvement in the educational process.

KEYWORDS – Intelligent Tutoring Systems, Virtual Learning Environment, Distance Education, Information Technology in Educational, Artificial Intelligence.

I. INTRODUÇÃO

A evolução do conhecimento proporcionou avanços no desenvolvimento de tecnologias da informação, contribuindo com a melhoria do processo educacional composto nos ambientes virtuais e presenciais pela tríade: estudante, professor e conteúdo. Nesse contexto, técnicas e mecanismos computacionais de Inteligência Artificial (IA) foram aplicadas ao desenvolvimento de tecnologias educacionais, dando origem aos Sistemas Tutores Inteligentes (STI). Esses sistemas personalizam e conduzem o processo de aprendizagem por meio das ações, reações e perfil dos estudantes (MELO, 2012). Contudo, os componentes básicos do processo educacional na modalidade a distância enfrentam um problema: baixa sincronia entre estudante, tutor e conteúdo durante a interação.

Para contribuir com a personalização reativa de conteúdo didáticos, Melo (2012) formalizou em seu sistema uma maneira automatizada de apresentação de conteúdos didáticos, promovida de acordo com o perfil psicológico do estudante, proporcionada pela identificação feita por uma Rede Neural Artificial (RNA). O trabalho formalizado por Melo (2012) foi complementado por Vaz (2013), que testou a aplicação do método das diferenças finitas buscando maior exatidão na personalização e navegação do estudante nos cursos e níveis disponíveis na plataforma, sendo o objeto de estudo nos experimentos realizados nesta pesquisa. Por meio do desenvolvimento de rotinas no banco de dados do sistema, obteve-se as trajetórias didáticas de estudantes em conteúdos apresentados pelo STI para análise da personalização didática.

Serão apresentados adiante os resultados obtidos e a observação aleatória de trajetórias didáticas personalizadas, tanto na navegação guiada (inteligente) que o sistema realiza, quanto na navegação livre (sem intervenção do sistema). Foi possível ao final do estudo delinear elementos importantes no desenvolvimento que podem contribuir com a sincronia dos agentes no processo

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

educacional em ambientes virtuais. Nas próximas sessões serão apresentados conceitos, estrutura do sistema, metodologia e discussão dos resultados obtidos nos experimentos da pesquisa.

II. PERSONALIZAÇÃO DIDÁTICA EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

A arte de ensinar com base nas ciências é um meio de promover a transmissão de conhecimento, integração e humanização do estudante (MIRANDA, 2014). Este por sua vez é um componente fundamental do processo educacional (professor, estudante e conteúdo), em qualquer forma e modalidade utilizada para promoção da educação nos ambientes presenciais e virtuais. As novas formas e modalidades de educação no mundo globalizado por meio das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), impulsionaram a criação de tecnologias para dar suporte ao processo educacional nas modalidades de ensino presencial e a distância.

Dessa forma, surgiu uma ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem que utiliza o computador como tecnologia inserida ao processo: o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), expressão traduzida do inglês “*Learning Management System*” (LMS). Esse ambiente é desenvolvido para dar suporte a processos de aprendizagem, tanto na modalidade a distância como na presencial. Esses ambientes agrupam em um espaço virtual mídias e recursos existentes na internet, como: fórum, *wiki*, bate-papo, conferências, envio de mensagens, banco de questões, *podcasting* e outras tecnologias (VAZ, 2013). O AVA é um ambiente centrado no aluno, buscando oferecer um espaço dedicado a aprendizagem por meio da organização de conteúdos, conceitos e métodos avaliativos para verificar a efetividade da aprendizagem.

Grandes esforços no desenvolvimento de técnicas computacionais e estratégias pedagógicas eficientes ainda não conseguiram totalmente solucionar um problema existente no processo educacional envolvendo AVA. Tal problema é a baixa sincronia entre os elementos envolvidos no processo de aprendizagem e pode comprometer a aprendizagem do estudante (MELO, 2012). A falta de reatividade, adaptação e personalização do ensino nos ambientes virtuais são os principais fatores que ocasionam a baixa sincronia entre o tutor, estudante e o conteúdo no ensino não presencial do Ensino a Distância (EAD). A carência ocorre no momento que o estudante apresenta uma dúvida e se não for sanada com agilidade e efetividade por meio de uma estratégia pedagógica eficiente, pode prejudicar o processo propiciando falhas no conhecimento assimilado pelo estudante.

Sleeman e Brown em 1982, revisaram o estado da arte nos sistemas educacionais criando os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), separando a nova geração da educação com uso de sistemas inteligentes (GAVIDIA; ANDRADE, 2003). Esses sistemas permitem que o ensino e aprendizagem seja mais efetivo, correto e também mais agradável considerando as individualidades de cada estudante (MELO; MACHADO, 2015). Os sistemas tutores inteligentes, com base em técnicas de Inteligência Artificial (IA), buscam, enquanto propósito, comportamento semelhante ao tutor humano, a partir da capacidade de oferecer ensino adaptativo, reativo, flexível e personalizado

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

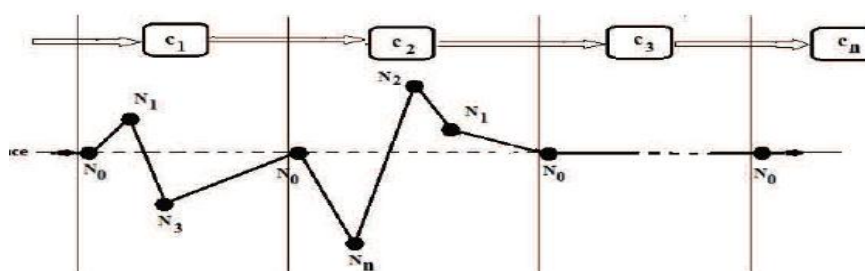
07 a 09 de outubro de 2016

(RISSOLI, 2007). Contudo, a evolução dos sistemas inteligentes aplicados na educação mostra que a utilização estratégias e técnicas computacionais são áreas promissoras no estudo da efetividade da aprendizagem em ambientes virtuais.

III. ORGANIZAÇÃO DE CONTEÚDOS MULTINÍVEL

O aprendizado pressupõe obrigatoriamente um conteúdo a ser estudado, “formado por um conjunto estruturado e organizado de conceitos e ideias sobre o conhecimento a ser transmitido” (MIRANDA, 2014). No modelo de organização de conteúdos multinível há uma base inicial de conteúdo que serve de padrão para a evolução, seguindo uma progressividade na dificuldade os níveis se diferenciam adequando ao grau do estudante constantemente, aumentando a dificuldade ou diminuindo-a em busca de um nivelamento a partir das habilidades do discente (MELO; FLORES; CARVALHO, 2012). Conforme observado na Figura 1, temos a ideia do processo de adaptação, onde “c” é o conteúdo e “n” é o nível de dificuldade encadeado pelo STI, pressupondo uma organização preventiva por parte do docente responsável pela formação da base de dados de conhecimento a serem transmitidos.

Fig. 1: Apresentação de conteúdos adaptativa.



Fonte: Melo, Flores e Carvalho (2012, p.10).

A diferenciação entre níveis de aprendizado leva em consideração a ideia de Vygotsky, psicólogo bielo-russo, de que há uma diferença entre o desenvolvimento educacional real o desenvolvimento educacional potencial, ou seja, que se pode ainda desenvolver (MELO, 2012). O STI oferece a possibilidade de progresso segundo os resultados alcançados pelo aluno considerando suas habilidades simulando um tutor humano, adaptando constantemente e tornando o processo de ensino e aprendizagem mais flexível e eficiente. Isso ocorre por meio de uma eleição automática feita pelo STI em cada conteúdo em estudo partindo sempre da identificação das capacidades do aluno (MACHADO; MELO, 2015).

Portanto, a formalização do conteúdo multinível é aliada ao perfil do estudante e ao padrão de aprendizagem que são identificados pelo sistema de IA. Partindo dessa tríade “é possível estabelecer estratégias para organizar a apresentação personalizada de conteúdos empregando SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

agentes inteligentes” (MELO; FLORES; CARVALHO, 2012).

IV. SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES CONEXIONISTAS

A Inteligência Artificial (IA) é um ramo da ciência da computação que objetiva reproduzir a capacidade humana de raciocinar, de forma que o conhecimento absorvido e adquirido possa ser aplicado em dispositivos e sistemas os tornando inteligentes. Fazendo uma distinção da inteligência no contexto científico, temos a representação de três modelos. O primeiro é o biológico representando o cérebro humano e o processamento de informações. Segundo é o modelo artificial representado por algoritmos computacionais que realizam o processamento digital, numérico e simbólico de dados. Em terceiro temos o computacional, que são algoritmos que desenvolvem o processamento numérico, porém aplicam reconhecimento de padrões e níveis de adaptabilidade e flexibilidade (MELO; MACHADO, 2015).

Com a evolução dos estudos da Inteligência Artificial, a utilização de técnicas facilita tarefas que antes despendiam muito tempo. São técnicas como: algoritmo de busca, sistemas especialistas, redes neurais artificiais (RNA), algoritmo genético e raciocínio baseado em casos. Trabalhos e pesquisas direcionados ao funcionamento da mente humana e o computador digital, vieram antes da definição dos termos de Inteligência Artificial que conhecemos. Nesse contexto, a IA é dividida em duas abordagens: simbólica e conexionista. A abordagem simbólica partiu das pesquisas desenvolvidas durante a década de 50, pelo grupo de Newell e Simon, estabelecida pela simulação de fenômenos mentais, classificados como um conjunto de representações de tipo simbólico, regidas por um conjunto de regras sintáticas (TEIXEIRA, 1998). Em paralelo foi desenvolvida a IA conexionista, uma área que usa técnicas computacionais que modelam de forma individual, o processamento de informações fortemente baseada na estrutura física conhecida dos neurônios e suas ligações ou conexões.

O conjunto de técnicas baseadas em IA se consolida cada vez mais com o surgimento de trabalhos direcionados a aplicações específicas como, por exemplo, os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) aplicados em educação. A técnica que será destacada no foco do presente trabalho é a utilização de Redes Neurais Artificiais (RNA). Esta área de pesquisa se direcionam com base nas RNA para dar suporte ao aprendizado, personalização e direcionamento aos perfis dos estudantes nos ambientes virtuais. A aplicação de agentes inteligentes em apoio ao AVA, levou a criação dos STI. O objetivo principal desses sistemas, é a abstração de um modelo que está centrado no estudante e na interação com o ambiente, visando aumentar o nível de aprendizagem.

Um STI trata se de um software educacional, baseado em um modelo de ensino centrado no

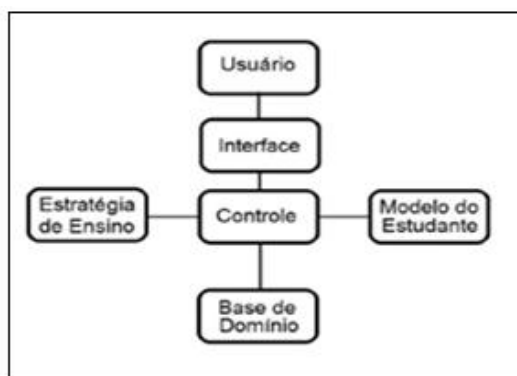
SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

estudante, buscando (i) raciocinar sobre o seu processo de aprendizado; (ii) entender suas necessidades individuais; (iii) fornecer representações alternativas de conteúdos; (vi) possibilitar diferentes caminhos de aprendizagem e formas de interação; além de (v) compreender como a emoção influencia no processo de aprendizagem (OLIVEIRA; PRADO; BITTENCOURT, 2012). Nesse tipo de software o estudante aprende fazendo e, igualmente, o sistema se adapta ao desenvolvimento do estudante.

Desta forma, os STI deveriam assumir um papel próximo ao do professor humano, mas devido às inúmeras limitações, tanto em nível de software, quanto de hardware, isto está longe de acontecer (MELO, 2012). As arquiteturas de STI, segundo Viccari (1996) variam de uma implementação para outra, mas de um contexto geral as abordagens tradicionais e estruturas utilizadas para o desenvolvimento desses sistemas, podem ser baseados conforme o modelo apresentado na Figura 2. O componente que desempenha a função de especialista é formador da base de conhecimento, que compõe o módulo base de domínio no modelo de arquitetura. Segundo Viccari (1996), o modelo do estudante representa a abstração do conhecimento no momento dado do estudo conforme suas habilidades cognitivas e perfil. As estratégias de ensino tratadas no respectivo módulo, compõem o modelo/estratégias pedagógicas que são aplicadas diretamente no planejamento do material instrucional no ambiente. O módulo de controle coordena de forma geral todas as funcionalidades do tutor.

Fig. 2: Arquitetura tradicional de Sistema Tutor Inteligente



Fonte: Viccari (1996).

Conforme observado na concepção de Viccari (1996), a maioria dos modelos são funções programadas para trocas de informações, apresentação de interfaces e orquestração de todos os componentes envolvidos que interagem no contexto geral do funcionamento do sistema tutor

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

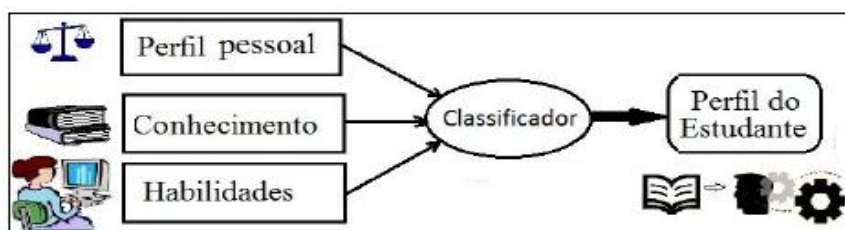
07 a 09 de outubro de 2016

inteligente. Dentre as recentes pesquisas desenvolvidas no contexto de tutoria personalizada, Silva Et. Al (2014) propõe em seu trabalho um STI baseado em Agentes na plataforma MOODLE para Apoio as Atividades Pedagógicas da Universidade Aberta do Piauí. O trabalho apresenta um agente inteligente de perfil capaz de criar uma classificação dos alunos com base na participação dos mesmos no ambiente MOODLE-UAPI, possibilitando aos agentes de desempenho sugerir atividades pedagógicas aos estudantes no ambiente virtual. Também observa se o modelo proposto por Melo (2012) desenvolvido com intuito de promover ensino personalizado, reativo, flexível e individualizado a estudantes nas plataformas virtuais. Este modelo é apresentado na próxima sessão quanto ao seu funcionamento e estrutura. Os elementos formadores do modelo foram a base dos experimentos realizados nesta pesquisa para obtenção dos resultados e observações dos estudantes.

V. MODELO NEURAL POR PADRÕES PROXIMAIS DE APRENDIZAGEM PARA AUTOMAÇÃO PERSONALIZADA DE CONTEÚDOS DIDÁTICOS

A proposta de STI desenvolvida por Melo (2012), Modelo Neural por Padrões Proxiais de Aprendizagem para Automação Personalizada de Conteúdos Didáticos, utiliza RNA como mecanismo para personalizar a apresentação de conteúdos de acordo com o perfil psicológico do estudante. O sistema é composto de introdução, testes iniciais, sequencia de apresentação e testes ao final de cada contexto contendo perguntas e respostas. A introdução apresenta informações gerais sobre o sistema e o assunto a ser apresentado. Após a introdução, são realizados os testes de perfil psicológico, habilidades tecnológicas e conhecimento inicial sobre o assunto. Os testes são realizados por meio de questionários, sendo: teste de perfil psicológico referente as características obtidas a partir de um teste psicológico (Inventários de Tipos de Keirsey), teste de habilidades tecnológicas cujas informações são extraídas por meio de um questionário sobre a situação sociocultural e familiarização com as tecnologias e teste de conhecimento inicial sobre o assunto que contém questões sobre o conteúdo a ser estudado, para estabelecer o padrão de pré conhecimento do conteúdo a ser apresentado. Os resultados dos testes conforme observado na Figura 3, servem de base para classificação do perfil do estudante.

Fig. 3: Estrutura de classificação do perfil do estudante.



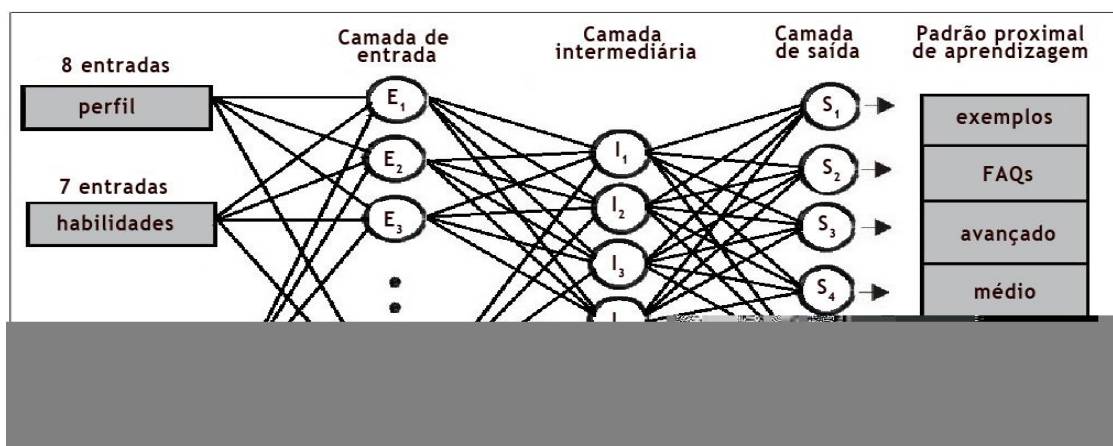
Fonte: Adaptado de Melo (2012).

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

O classificador apresentado na Figura 3, refere-se a RNA representada simbolicamente na Figura 4. Esta por sua vez, classifica o perfil do estudante na camada de entrada e apresenta na saída o padrão proximal de aprendizagem do estudante para apresentação do conteúdo em cada nível disponível no sistema. Esse padrão fica armazenado na memória do sistema como padrão global para apresentação do conteúdo.

Fig. 4: Estrutura de classificação do perfil do estudante.



Fonte: Adaptado Melo (2012).

A RNA foi treinada com base nos padrões extraídos das navegações livres (sem intervenção do STI), ou seja, uma navegação que o estudante está livre para escolher como será seu estudo na plataforma. Além do padrão proximal de aprendizagem gerado pela RNA, o STI utiliza regras simbólicas de especialistas em docência para definir um controle mais preciso com o desempenho local do estudante. As regras simbólicas de especialistas em docência, são reflexo de estratégias utilizadas por docentes em sala de aula, no momento que o estudante apresenta alguma dificuldade, conforme o desempenho apresentado nos diferentes níveis que o conteúdo pode ser definido. Todas essas regras foram acopladas e ao mecanismo de personalização do sistema.

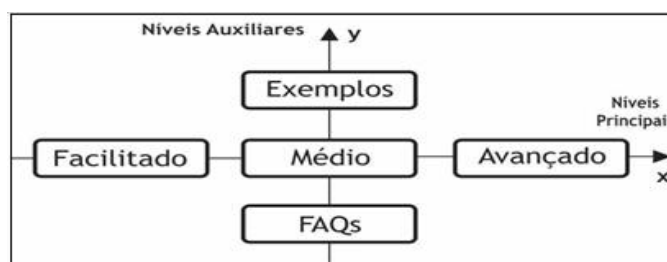
O sistema em seu fluxo de processamento, após a obtenção do padrão proximal de aprendizagem por meio da RNA, inicia a sequência de apresentação do conteúdo a partir do primeiro conceito até o último, cenário definido pelo professor conteudista. A estrutura do curso configurado para testes do modelo proposto por Melo (2012) foi “Introdução à Informática”. Assim,

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

o conteúdo multinível ficou estruturado de 75 textos, sendo 15 conceitos distribuídos em 5 níveis (facilitado, médio, avançado, *FAQs* e exemplos), conforme distribuição do conceito multinível demonstrado na Figura 5. A apresentação de cada conceito é sempre iniciada no nível médio.

Fig. 5: Distribuição do conceito multinível.

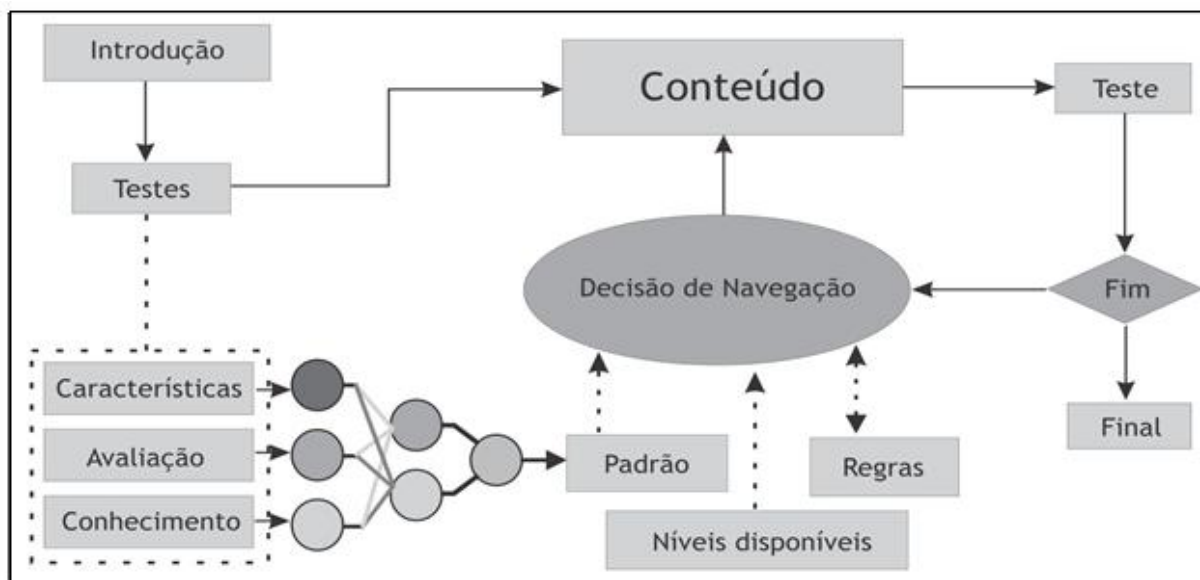


Fonte: Adaptado de Melo (2012).

Em seu trabalho Melo (2012) apresenta no modelo os níveis do STI organizados em um plano bidimensional sendo composto por níveis principais (facilitado, médio e avançado) e auxiliares (exemplos e *FAQs* – *do inglês Frequently Asked Questions* – Perguntas Frequentes). O nível médio permanece na intersecção entre os eixos, definindo o início do estudo em cada conceito a partir do nível médio. A apresentação do conteúdo é organizada em uma combinação de duas sequências: geral e localizada (MELO, 2012). A sequência geral é organizada pelo conteudista que define a ordem de apresentação dos conceitos em uma ordem lógica, estruturando o conteúdo desde o primeiro ao último conceito. Já a localizada é organizada pelo sistema que define quais os níveis serão apresentados e a ordem de apresentação deles de acordo com a sequência geral. A sequência localizada corresponde às ações didáticas do professor diante da reatividade do estudante.

Após a apresentação de todo o conteúdo é realizado um teste final contendo opções ou alternativas de respostas (certa, parcialmente correta, errada e não sei). A navegação entre os níveis do contexto é direcionada pela inteligência do sistema de acordo com as ações do estudante por meio das respostas dadas ao final de cada teste. Na Figura 6 temos a estrutura e fluxo do funcionamento do sistema, conforme elementos já abordados nesta contextualização.

Fig. 6: Modelo Proposto por Melo (2012).



Fonte: Adaptado de Melo (2012).

Assim, temos que a organização da sequência didática sempre se inicia no nível médio. No final da apresentação de cada nível do conceito estudado, o estudante é submetido automaticamente a um teste de retenção desse nível. O sistema realiza posteriormente a resposta do estudante, selecionando a regra docente de indicação local apropriada a situação.

No processo de decisão da navegação inteligente, composta pelo produto da regra docente de indicação local e o padrão global (padrão proximal de aprendizagem), o sistema define o próximo passo na apresentação do conteúdo realizando um sorteio. Este é promovido por meio de sorteio probabilístico do tipo roleta, gerado pelo método de Monte Carlo, para a escolha do próximo nível. Nesta modalidade de decisão as maiores probabilidades têm maior chance de serem escolhidas, porém as probabilidades também podem ser selecionadas (MELO; 2012).

A definição do próximo passo é repetida até a conclusão do conteúdo, este sendo organizado de forma personalizada e reativa ao estudante no STI. Os elementos não detalhados neste trabalho, como questionários psicológicos e/ou maiores informações sobre a formalização matemática do modelo, poderão ser visualizados na tese desenvolvida por Melo (2012). Não foi foco deste trabalho apresentar a formalização matemática do modelo, mas sim o seu funcionamento e organização, sendo objeto de estudo para obtenção dos resultados que serão apresentados nas próximas sessões.

VI. EXPERIMENTOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O modelo de STI conexcionista formalizado por Melo (2012) e complementado por Vaz

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

(2013) foi o objeto de estudo para desenvolvimento desta pesquisa, obtenção e observação dos resultados. As bases de dados contendo as informações de utilização do STI por estudantes do ensino superior, permitiram o desenvolvimento rotinas no banco de dados MySQL® e Access®. As rotinas foram modeladas e executadas via código de programação, resultando no mapeamento e visualização gráfica das trajetórias didáticas de navegação no estudo dos conteúdos por cada estudante no sistema. Esses estudantes compõem o universo de participantes nos testes para validação e formalização do modelo por Melo (2012).

Na comprovação da eficiência do modelo, com maiores detalhes na tese de Melo (2012), temos a navegação livre na qual o estudante decide sem intervenção do sistema o próximo nível na sequência de apresentação do conteúdo, podendo acessar o conteúdo da forma que achar melhor. Essa navegação permitiu a coleta, análise e seleção de dados para o treinamento da Rede Neural Artificial (RNA) do sistema inteligente, a qual gera o padrão proximal de aprendizagem para cada estudante, padrão que compõe o método utilizado para personalizar a trajetória de estudo do estudante. Na navegação inteligente com intervenção do sistema, a decisão do próximo conteúdo a ser apresentado é realizada pelo conjunto de técnicas que foram empregadas na construção do modelo, conforme representação da estrutura e funcionamento apresentados na sessão anterior.

Foram mapeadas por meio da metodologia descrita, 60 trajetórias de navegação nos conteúdos níveis na modalidade livre (sem intervenção do sistema), assim como 39 coletas na navegação inteligente (personalizada pelo sistema), amostras as quais compõem o universo de universo de 99 trajetórias de estudo.

Em seguida, foram selecionadas aleatoriamente para o estudo de caso desta pesquisa 2 casos de estudantes, sendo 1 com trajetória didática de estudo na navegação livre e 1 na navegação inteligente ou guada. Ambos os casos foram observados e analisados quanto ao comportamento e caminho percorrido nos níveis disponíveis do conteúdo no sistema. Dessa forma, por meio da observação do comportamento dos estudantes no estudo com e sem intervenção do STI, as estratégias didáticas do ensino superior (conteúdo multinível e métodos de avaliação) foram contextualizadas de forma a contribuir com o aumento da sincronia entre os agentes do processo educacional em ambientes virtuais. O resultado das observações, análises e discussão serão apresentados na próxima sessão.

A. TRAJETÓRIA DIDÁTICA DO ESTUDANTE NA NAVEGAÇÃO LIVRE DE CONTEÚDOS

O mapeamento das trajetórias didáticas de estudo livre na pesquisa, resultou em dados

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

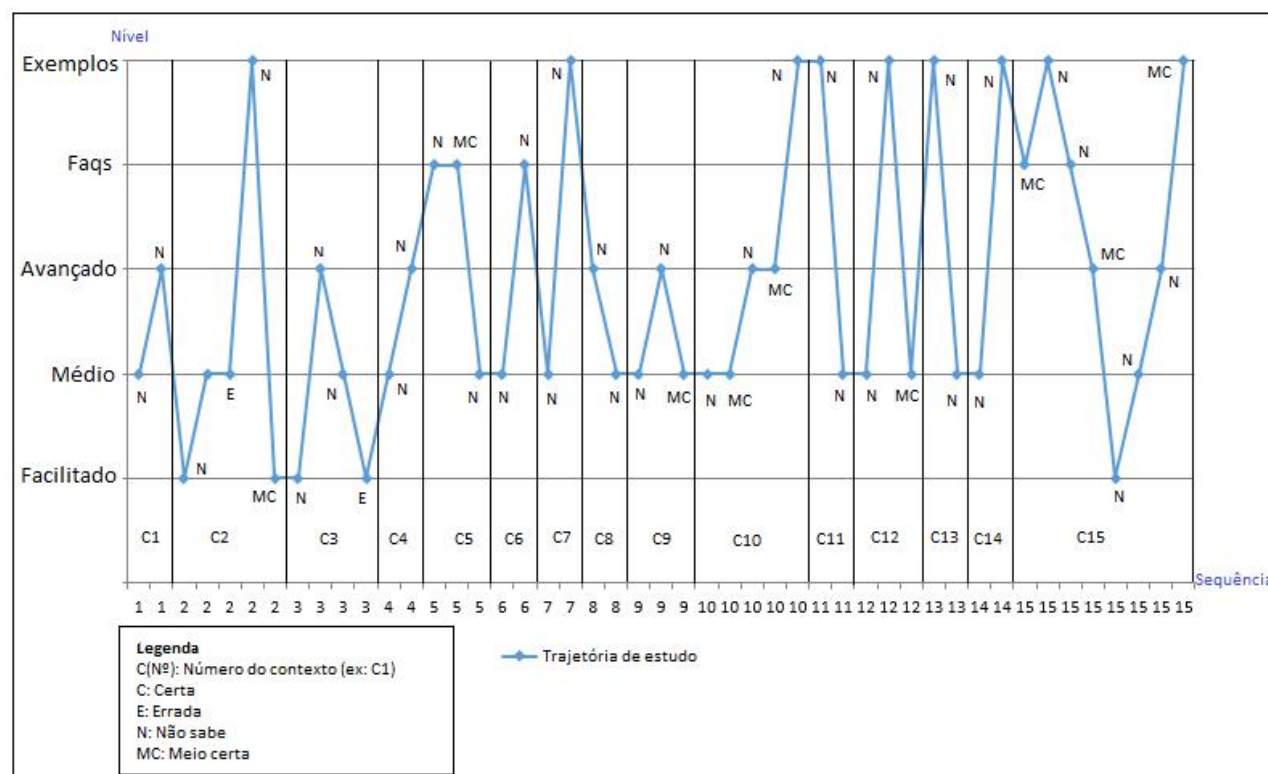
07 a 09 de outubro de 2016

gráficos, permitindo analisar o caminho percorrido pelo estudante nos conteúdos. No comportamento apresentado na Figura 7, não existe nenhuma intervenção do STI, ou seja, o estudante navega livremente nos conteúdos do ambiente virtual. A utilização do sistema pelos estudantes na modalidade livre, viabilizou o treinamento da RNA utilizada na estrutura do sistema, permitindo a navegação inteligente.

Melo (2012) em seu modelo, aplicou o conceito de conteúdo multinível, dividindo o conteúdo (“Introdução à Informática”) em 5 níveis (facilitado, médio, avançado, *FAQs* e exemplos) e 15 contextos ou sequências, totalizando 75 possibilidades de apresentação de conteúdos disponíveis no ambiente para o estudante. Na Figura 7, pode ser observada a trajetória didática de estudo do estudante selecionado aleatoriamente, o qual teve a nota na avaliação inicial ao acessar o sistema de 8,27 e após o estudo dos conteúdos teve uma nota final de 10.

No eixo vertical do gráfico apresentado na Figura 7, temos os níveis de disponíveis no sistema. Já o eixo horizontal representa as sequências ou contextos dos textos que o estudante deve assimilar, cuja estrutura do sistema define em 15 contextos disponíveis. Cada ponto em azul no gráfico é representa uma resposta dada pelo estudante após o estudo e realização do teste. Observa-se ainda, que o estudante apresentou em inúmeros testes a resposta N “Não sabe”, principalmente nos níveis exemplos e médio, mas apresentou após o estudo também, algumas respostas com o tipo MC “Meio certa” em níveis diferentes do conteúdo.

Fig.7: Trajetória didática na navegação livre estudante selecionado.



Fonte: Autores deste trabalho (2016).

Analizamos que em diversos momentos, o estudante apresentou incertezas ao responder aos testes. Isso pode ter ocorrido, devido ao conteúdo estar inadequado ao seu tipo de aprendizagem ou dificuldade individual do estudante com relação ao conteúdo, lembrando que nesta modalidade de navegação, os mecanismos do STI não atuaram na condução da aprendizagem. Dessa forma, na modalidade livre de estudo sem a intervenção do sistema a organização dos conteúdos didáticos e métodos de avaliação imprecisos podem ocasionar falha no estudo por parte do estudante.

B. TRAJETÓRIA DIDÁTICA DO ESTUDANTE NA NAVEGAÇÃO PERSONALIZADA DE CONTEÚDOS

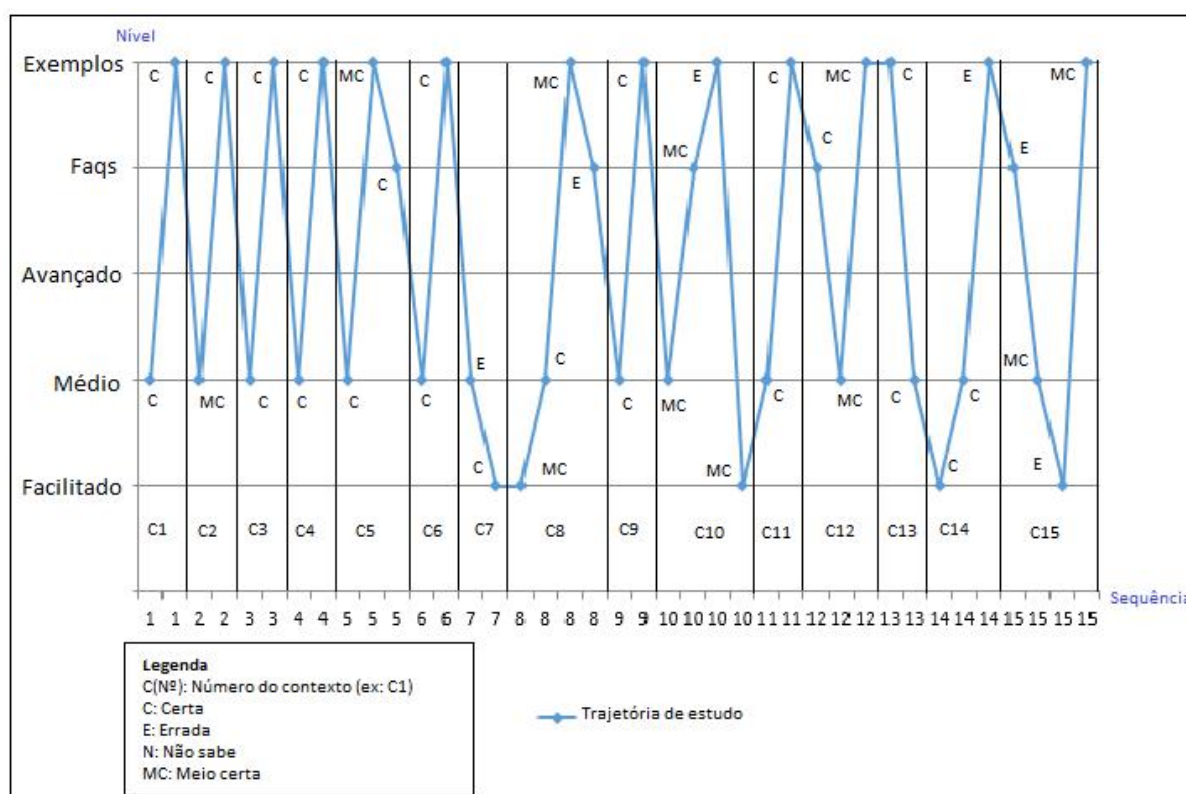
A personalização inteligente utilizada pelo sistema na Figura 8 adiante, é idêntica a estrutura da navegação livre, porém, com intervenção do STI na personalização da trajetória didática nos níveis de conteúdo, durante o estudo no curso de “Introdução à Informática”. Na comparação entre os casos observados anteriormente na navegação livre e os apresentados adiante na navegação inteligente e personalizada, temos uma trajetória didática de estudo mais organizada e coerente, conforme representado na Figura 8. No teste inicial o primeiro estudante na navegação inteligente, teve uma média de 2,56 e após o estudo no ambiente virtual, com a integração do STI obteve uma média final de 7,2.

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

O comportamento do estudante observado abaixo é reflexo da estruturação e mecanismos do sistema, porém acoplado as estratégias didáticas promovem um aprendizado mais efetivo de acordo com o perfil do aluno. As práticas docentes de ensino, envolvendo os métodos de avaliação mais concisos e conteúdos didáticos estruturados dentro da proposta multinível, são fortes aliados para aumentar a eficiência do estudo nos ambientes virtuais. Com um percurso didático mais organizado, o estudante pode levar menos tempo para assimilar o conteúdo e constituir sua base de conhecimento acerca da área de concentração do curso.

Fig. 8: Trajetória didática na navegação personalizada do estudante selecionado.



Fonte: Autores deste trabalho (2016).

Observa-se que na trajetória didática do estudante apresentado na figura anterior, houve um número menor de erros e maior de acertos, pois a eficiência do STI fez com que o estudante percorresse uma quantidade menor de níveis em um determinado contexto. Em comparação com os outros dois estudantes selecionados aleatoriamente na navegação livre, podemos observar que na navegação inteligente houve maior quantidade de acertos, principalmente nos níveis médio e exemplos. Para cada caso aleatório analisado individualmente tanto na modalidade livre quanto na guiada pelo STI, observamos que todos os estudantes possuem suas individualidades no

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

aprendizado.

De fato, a visualização gráfica das trajetórias didáticas e o comportamento do estudante na navegação livre e inteligente (personalizada), permitiram a observação de aspectos importantes no estudo autodidata no ambiente virtual. Este por sua vez, deve ser preparado e modelado com propostas avaliativas e conteúdos multiníveis estruturados, de forma a propiciar ao estudante um ambiente interativo, reativo e agradável para o estudo. Por meio da análise e observação do comportamento do estudante, principal agente do processo educacional, é possível delinear novas estratégias que se adaptem à nova realidade dos ambientes virtuais personalizados e dedicados a atender as necessidades individuais de cada um. Contudo, a tutoria personalizada cada vez mais pode beneficiar a todos os estudantes democratizando o ensino nos ambientes virtuais.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresentou a observação e análise do comportamento de trajetórias didáticas por estudantes do ensino superior em um sistema tutor inteligente conexionista. Tais dados foram obtidos por meio do modelo de STI proposto por Melo (2012). Seu modelo utiliza como critério de personalização a apresentação dos conteúdos individualizada e reativa, composta de mecanismos de inteligência artificial propiciando uma trajetória didática mais próxima do perfil de cada estudante.

Por meio da contextualização do processo educacional em ambientes virtuais e estratégias docentes de ensino, podem ser delineadas novas possibilidades no contexto da EAD e desenvolvimento de novas frentes em STI. Após a modelagem dos dados e análise comparativa das trajetórias didáticas dos estudantes selecionados aleatoriamente, tanto na navegação livre quanto na navegação personalizada, percebemos a necessidade de criação de novas estratégias que possam melhorar ainda mais o processo personalizado de aprendizagem na modalidade de ensino não presencial. Para continuidade das pesquisas nesta modalidade de ensino, a partir deste trabalho e seus resultados, temos abaixo os trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos no intuito de:

- ⌘ Desenvolver um módulo pedagógico para os coordenadores de curso do ensino a distância analisarem os aspectos didáticos de cada estudante;
- ⌘ Verificar novas estratégias para modelagem de conteúdos e tecnologias para aprimorar o processo de estudo personalizado por STI;
- ⌘ Aplicar novos métodos para personalização reativa de conteúdos didáticos;

Contudo, chegamos à conclusão de que o estudo dos elementos e dados de um STI, como as trajetórias didáticas e estratégias docentes, podem evidenciar aspectos diretamente ligados a melhoria da sincronia entre os agentes do processo educacional, composto pela tríade (tutor,

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

estudante e conteúdos). Com advento de novos recursos e tecnologias aplicadas na área da educação, os STI podem ser ferramentas poderosas na potencialização e democratização do ensino nos ambientes virtuais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L.; GAVIDIA, J. **Sistemas Tutores Inteligentes**. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.cos.ufrj.br/~ines/courses/cos740/leila/cos740/STImono.pdf>>. Acesso em 01 set. 2016.
- MACHADO, C. L. S; MELO, F.R **Organização e Metodologias em Sistemas Tutores Inteligentes**. Universidade Estadual de Goiás. Pirenópolis, Brasil, 2015. Disponível em: <www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/5622/3394>. Acesso em 01 jun. 2016.
- MELO, F. R.; FLÔRES, E. L.; CARVALHO, S.D.; MARTINS, W.; CARRIJO, G.A; VEIGA, A. C. P. **Conteúdo Didático Multinível para Personalização Reativa em Sistemas Tutores Inteligentes**. In: Revista Controle & Automação, Vol 23 nº6, Novembro e Dezembro 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ca/v23n6/a03v23n6.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.
- MELO, F. R. **Modelo Neural por Padrões Proximais de Aprendizagem para Automação Personalizada de Conteúdos Didáticos**. Tese de D.Sc. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Brasil, 2012. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/proffranciscoramos/publicacoes>>. Acesso em: 01 jun. 2016.
- MIRANDA, W. M. **Organização e Metodologias de Sistemas Tutores Inteligentes para Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Monografia de Graduação. Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2014. Disponível em: <http://www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/monografias/01-TC-WESLEY_RODRIGUES_MIRANDA.PDF>. Acesso em: 01 set. 2016.
- OLIVEIRA, P.; FERNEDA, E.; PRADO, H.; BITTENCOURT, Ig. **Um modelo de integração dos princípios de Sistemas Tutores Inteligentes e e-Learning a jogos do tipo MMORPG**. Universidade Católica de Brasília, 2012. Disponível em: <http://sbgames.org/sbgames2012/proceedings/papers/computacao/comp-short_21.pdf>. Acesso em 17 jul. 2016.
- RISSOLI, V. R. V. **Uma proposta metodológica de acompanhamento personalizado para aprendizagem significativa apoiada por um assistente virtual de ensino inteligente**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2007. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/13751>>. Acesso em: 10 jul. 2016.
- TEIXEIRA, J.F. **Mentes e Máquinas: Uma Introdução à Ciência Cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. Disponível em: <http://www.filosofiadamente.org/images/stories/mentes_e_maquinas.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2016.
- VAZ, N.A.P. **Sistema Tutor Inteligente Híbrido com Personalização estruturada pelo Método das Diferenças Finitas**. Dissertação de Msc. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, 2013. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ucg.br/tde_arquivos/25/TDE-2013-09-09T093639Z1352/Publico/Noeli%20Antonia%20Pimentel%20Vaz.pdf>. Acesso em 01 jul. 2016.

SIUNI-UEG - Anápolis – Goiás – Brasil

07 a 09 de outubro de 2016

VICCARI, R. M. & GIRAFFA, L. M. M. **Sistemas Tutores Inteligentes: Abordagem Tradicional vrs. Abordagem de Agentes**. XII Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial. Curitiba. Outubro, 1996.