

ANÁLISE DA TRAJETÓRIA DIDÁTICA PERSONALIZADA POR SISTEMA TUTOR INTELIGENTE CONEXIONISTA: ESTUDO DAS ESTRATÉGIAS DOCENTES PARA AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Estevão Alves Brasão¹
Welison Borges de Lima²
Wesley Rodrigues Miranda³
Emerson Adriano Sill⁴

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 por parte do estudante. Dessa forma, estratégias docentes de ensino como métodos de avaliação e organização de conteúdos multinível, 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. Esses sistemas apoiam o processo educacional na modalidade de Ensino a Distância (EAD) nos ambientes virtuais. Este artigo contextualiza o processo educacional em ambientes virtuais, assim como a utilização dos métodos de avaliação e organização de conteúdos didáticos multiníveis. Contudo, por meio do estudo de um modelo formal de STI e desenvolvimento de códigos para modelagem de dados, foi possível obter as 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 para a discussão acerca da melhoria no processo educacional.

Palavras-chave: Sistema Tutor Inteligente. Ambiente Virtual de Aprendizagem. Educação a Distância. Tecnologias Educacionais. Inteligência Artificial.

¹Graduado em Filosofia pela Faculdade Católica de Anápolis.

²Graduado em Filosofia pela Faculdade Católica de Anápolis.

³Bacharel em Sistemas de Informação, UEG – Universidade Estadual de Goiás UnUCET – Anápolis / Goiás

⁴Orientador - Graduado em História, Universidade Tuiuti do Paraná. Mestre em Educação, UTP – Doutorando em Sociologia pela UFG.

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 são integrados aos ambientes virtuais, com o objetivo de conduzir o processo de ensino e aprendizagem por meio das ações, reações e perfil dos estudantes considerando aspectos gerais e individuais de cada um.

Para contribuir com a personalização reativa de conteúdo didáticos, Melo (2012) formalizou em seu sistema uma maneira automatizada de apresentação de conteúdos didáticos. A personalização é 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.

O sistema proposto por Melo (2012) foi objeto de estudo para os experimentos realizados nesta pesquisa, com o objetivo de mapear as trajetórias didáticas dos estudantes nos conteúdos apresentados pelo STI e observar o comportamento no estudo personalizado. Serão apresentados 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). Por meio desses resultados, foi possível delinear estratégias docentes que podem contribuir com a sincronia entre estudante e conteúdo nos ambientes virtuais.

As estratégias docentes levantadas nesta pesquisa em conjunto com técnicas computacionais eficientes, podem contribuir com a melhoria da aprendizagem na educação não presencial. Nas próximas sessões serão apresentados conceitos, estrutura do sistema, metodologia e os resultados obtidos nos experimentos do estudo de caso para análise e discussão.

PERSONALIZAÇÃO DO ENSINO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

A educação é o processo de ensino e aprendizagem em que os indivíduos da sociedade buscam aprender e interagir com as áreas do conhecimento, com o objetivo de suprir carências do saber e exercer sua cidadania. “A arte de ensinar com base nas ciências é um meio de promover a transmissão de conhecimento, integração e humanização do estudante”. (MIRANDA, 2015). 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. Nesse contexto, surgiram duas ferramentas de apoio ao ensino e aprendizagem que utilizam o computador como tecnologia inserida ao processo: os Ambientes Informatizados de Aprendizagem (AIA) e Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA).

No conceito de AIA predomina a utilização do computador na estrutura do processo educacional como ferramenta pedagógica. Esse ambiente tradicional também é caracterizado pela inserção de tecnologias de apoio às atividades pedagógicas como, por exemplo, acesso à internet para pesquisas e mídias.

Já os Ambientes Virtuais de Aprendizagem, expressão traduzida do inglês “*Learning Management System*” (LMS), são desenvolvidos para dar suporte a processos de aprendizagem, tanto na modalidade a distância como na presencial. “Esses ambientes agrupam em um espaço [...] na internet, como: fórum, *wiki*, bate-papo, conferências,

envio de mensagens, banco de questões, *podcasting*, e outras tecnologias”. (VAZ, 2013). Tais tecnologias se propõem a colaborar para o processo de ensino e aprendizagem.

O AVA é um ambiente centrado no aluno, buscando oferecer um espaço dedicado à 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 (tutor, estudante e conteúdo) e pode comprometer a aprendizagem do estudante.

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 da EAD. A carência ocorre no momento em 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.

A interatividade nos ambientes é um fator que influencia na aprendizagem do estudante. Quanto maior o nível de interatividade mais produtiva e prazerosa será a aprendizagem do estudante. A promoção da interatividade e adaptação do ensino no processo de aprendizagem em AVA pode ser realizada utilizando-se técnicas computacionais e sistemas. Tais sistemas podem oferecer personalização do ensino e reatividade no momento que o estudante apresente alguma dúvida no estudo dos conteúdos apresentados.

O estudo de técnicas voltadas para a personalização do ensino em ambientes virtuais se iniciou na década de 50, com o surgimento das Instruções Assistidas por Computador (CAI). Esses sistemas eram baseados na educação comportamentalista que tem o professor como figura central do processo de ensino e aprendizagem. Nesse modelo de tecnologia o perfil do estudante é desconsiderado devido a limitações computacionais em que os conteúdos eram estáticos, lineares e sequenciais na sua apresentação pelo computador. Essas limitações foram solucionadas

com a integração de sistemas e agentes com inteligência artificial, dando origem aos sistemas com Instruções Assistidas por Computador Inteligente (ICAI).

Sleeman e Brown, em 1982, revisaram o estado da arte nos sistemas CAI 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 sejam mais efetivos, corretos e também mais agradáveis 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. (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. Adiante será apresentado um trabalho sobre STI, sendo este o principal objeto para obtenção dos dados e experimentos utilizados para desenvolvimento deste estudo.

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS DO ENSINO SUPERIOR APLICADAS AO ENSINO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

A dimensão educacional criada em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) se diferencia em vários aspectos daquela existente no sistema tradicional de ensino, especialmente pela forma como o conhecimento é gerado e assimilado. Algumas propostas podem ser adaptadas para o estudo em plataformas que utilizam o sistema tutor inteligente (STI) pelo benefício trazido no estudo autodidata. Os professores são responsáveis pelo planejamento do ambiente, estrutura dos conteúdos e avaliações promovidas aos estudantes.

Contudo, estratégias didáticas são necessárias para contribuir com a aprendizagem e facilitar o percurso de absorção e retenção do conhecimento por parte do estudante. Nos próximos tópicos serão apresentadas estratégias didáticas que podem

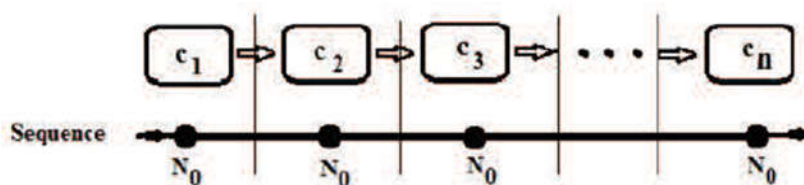
ser planejadas e utilizadas no contexto dos ambientes virtuais para aumentar a sincronia e melhorar o processo de ensino e aprendizagem com intermédio de sistemas tutores inteligente.

CONTEÚDO 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; WESLEY, 2015, p. 44). Os STI criam caminhos de estudo favoráveis aos alunos envolvidos no processo através de readaptações constantes de conteúdos organizados de modo a favorecer uma evolução constante, realidade que não é presente ainda no modelo educacional presencial de forma ampla.

Um problema corrente em todos os níveis de educação é a oferta de conteúdos genéricos que pedem adaptação da comunidade de estudantes no acesso a eles, que se apresentam de maneira linear, exigindo do aluno um caminho de estudo unilateral. (MELO; FLORES; CARVALHO, 2012). Tal modo de ensino não respeita a evolução intelectual individual, tratando erroneamente a sala de aula ou um grupo de estudos como um único sujeito que aprende de uma forma estática e padronizada. A Figura 1 apresentada a seguir demonstra esta realidade, onde “c” é o conteúdo linear oferecido de maneira sumaria e “n” é o nível de dificuldade estático e padronizado.

Figura 1 – Apresentação estática de conteúdos

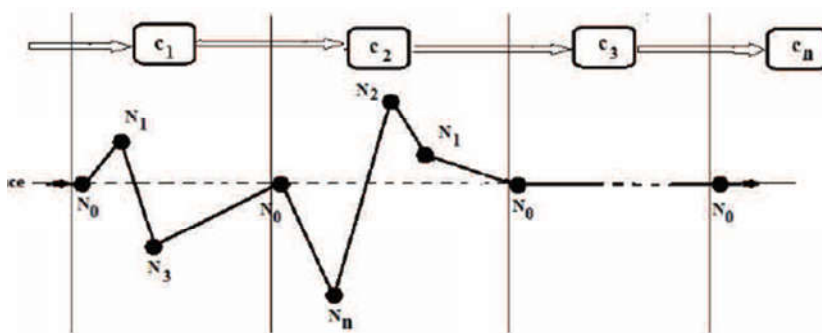


Fonte: Melo, Flores e Carvalho (2012, p.10)

Em um AVA existem possibilidades inovadoras criadas pela modalidade de STI de ofertar estudos que respeitam o aluno individualmente pela criação de níveis de conteúdo segundo cada nível de aprendizado de maneira reativa, ou seja, segundo o nível do aluno. O entendimento de conteúdo multinível pressupõe variados níveis de aprendizagem e variados níveis de exigência, que são sumariados por docentes capacitados para definir quais são os índices de conteúdos e o seu teor a serem oferecidos segundo cada nível, o que pressupõe experiência docente e didática por parte do organizador do material de estudo. (MIRANDA; WESLEY, 2015).

Neste modelo há uma base inicial de conteúdo que serve de padrão para a evolução. Segundo uma progressividade na dificuldade se diferenciam os níveis, adequando-se 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 2, 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.

Figura 2 – 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 e o desenvolvimento educacional potencial, ou seja, que se pode ainda desenvolver. (MELO, FRANCISCO, 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 agentes inteligentes”. (MELO; FLORES; CARVALHO, 2012)

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Nas salas de aula tradicionais há a necessidade de se mensurar o nível de assimilação dos alunos através de avaliações tanto objetivas quanto subjetivas. Tais avaliações medem o nível de aprendizado específico por meio da resolução de atividades que pressupõe uma adequação específica.

Em um programa de estudo em EAD o processo de avaliação é contínuo e dinâmico e de caráter predominantemente formativo, de modo a auxiliar o aluno a alcançar progressivamente os seus objetivos de aprendizagem. “A avaliação assume nesta realidade um elemento a mais de formação, colocando em menor evidência o caráter avaliativo de uma prova”. (SAKAMOTO; VERÁSTSGUI, 2010).

A constante falta de bons resultados não é sinônimo de falta de estudo apenas, mas coloca em evidência a precariedade de recursos pedagógicos utilizados na formação humana. O ser humano é por natureza um ente dinâmico dotado de inúmeras capacidades. Há ainda hoje teorias que afirmam que o homem ainda não explorou a totalidade de suas capacidades cognitivas. Pode se dizer que os métodos aplicados hoje já não serão eficazes amanhã, pois com a continuidade da evolução técnica aquilo que o

homem produz o faz segundo o seu padrão cultural e não há um elemento constituinte do todo humano mais flexível e mutável quanto a cultura.

As avaliações em um AVA tornam clara esta dinamicidade humana e têm apresentado novos paradigmas avaliativos, voltados à ideia da integralidade da educação, inclusive nos momentos de análise subjetiva de assimilação. “O sistema avaliativo dinâmico procura a melhoria da eficiência individual trazendo somas para o discente”.(SAKAMOTO; VERÁSTSGUI, 2010).

CENÁRIO BRASILEIRO DO ENSINO A DISTÂNCIA E SUAS RELAÇÕES MULTILATERAIS

A concepção de Ensino a Distância no Brasil não surgiu de modo arbitrário pois é fruto de um longo processo de adaptação de realidades informacionais à educacional. A Lei de Diretrizes Básicas da Educação (LDB) regulamenta a atividade por meio de uma legislação específica. Segundo o decreto 2.494 de 10 de fevereiro de 1998, da LDB, o EAD é uma forma de ensino que:

Possibilita a autoaprendizagem, como a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação. (BRASIL, 1998, p. 01).

É importante destacar que as definições de EAD são suscetíveis a mudanças, pois constantemente há desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias de ensino e aprendizagem. Como característica específica pode se considerar o EAD como um processo inovador, que tem criado novos paradigmas educacionais rompendo com antigos modelos educacionais, enquanto no ambiente tradicional há um eixo direcionador do conteúdo que é a matéria apresentada pelo professor e o aluno reunidos em um mesmo ambiente. No EAD torna se dispensável a presença física e síncrona dos atores componentes do processo (tutor e estudante).

A modalidade EAD trouxe consideráveis inovações quanto ao processo ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que proporcionou à realidade educacional novos

desafios. Em sua implantação inicial a EAD, desde o uso do rádio até o final da década de 90, evoluiu com o uso de impressos e amplo uso de TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação). É um modelo de educação alternativo que sofreu preconceitos a respeito de sua eficácia, especialmente quanto à assimilação de conteúdo por parte do aluno, de maneira específica ao considerar a qualificação como garantia de profissionalização.

Nos dias atuais, a EAD se estabelece com o modelo de aprendizagem flexível inteligente, derivado do modelo anterior, com ampla utilização da Internet, integrando sistemas de respostas automáticas, portais instrucionais, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e redes sociais. O censo da ABED (Associação Brasileira de Educação à Distância) de 2014 a 2015, aponta um total de 1.145 instituições espalhadas pelo país que têm em sua grade curricular a modalidade de EAD, entretanto há instituições especializadas em tal dinâmica.

O último censo da ABED (Associação Brasileira de Educação à Distância), de 2014, aponta 25.166 cursos ofertados em todo território brasileiro, assim como um total de 519 839 matrículas em nível superior. Considerando o cenário brasileiro apresentado, a interação em EAD não deixa de existir, apenas se apresenta de uma maneira menos formalizada e mais dependente do aluno. Desta forma, há mais interação entre o aluno e o conteúdo semelhante à interação entre o aluno e o professor, relacionamento marcado pela busca do conhecimento por parte do aluno e o direcionamento a este por parte do docente.

Com as possibilidades midiáticas atuais, dificilmente um aluno ficaria sem suporte para tirar uma dúvida por meio da dimensão de conteúdos disponibilizados pelas plataformas de estudo ou mesmo pelo uso de motores de busca da Internet. Nesse âmbito são amplamente utilizados os chats de discussões comunitárias e comunidades virtuais sobre os temas trabalhados nos módulos. Os alunos opinam, discutem, em curtos períodos de tempo como, por exemplo, durante uma aula, ou delongando durante o tempo em que as discussões ficam abertas em acessos esporádicos, onde existe uma interação entre comentários e críticas a pontos de vistas defendidos por eles.

Em alguns casos, os alunos são avaliados pelas postagens feitas nestes chats ou fóruns, que geram avaliação do progresso quanto às leituras propostas para o módulo,

quando não são utilizados os relatórios de leitura. No caso deste trabalho e considerando os elementos que compõem a estrutura de ensino proposta na EAD, o mapeamento e análise das trajetórias de aprendizagem no estudo autodidata personalizadas por um STI são os objetos essenciais que permitiram verificar o comportamento dos estudantes de ensino superior no AVA. O resultado desta análise também permitirá contribuir com o aumento da sincronia entre os agentes do processo educacional (tutor, conteúdo e aluno) na modalidade não presencial.

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 tornando-os 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.

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

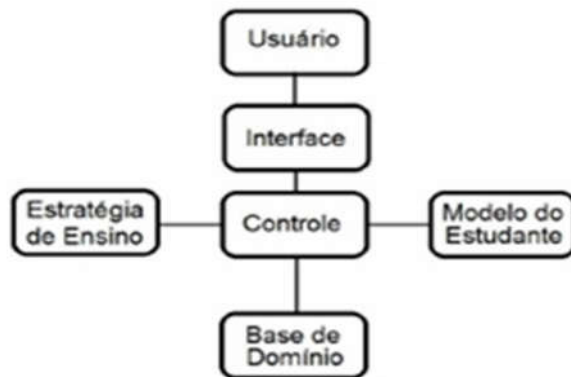
conjunto de regras sintáticas. (TEIXEIRA; J. F, 1998, p. 36). Em paralelo foi desenvolvida a IA conexionista, uma área que usa técnicas computacionais que modelam de forma individual o processamento de informações fortemente baseadas na estrutura física conhecida dos neurônios e suas ligações ou conexões.

O conjunto de técnicas baseadas em Inteligência Artificial se consolida cada vez mais com o surgimento de trabalhos direcionados a aplicações específicas como, por exemplo, os STI aplicados em educação. A técnica que será destacada no foco do presente trabalho é a utilização de RNA (Redes Neurais Artificiais). Os trabalhos recentes 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 à criação dos Sistemas Tutores Inteligentes Conexionistas (STI). O objetivo principal destes 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 de um *softwar*

educacional, baseado em um modelo de ensino centrado no 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; FRANCISCO, 2012, p. 31). 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 3.

Figura 3 - Arquitetura tradicional de Sistema Tutor Inteligente



Fonte: Viccari (1996).

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 representado na Figura 3. 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. 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 inteligente.

Dentre as recentes pesquisas desenvolvidas no contexto de tutoria personalizada, Silva et. al (2014) propõe em seu trabalho um Sistema Tutor Inteligente Baseado em Agentes na plataforma MOODLE para Apoio às 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 ambientes MOODLE-

UAPI, possibilitando aos agentes de desempenho sugerir atividades pedagógicas aos estudantes no Ambiente virtual.

Ainda se tratando do estado da arte em STI, o modelo proposto por Melo (2012) foi desenvolvido com o intuito de promover ensino personalizado, reativo, flexível e individualizado a estudantes nas plataformas virtuais. O modelo será apresentado na próxima sessão, assim como seu funcionamento e estrutura. Os elementos que compõem o modelo permitiram a realização dos experimentos deste trabalho para obtenção dos resultados e observações.

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

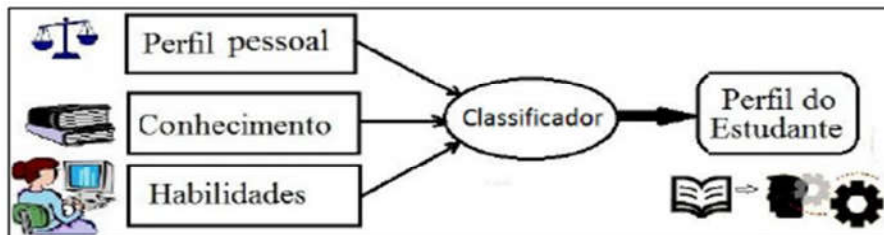
A proposta de STI desenvolvida por Melo (2012), Modelo Neural por Padrões Proxiais de Aprendizagem para Automação Personalizada de Conteúdos Didáticos, utiliza redes neurais artificiais (RNA) como mecanismo para personalizar a apresentação de conteúdos de acordo com o perfil psicológico do estudante.

O sistema é composto de introdução, testes iniciais de sequência 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 descritos brevemente adiante:

- a) Perfil Psicológico: são características obtidas a partir de um teste psicológico (Inventários de Tipos de Keirsey);
- b) Habilidades Tecnológicas: as informações são extraídas por meio de um questionário sobre a situação sociocultural e familiarização com as tecnologias;
- c) Conhecimento Inicial sobre o Assunto: é um teste contendo 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 4, servem de base para classificação do perfil do estudante.

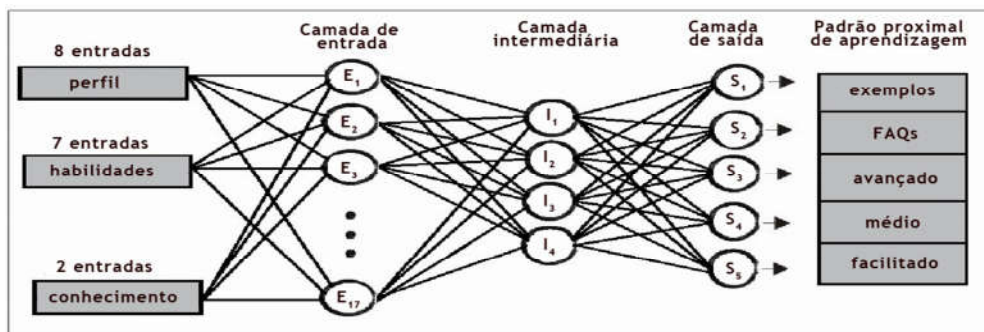
Figura 4 - Estrutura de classificação do perfil do estudante



Fonte: Adaptado de Melo (2012).

O classificador apresentado na Figura 4 refere-se à RNA representada simbolicamente na Figura 5. 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.

Figura 5 - Estrutura de classificação do perfil do estudante



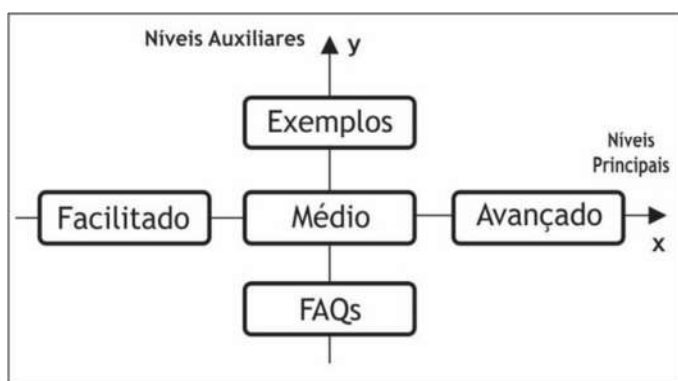
Fonte: Adaptado Melo (2012).

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 apresentadas pelos docentes são reflexo de estratégias utilizadas 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 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, o conteúdo multinível ficou estruturado de 75 textos, sendo 15 conceitos distribuídos em 5 níveis (facilitado, médio, avançado, FAQs-do inglês *Frequently Asked Questions* – Perguntas Frequentes e exemplos), conforme distribuição do conceito multinível demonstrado na Figura 6. A apresentação de cada conceito sempre se inicia no nível médio.

Figura 6 – Distribuição do conceito multinível.



Fonte: Adaptado de Melo (2012).

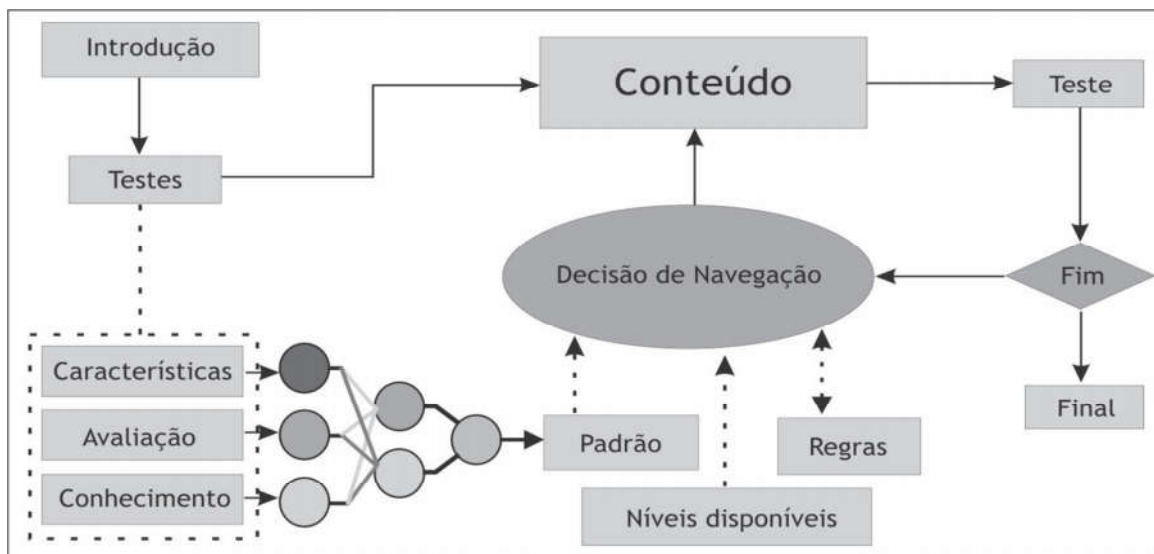
Em seu trabalho Melo (2012) apresenta no modelo os níveis do STI conforme conceito multinível na figura acima, organizados em um plano bidimensional sendo composto por níveis principais (facilitado, médio e avançado) e auxiliares (exemplos e FAQs – do inglês *Frequently Asked Questions* – Perguntas Frequentes).

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; FRANCISCO, 2012, p. 07). 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, conforme estrutura demonstrada no “ANEXO III”, contendo opções ou alternativas de respostas. 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 7 temos a estrutura e fluxo do funcionamento do sistema, conforme elementos já abordados nesta contextualização.

Figura 7 - 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 à situação.

No processo de decisão da navegação inteligente observado no “ANEXO IV”, 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; FRANCISCO, 2012, p. 98).

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

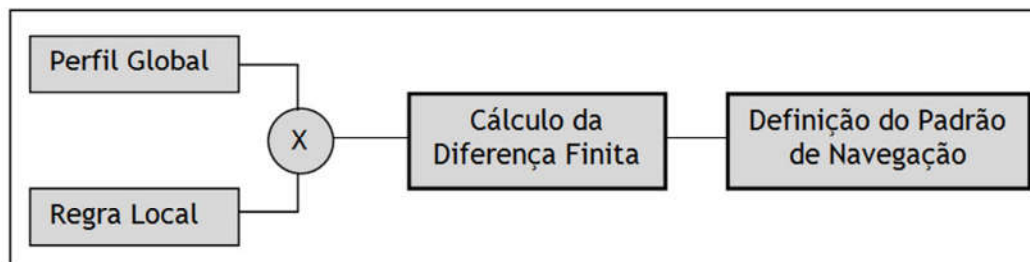
informações sobre a formalização matemática do modelo, poderão ser visualizados na tese desenvolvida por Melo (2012). Não foi foco deste trabalho apresentar a formalização matemática do modelo, mas sim o seu funcionamento e organização, sendo objeto de estudo para obtenção dos resultados que serão apresentados nas próximas sessões.

MÉTODO DAS DIFERENÇAS FINITAS EM SISTEMAS Tutores INTELIGENTES

No trabalho realizado por Vaz (2013) em Sistema Tutor Inteligente Híbrido com Personalização Estruturada pelo Método das Diferenças Finitas, foram realizados testes com modelo formalizado por Melo (2012). O objetivo foi buscar uma forma mais exata de decisão que reflita a ação do professor para a situação local, considerando as características do estudante, agregando ao STI maior exatidão durante a navegação entre os contextos do curso.

Os mecanismos para obtenção do perfil global e regras simbólicas locais são os mesmos apresentados por Melo (2012), porém a decisão de navegação foi testada com um método numérico mais adequado para solução do problema: método das diferenças finitas. Tal solução é voltada aos contextos em que o grau de complexidade do problema não apresenta solução analítica e exija um método numérico mais adequado. A decisão de navegação testada por Vaz (2013) é apresentada com detalhes na Figura 8.

Figura 8 – Decisão na navegação inteligente com aplicação do método das diferenças finitas



Fonte: Vaz (2013, p. 58).

Dessa forma, o STI foi adaptado para plataforma *Web*, sendo reescrito utilizando a linguagem de programação *PHP*⁵ e o banco de dados *MySQL*⁶, possibilitando a integração em AVA, como, por exemplo, o *Moodle*. Também foram incluídos itens como gravação de sessão, com objetivo de identificar o ponto em questão que o estudante pausou o estudo, permitindo a retomada a partir desse ponto. Um módulo de autoria também foi integrado ao sistema, permitindo a gestão, configuração e inserção de novos cursos ao STI. Ao final do processo de estudo no STI, o estudante responde um questionário para verificar o desempenho e aprendizagem durante o estudo no curso. Também é feita uma pesquisa de opinião e satisfação do estudante na utilização do sistema.

Assim, a evolução conforme as modificações realizadas na nova versão do sistema por Vaz (2013) possibilita a integração do STI com outras plataformas, assim como a inclusão de novos recursos para melhorar ainda mais a experiência de utilização do sistema pelos estudantes.

⁵*PHP* (Um acrônimo recursivo para “*PHP*: Hypertext Preprocessor”, originalmente Personal Home Page), é uma linguagem de programação para criar sites e páginas *WEB* dinâmicas.

⁶*MySQL* é um sistema gerenciador de banco de dados relacional de código aberto.

METODOLOGIA

O modelo de STI conexionista formalizado por Melo (2012) e complementado por Vaz (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*®⁷.

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 pelos estudantes 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, 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 99 trajetórias de estudo. Em seguida, foram selecionadas aleatoriamente para o estudo de caso desta pesquisa 4 casos de estudantes, sendo dois

⁷*Access*: é um sistema de gerenciamento de banco de dados da empresa Microsoft®.

(2) com trajetórias de estudo na navegação livre e dois (2) na navegação inteligente. 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.

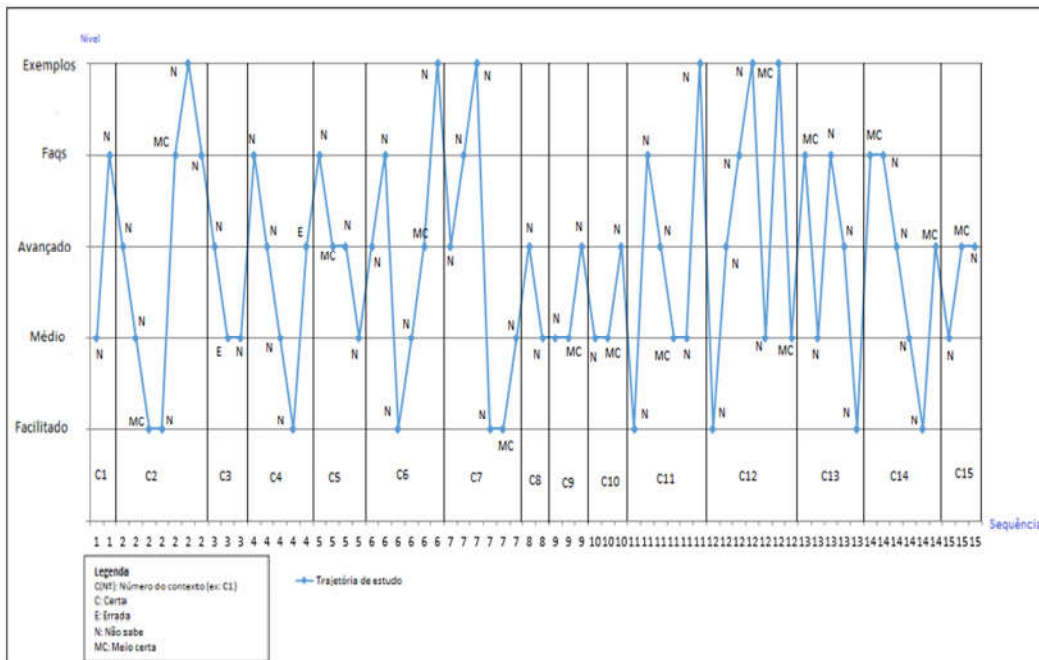
TRAJETÓRIA DIDÁTICA DOS ESTUDANTES NA NAVEGAÇÃO LIVRE DOS CONTEÚDOS

O mapeamento das trajetórias didáticas de estudo livre na pesquisa, resultou em dados gráficos, permitindo analisar o caminho percorrido pelo estudante nos conteúdos. No comportamento apresentado nas Figura 9 e 10, 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 9 pode ser observada a trajetória didática de estudo do primeiro 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.

estudo e aprendizagem do segundo estudante selecionado, ele obteve uma nota inicial de 3,6 e final de 9,4 após o estudo dos conteúdos e responder aos testes.

Figura 10 - Trajetória didática na navegação livre do segundo estudante selecionado



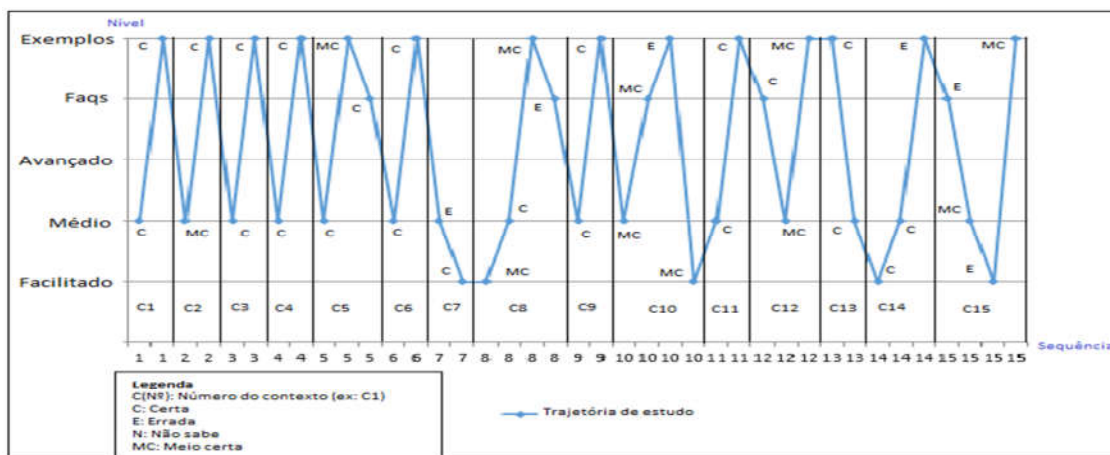
Fonte: Autores deste trabalho (2016).

No caso observado na Figura 10, o estudante também apresentou dificuldades ao responder os testes, porém obteve um número maior de respostas do tipo MC “Meio certa” em vários níveis do conteúdo, comparando-se ao primeiro estudante observado. 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.

TRAJETÓRIA DIDÁTICA DOS ESTUDANTES NA NAVEGAÇÃO PERSONALIZADA DE CONTEÚDOS

A personalização inteligente utilizada pelo sistema na Figura 11 é idêntica à 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 11. 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. O comportamento do estudante observado abaixo é reflexo da estruturação e mecanismos do sistema, porém acoplado às estratégias didáticas promove 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 dos cursos.

Figura 11 - Trajetória didática na navegação personalizada do primeiro estudante selecionado

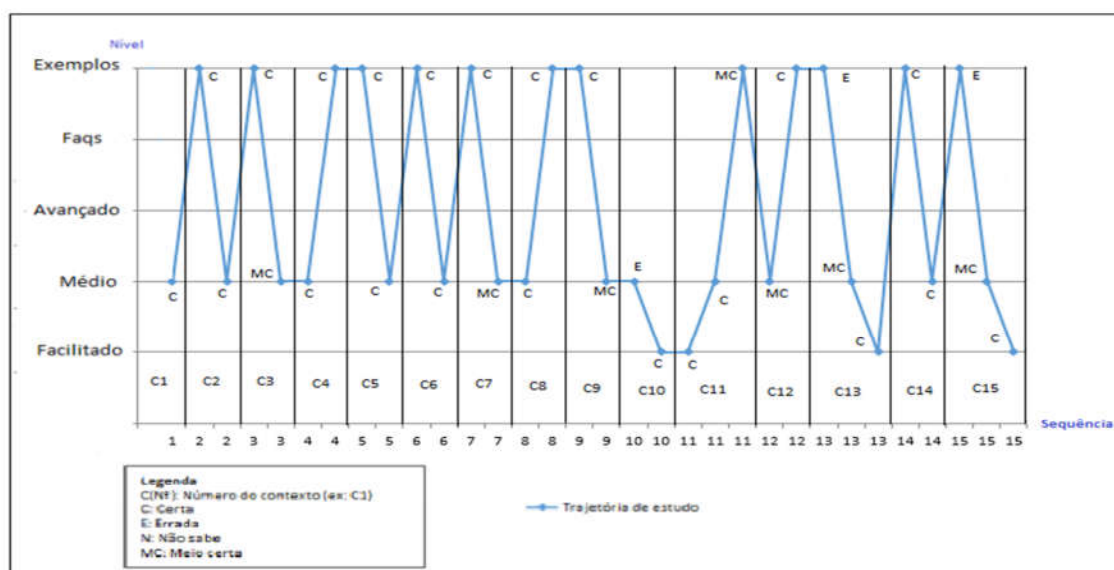


Fonte: Autores deste trabalho (2016).

Observa-se que, na trajetória didática do estudante apresentado ainda na Figura 11 acima, 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 no nível médio e exemplos.

Para o segundo estudante selecionado aleatoriamente na navegação personalizada, também temos uma trajetória didática mais organizada e coerente, conforme visto na Figura 12. Nesse caso o estudante obteve uma média inicial de 2,93 e final de 8 pontos, após responder aos testes em cada nível. Também nesse caso, o aprendizado foi guiado pelo STI, e com relação ao estudante anterior, temos os maiores números de acertos nos níveis exemplos, médio e facilitado, lembrando que os estudantes foram selecionados aleatoriamente.

Figura 12 - Trajetória didática na navegação personalizada do segundo estudante selecionado



Fonte: Autores deste trabalho (2016).

Para cada caso aleatório analisado individualmente tanto na modalidade livre quanto na guiada pelo STI, observamos que todos os estudantes possuem suas individualidades no 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.

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

ABSTRACT

The personalization of the learning process is supported by Intelligent Connecting Systems (ITS), as educational technology integrated to Virtual Learning Environments (AVA). In these environments, the low synchrony between the agents of the educational process formed by the triad (tutor, content and student) is a factor that may impair student learning and abstraction of knowledge. Thus, teaching teaching strategies as methods of evaluation and organization of multilevel content, are coupled with tutors systems seeking to customize teaching closer to the individual profile of students. This purpose was achieved by means of scientific studies and the application of computational techniques of Artificial Intelligence to the development of ITS. These systems support the educational process in Distance Learning (EAD) in virtual environments. This article contextualizes the educational process in virtual environments, as well as the use of methods of evaluation and organization of multilevel didactic contents. However, through the study of a formal ITS model and the development of codes for data modeling, it was possible to obtain didactic trajectories of higher education students customized by the intelligent mentoring mechanism. The results of random observation and analysis of didactic trajectories in both the personalized (guided navigation) and free (without system intervention) study presented important elements for the discussion about improvement in the educational process.

Keywords: Intelligent Tutor System. Virtual learning environment. Distance Education. Educational Technologies. Artificial intelligence.

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 jan. 2016.
- BRASIL, Ministério da Educação. Decreto nº 2.494, de 10 de Fevereiro de 1998. *Regulamenta o art. 80 da LDB*. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/D2494.pdf>>. Acesso em 19 jan. 2016.
- EAD.BR, 2014. **Relatório analítico de aprendizagem a distância no Brasil 2014**. Person Education do Brasil. Associação Brasileira de Educação a Distância. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.abed.org.br/censoead2014/CensoEAD2014_portugues.pdf>. Acesso em: 21 maio. 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 Jan. 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 jan. 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, nov e dez 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ca/v23n6/a03v23n6.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 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 jan. 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 jan. 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: 01 jan. 2016.

SAKAMOTO, B. A. M.; VERÁSTEGUI, R. L. A. *Avaliação como ato de amor e não de exclusão*. II Simpósio Nacional de Educação, XXI Semana de Pedagogia. Anfiteatro de Cascavél. UNIOESTE, Cascavel, Paraná, 2010. Disponível em: <<http://cac.php.unioeste.br/eventos/iisimposioeducacao/anais/trabalhos/42.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2016.

SILVA B. J. S., MACHADO P. V., ARAÚJO N. C F. *Sistema Tutor Inteligente baseado em Agentes na plataforma MOODLE para Apoio as Atividades Pedagógicas da Universidade Aberta do Piauí*. 2014. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/3283>>. Acesso em 13 jun. 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 jan. 2016.

VAZ, N.A.P. *Sistema Tutor Inteligente Híbrido com Personalização estruturada pelo Método das Diferenças Finitas*. Dissertação de M.Sc. 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-2013-09-09T093639Z_1352/Publico/Noeli%20Antonia%20Pimentel%20Vaz.pdf>. Acesso em 01 jan. 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.