

Sistema de Autoria e Tutor Inteligente – SATI : Desenvolvimento e Validação na Formação Continuada

Tanise Paula Novello¹, Silvia da Costa Botelho², Ivete Martins Pinto², Renato Neves², William Lautenshlager², Lorenzo Taddei²

¹Programa de Pós-graduação em Educação Ambiental

²Curso de Engenharia de Computação

Fundação Universidade Federal de Rio Grande (FURG)

Av. Itália km 8 – 96.201-900 - Campus Carreiros – Rio Grande – RS – Brasil

tanise@ceamecim.furg.br, siviach@ee.furg.br, ivetepinto@furg.br, lorenzo@ee.furg.br,
renatosn@vetorial.net, wirlau@yahoo.com.br

Abstract. *The present article proposes an architecture for Intelligent Tutoring Systems and authorship tools, being clearly defined the external and internal agents that compose it and with it. Of the existent modules, are detailed mainly, of original form, two of them: the pedagogic module and the social module. In this work, the knowledge supplied by the author of the course is stored under the form of a graph (the nodes are contents and the arches are relationships among these). The course (beginning and finishing in nodes) goes being presented to each student through the adopted pedagogic strategy, which is summarized one of the different types of graphs search algorithm. Also the responsible social module for the interaction among the apprentices/monitor/author is defined, as well as evaluation of the performance of the group and its influence in the individual courses associates to each apprentice. The proposed architecture was implemented in a denominated tool SATI - System of Authorship and Intelligent Tutor. This will be introduced to the end of this article, as well as the study of case through its use to a course of teachers' formation.*

Resumo. *O presente artigo propõe uma arquitetura para sistemas de tutoramento inteligente e ferramentas de autoria, sendo claramente definidos os agentes externos e internos que a compõe e com ela interagem. Dos módulos existentes, detalha-se principalmente, de forma original, dois deles: o módulo pedagógico e o módulo social. Neste trabalho, o conhecimento fornecido pelo autor do curso encontra-se armazenado sob a forma de um grafo (os nodos são conteúdos e os arcos são relações entre estes). O curso (iniciando e terminando em nodos) vai sendo apresentado a cada aluno através da estratégia pedagógica adotada, a qual resume-se a um dos diferentes tipos de algoritmos de busca em grafos. Também define-se o módulo social responsável pela interação entre os aprendizes/monitor/autor, bem como avaliação do desempenho da turma e sua influência nos cursos individuais associados a cada aprendiz. A arquitetura proposta foi implementada em uma ferramenta denominada SATI – Sistema de Autoria e Tutor Inteligente. Esta ferramenta, bem como um estudo de caso através de seu uso junto a um curso de formação de professores, será apresentada ao final deste artigo.*

Palavras-chave: tutor inteligente, ferramenta de autoria, arquitetura de sistemas

1. Introdução

Com a introdução da informática na educação surgem novas possibilidades e desafios, que nos instigam a repensar novas formas de ensinar e de aprender; modificando a concepção de ensino-aprendizagem. Dentre os sistemas computacionais que objetivam auxiliar no processo de aquisição do conhecimento por parte do aluno pode-se citar os sistemas de tutoramento inteligente - Intelligent Tutoring Systems (ITS) [Azevedo e Tavares 1998] [Giraffa 1999] [Marrieto e Ornar 2000] [Pereira e Geyer 2000] [Schmitz, López e Ávila, 2002] [Tedesco e Self 2000] [Viccari e Giraffa 2003].

Um ITS aborda questões relacionadas ao que ensinar e como ensinar, de forma a adaptar o ensino de um dado conteúdo às necessidades do aprendiz, proporcionando um aprendizado individualizado. Através da análise de informações relevantes sobre as atividades do aprendiz que está sendo tutorado, o Tutor Inteligente possibilita apresentar o conhecimento de maneira compreensiva e autônoma; visando contribuir para melhorar o seu processo de ensino e aprendizagem.

Neste contexto, o presente artigo visa apresentar uma arquitetura modular que se configurou em um tutor inteligente e uma ferramenta de autoria. Tal proposta passa pela definição detalhada dos agentes que compõem e utilizam o sistema, bem como pela definição explícita de cada um dos módulos que compõe a arquitetura e mais precisamente dos módulos pedagógico e social (responsável pela condução do curso a cada indivíduo) e do módulo social (relacionado aos aspectos associados ao “indivíduo” imerso em uma turma).

A implementação parcial da arquitetura proposta culminou na ferramenta denominada SATI - Sistema de Autoria e Tutor Inteligente. Para dar maior visibilidade ao seu enfoque como ferramenta pedagógica, o SATI, durante o seu processo de desenvolvimento foi utilizado como ferramenta de autoria e tutoriamento em um curso de formação continuada para professores do município de Rio Grande/RS. Foram coletadas observações de professores/alunos durante o seu uso, fornecendo um “feedback” do seu desempenho.

A seguir é apresentada a arquitetura proposta, onde são detalhados suas características e módulos que a compõem. Na seção 3, apresenta-se a ferramenta SATI, seguida pela análise de alguns resultados obtidos na sua aplicação, bem como algumas considerações e perspectivas futuras deste trabalho.

2. Uma Arquitetura para Autoria e Tutoramento Inteligente

Tendo como base a estrutura clássica de tutores inteligentes [Giraffa e Goulart 2003] [Eberspächer e Kaestner 1998] propõe-se uma arquitetura modular para o desenvolvimento de ferramenta de autoria e tutoramento inteligente, composta por cinco módulos – blocos – principais: autoria, pedagógico, aprendiz, monitor e social. Estes módulos, denominados agentes internos, apresentam atividades independentes, mas ao mesmo tempo estão inter-relacionados e relacionam-se com o exterior (agentes externos – usuários). Ver figura 1.

Nas próximas seções são descritos os agentes externos, os módulos, suas funções e o relacionamento entre eles.

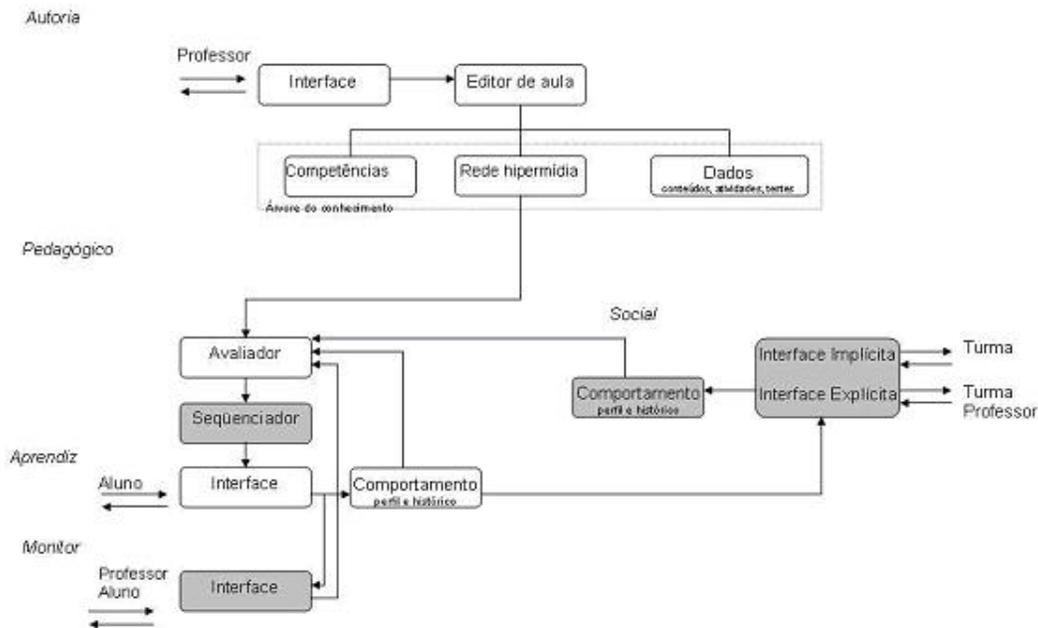


Figura 1. SATI: Arquitetura Proposta

2.1 Os Agentes Externos

Os possíveis usuários do sistema são definidos explicitamente como agentes externos. Estes interagem com o sistema e possuem objetivos distintos. São eles:

- Autor: aquele que utilizará o sistema como ferramenta de autoria. O autor fornecerá as informações que comporão o curso a ser tutorado. Cada curso terá uma única instânciação para o agente autor.
- Aprendiz: aluno que acompanhará o curso proposto. Para cada aprendiz existirá uma instânciação individual de cada curso. Assim, um mesmo curso, terá tantas instânciações conforme seu numero de aprendizes associados.
- Turma: conjunto de alunos que em determinado tempo acompanham o curso. Seu comportamento influenciará na didática utilizada pelo sistema ao apresentar/tutorar o curso ao aprendiz;
- Monitor: professor (não necessariamente o autor do curso) que poderá acompanhar/avaliar o desempenho de cada aprendiz/turma ao longo do curso. O monitor também pode propor atividades e intervir diretamente com os alunos.

Do ponto de vista da autoria, tal arquitetura permite a criação de cursos em diferentes domínios, em que o conhecimento do autor é armazenado através de hipertextos, imagens, vídeos e outros recursos multimídia, com uma interface para tal.

2.2 Módulo Autoria

Este módulo é responsável por armazenar as informações relacionadas ao curso fornecidas pelo autor, com uma interface de acesso a um editor de aulas que se compõe de competências, uma rede hipermídia e dados – texto, som, imagem e vídeo.

A rede hipermídia fornecida pelo autor é convertida internamente em um grafo onde os documentos associados ao curso são os nodos e o encadeamento entre tais assuntos (rede hipermídia) suas arestas. Atribuem-se ponderações as arestas (pesos). Tais pesos representam as competências necessárias ao aprendiz/turma para determinada transição entre os conteúdos. Através destas competências, o tutor habilitará as informações (conteúdos) que permitirão o avanço e realização do curso.

Tal estrutura de dados, fornecida pelo autor através da rede hipermídia, possibilitará ao aprendiz acompanhar o curso de forma linear ou não; vinculada à semântica do conteúdo.

Outros recursos gerenciados por tal módulo e associados a conteúdos são as *atividades* e *testes*. Atividades são tarefas nas quais o autor solicita aos aprendizes o desenvolvimento de alguma ação vinculada aos tópicos apresentados – por exemplo, o autor poderá solicitar que o aprendiz realize uma determinada atividade e descreva o processo e/ou resultados. A avaliação das atividades é subjetiva e realizada de forma não automática pelo(s) monitor(es) do curso. Já os testes são avaliações quantitativas realizadas pelo próprio tutor. Em sua versão atual estas são constituídas de questões com múltipla escolha, estabelecidas pelo autor durante a criação do curso. Ao longo da realização do curso o aprendiz/turma vai realizando os testes e atividades e, em função de seu desempenho, vai adquirindo competências.

2.3 Módulo Pedagógico

O módulo pedagógico – conhecido em alguns sistemas como tutor -, é responsável pela metodologia de ensino do sistema de tutor inteligente. Na arquitetura proposta tal módulo, através de seu *avaliador*, recebe e analisa as informações e competências associadas ao aprendiz/turma, adaptando a execução do curso com o perfil e comportamento destes.

Como dito, a realização do curso se dá através da navegação pela rede multimídia, cabendo ao módulo pedagógico orientar tal navegação. Cabe ao *seqüenciador*, presente em tal modulo, conduzir o aprendiz aos melhores caminhos para o seu melhor aproveitamento.

Supondo-se a estrutura em grafo proposta: os nodos sendo os conteúdos, as arestas a rede hipermídia e os pesos de cada aresta sendo a competência necessária para a realização/evolução do curso, pode-se traduzir o problema de condução/tutoramento do curso, realizado pelo modulo pedagógico, em um problema de busca de caminho em grafo, partindo-se de um nodo inicial (conteúdo inicial do curso) e chegando-se ao(s) nodo(s) final(is) (conteúdos finais do curso).

Posto de tal forma, tal problema poderá apresentar diferentes soluções, ou seja diferentes caminhos no grafo, representando diferentes maneira de condução do curso. A escolha de um caminho é dada pelo seqüenciador, que fornece a seqüência de apresentação dos conteúdos em função dos subsídios fornecidos pelo “avaliador”. A cada instante o avaliador é capaz de fornecer, por exemplo, o desempenho do aprendiz – competência – em função das atividades e testes por ele realizadas; bem como a competência/desempenho da turma – se a turma como um todo já alcançou determinada competência;

Tais avaliações habilitarão ou não determinados caminhos, que em função da filosofia pedagógica adotada conduzirão a uma determinada seqüência de encadeamento

do curso. Exemplos de diferentes abordagens pedagógicas poderiam ser aquelas conduzidas por buscas de caminhos em profundidade, largura, A*, etc.

O módulo pedagógico recebe as informações dos agentes externo, através dos módulos aprendiz, social e monitor. Em função da estratégia pedagógica adotada e das informações recebidas, novas ações são propostas de forma a melhorar o desempenho do aprendiz e da turma, com base em seu diagnóstico cognitivo, adaptando-se metodologicamente, conforme os dados armazenados. O módulo pedagógico tem autonomia para comparar procedimentos adotados, avaliando suas próprias decisões, de forma a concluir a respeito de melhores estratégias de sequenciamento ao longo do tutoramento (por exemplo, *chaveando* de um algoritmo de busca em largura, por um de busca em profundidade).

2.4 Módulo Aprendiz

Este módulo é responsável por se relacionar diretamente com o agente externo aprendiz. A cada novo aprendiz cadastrado o tutor inteligente se adapta às suas preferências – cor, tema, necessidades. A adaptação às preferências do aluno é possível devido à habilidade de tal módulo armazenar um histórico de cada aprendiz associado ao curso. Em função deste histórico, o módulo também pode traçar um perfil do aprendiz, que fornece o estado/características corrente deste, permitindo ao módulo pedagógico definir a melhor forma de conduzir seu processo de aprendizagem. A idéia é que tal módulo retrate de forma quantitativa e qualitativa o comportamento do aprendiz.

Para cada curso, e para cada aluno, existe uma instanciação deste modulo.

2.5 Módulo Social

O módulo social é responsável pela interface da turma com o aprendiz, possibilitando a aquisição de conhecimentos de forma cooperativa entre os alunos. Também, através de tal módulo, o tutor analisa a turma extraindo informações e conhecimentos que irão influenciar na condução do curso. Mais precisamente, são objetivos deste módulo:

- fornecer uma interface explicita entre os aprendizes da turma e monitor/autor;
- fornecer uma interface implícita entre monitor/autor e turma de forma que os professores possam acompanhar de forma implícita a troca de informações e o desempenho da turma;
- modelar o comportamento e desempenho da turma, fornecendo informações que serão utilizadas pelo módulo pedagógico para a condução dos cursos.

2.6 Um Detalhamento sobre as Interfaces

As interfaces têm como atribuição a comunicação entre os agentes externos e a arquitetura. A arquitetura proposta apresenta quatro interfaces distintas em cada um dos módulos que compõe o sistema (exceto pedagógico).

No módulo autoria a interface é destinada aos professores – autores –, que irão disponibilizar o curso. Tal interface apresenta uma rede de hiperlinks que inter-relacionam as informações disponibilizadas, um campo distinto para disponibilizar atividades e outro para propor testes, sendo que a estrutura das alternativas apresenta-se mapeada, cabendo ao professor introduzir os dados em cada um dos campos. Essa interface possibilita, ainda, que o professor pontue as competências necessárias para possibilitar que o usuário avance no conteúdo que está sendo tutorado.

A interface no módulo aprendiz apresenta campos para que o usuário se conecte ao tutor mediante uma senha possibilitando que o sistema identifique o usuário, e assim, por conseguinte, tenha um tutoramento adaptado às suas necessidades e particularidades, a partir do histórico armazenado pelo sistema.

No módulo monitor a interface é destinada ao monitor ou professor – que, como já foi mencionado, não é necessariamente o autor do curso. Através dessa interface o monitor terá acesso a informações do desempenho dos alunos – seu perfil e histórico -, possibilitando que o monitor identifique possíveis dúvidas mais frequentes, conteúdos que não apresentam clareza nos tópicos apresentados, ou simplesmente acompanhar o andamento do processo. Através dessa interface o monitor poderá avaliar o desempenho dos alunos nas atividades propostas e o andamento e a evolução dos mesmos no conteúdo disponibilizado.

A interface, no módulo social, apresenta-se configurada de duas formas: implícita e explícita. Na sua forma implícita, o módulo pedagógico é associado a cada aluno, recebendo informações do perfil e competências da turma (advindas de cada aprendiz), permitindo que se possa apurar a evolução da turma em um dado conteúdo, bem como realizar as inferências quando necessário. Já a interface explícita com a turma permite o estabelecimento de interações entre turma/ aprendiz/ monitor, através de fórum, *chat*, *email*, etc.

3. A implementação da Arquitetura: a Ferramenta SATI

A implementação da arquitetura proposta culminou no sistema SATI, o qual foi idealizado com o objetivo de auxiliar os professores, mesmo sem conhecimentos específicos em informática, a disponibilizarem seus conteúdos de forma autônoma através de uma interface amigável – ferramenta de autoria. O SATI é hoje uma ferramenta de acesso irrestrito (disponível em www.ee.furg.br/SATI), desenvolvida em plataforma linux, com código aberto.

Basicamente, um curso a ser executado pelo SATI é dividido em duas partes principais: o SATI-servidor e o SATI-cliente. O primeiro é o responsável pela realização do curso, encaminhando o conteúdo, comunicando os diferentes alunos, turmas, etc. Já o cliente é executado em cada uma das máquinas associada a cada aluno (aprendiz) que presencia o curso.

A linguagem utilizada para implementação do SATI foi o PHP, principalmente por esta ter seu código executado no servidor, facilitando a interação com bancos de dados e aplicações existentes no servidor, sem expor o código fonte para cliente.

No seu estado atual o SATI implementa parcialmente a arquitetura proposta na seção 2. A seguir descreve-se o sistema de tutoramento inteligente e de autoria.

3.1 SATI: Tutoramento Inteligente

A versão atual do SATI, implementada a partir da arquitetura proposta, é composta por uma interface principal (Figura 2) que apresenta os domínios que compõem o curso. A ferramenta apresenta um alternativas de encadeamento dos conteúdos, podendo estes serem acessados de forma não linear em função do ritmo de aprendizado de cada aluno, e do desempenho da turma. Através do tutor inteligente o aluno terá acesso aos conteúdos, atividades e testes propostos no avançar no ambiente virtual. Enfim, o SATI possibilita o acesso às informações de maneira autônoma, através de uma interface que

viabiliza a navegação de diferentes formas, vindo a contribuir para melhorar o processo de ensino e aprendizagem do aluno.

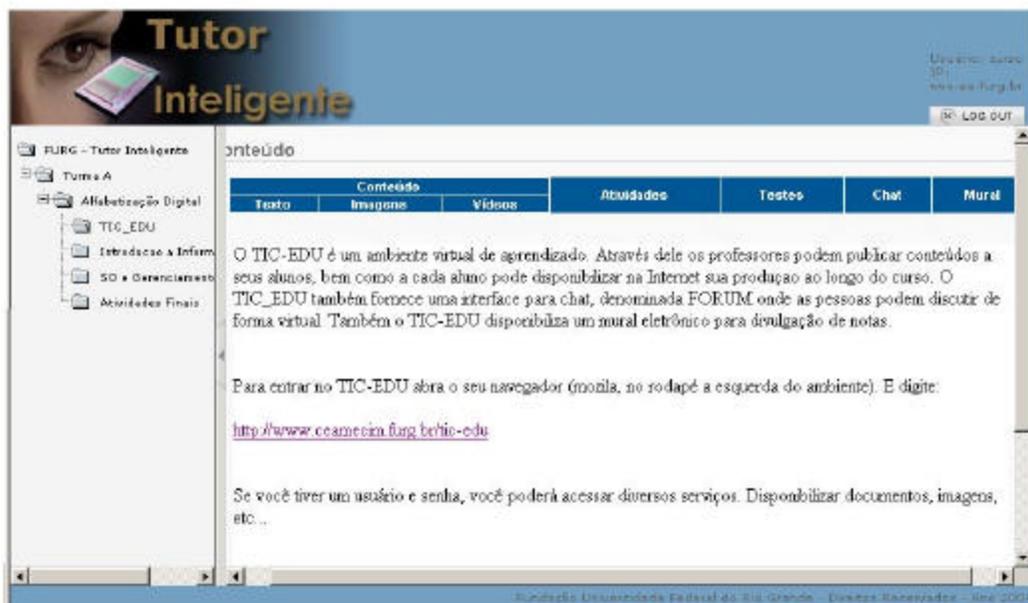


Figura 2. Interface do Tutor Inteligente

3.2 SATI: Sistema de Autoria

Através da ferramenta de autoria proposta pelo SATI, o professor poderá disponibilizar os conteúdos para o desenvolvimento de aulas, ou para que os alunos revisem aulas já ministradas. Através das informações disponibilizadas o aluno terá autonomia para revisar os conteúdos de acordo com suas dúvidas e interesses, pois o ambiente oferece ao usuário livre mobilidade.

A idéia é disponibilizar uma ferramenta de autoria de fácil uso, onde mesmo professores sem grandes conhecimentos de informática consigam usá-la com sucesso. Para tal, o módulo autoria constrói o grafo de conteúdos e links, através de uma rede hiperlinks pré-pronta. Tal rede organiza os conteúdos do curso em campos hierárquicos. O número de camadas e campos de cada camada são informados diretamente pelo autor no momento da confecção do curso.

Cada usuário externo fornece um perfil ao sistema (dados pessoais, foto, preferências de cor ...) e este pode ser acessado pelos componentes.

4. Um Estudo de Caso

O desenvolvimento e análises preliminares do SATI ocorreram no decorrer do curso de Especialização em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação – TIC-EDU – na Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG –, no ano 2003, como parte do processo de formação continuada oferecida aos professores das escolas da rede municipal de ensino participantes do projeto ESCUNA¹, na disciplina de Ecologia Digital. Com base na realidade vivenciada pelos professores-alunos e nas necessidades

¹ Projeto Escola-Comunidade-Universidade (ESCUNA) – <http://www.ceamecim.furg.br/escuna>

que emergiam durante o curso o SATI foi repensado e remodelado.

A análise da ferramenta foi realizada através das observações das experiências vivenciadas com a utilização da ferramenta na disciplina de Ecologia Digital. Esta pesquisa, de caráter qualitativo, partiu da observação participante, suscitando-se interações dos alunos com o ambiente virtual a fim de apontar as dificuldades, limitações e possibilidades da ferramenta.

O SATI foi apresentado em dois momentos para a turma, sempre com o acompanhamento das professoras, além de duas monitoras, que auxiliavam no uso do tutor pelos alunos. Em um primeiro momento os alunos exploraram o tutor inteligente durante as aulas para aquisição de informações referentes aos conteúdos da disciplina, como uma maneira alternativa às aulas presenciais sem o auxílio das tecnologias da informação e comunicação. Nas primeiras aulas alguns alunos apresentaram dificuldade em utilizar o tutor e realizar as tarefas propostas simultaneamente, o que foi superado logo em seguida. Com o uso do SATI, embora em uma versão experimental, as aulas tornaram-se mais dinâmicas, pois a arquitetura proposta possibilitou aos alunos autonomia na busca pelas informações de acordo com seu ritmo e interesse, assim como a revisão de conceitos e o (re)acompanhamento do curso a posteriori das aulas em sua própria casa (via Web).

Em um segundo momento, o sistema foi utilizado como ferramenta de autoria para o desenvolvimento de cursos pelos próprios professores (alunos do curso de formação). Constatou-se que a turma apresentou-se satisfeita com a atividade, e a maior necessidade que emergiu durante as aulas foi a utilização de recursos que ainda não haviam sido implementados, tais como recursos de mídia, imagem, chat, fórum, etc.

A ferramenta de autoria potencializou a criação de cursos de acordo com o conteúdo de sua preferência, possibilitando ao professor um repensar de novas formas para desenvolver suas aulas utilizando os recursos tecnológicos. Também pode-se diminuir o esforço (tempo, custo e/ou outros recursos) para construir os cursos, auxiliando o autor a articular ou organizar seu domínio ou conhecimento pedagógico.

5. Conclusão

Neste trabalho é proposta uma arquitetura modular onde faz-se a releitura de módulos clássicos, incluindo-se o módulo “social”, que acompanha o desempenho e evolução dos aprendizes enquanto grupo, ou seja, a turma. Procura-se definir claramente os agentes externos com seus papéis distintos (autor, aprendiz, monitor) enfatizando-se as inter-relações entre os mesmos. A utilização do conceito de grafos no módulo pedagógico, tratando o processo de acompanhamento do curso como um problema de busca, onde a escolha de um caminho ou seqüência de apresentação do curso é dada pelo seqüenciador em função dos subsídios fornecidos pelo “avaliador”, mostrou-se eficaz nas atividades do tutor.

O sistema proposto possui uma primeira versão implementada. A ferramenta denominada SATI, Sistema de Autoria e Tutor Inteligente vem sendo usada em diferentes contextos, tendo sido realizado um estudo de caso de seu uso em um curso de formação de professores na FURG. Este estudo permitiu a validação inicial da proposta, como um elemento dinâmico e significativo no processo ensino-aprendizagem.

Finalmente, em continuidade ao presente trabalho, busca-se atualmente estabelecer um relacionamento mais preciso entre algoritmos de busca em grafos e

filosofias pedagógicas, bem como a finalização da implementação do SATI com a finalização dos módulos apresentados na arquitetura proposta e a realização de um maior volume de testes e validação dos resultados. Pretende-se também investigar possibilidade da utilização de redes bayesianas para definir as ações do tutor e as opções pedagógicas a tomar [Gamboa 2001] [Santos 2005].

6. Referências

- Azevedo, B. F. T.; Tavares, O.L. (1998) “Um sistema tutor inteligente para suporte à aprendizagem de ‘conceitos de orientação à objetos’”. Revista Engenharia, UFES, Espírito Santo, Novembro.
- Eberspächer, H. F. e Kaestner, C. A. A. (1998) “Arquitetura de um sistema de autoria para construção de tutores inteligentes hipermédia e seu posicionamento na Informática Educativa”. In: Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação (RIBIE), 4., Anais. Brasília.
- Gamboa, H.; Fred, A. (2001) “Designing Intelligent Tutoring Systems: a Bayesian Approach”. In: 3rd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS). 1. Anais. Setubal, Portugal .
- Giraffa, L.M.M. (1999) “Estratégias de Ensino em Sistemas Tutores Inteligentes Modelados através da Tecnologia de Agentes”. In: Revista Brasileira de Informática na Educação, Setembro. p. 9-17.
- Giraffa, L.M.M; Goulart, R. V. (2003) “Arquitetura de sistemas tutores inteligentes”. <http://www.pucrs.br/inf/pos/dissertacao/resumos/rodrigo.htm>. Outubro.
- Marrieto, M.G.B.; Ornar, N. (2000) “Definição dinâmica de estratégias instrucionais em sistemas de tutoria inteligentes: uma abordagem multiagentes na WWW”. In: SBIE 2000. Anais. Maceió, Alagoas. p.154–159.
- Pereira, A.S.; Geyer, C.F.R. (2000) “Um Agente para Seleção de Estratégias de Ensino em Ambientes Educacionais na Internet”. In: IBERAMIA – SBIA 2000. Anais. Atibaia, São Paulo. p.362-369.
- Santos, E. (2005) “Bayesian Networks Tutorial”. <http://www.engr.uconn.edu/cse/IDIS/BayesianNetworks/tutorial.html>. Maio.
- Tedesco, P.A.; Self, J. (2000) “Using Meta-Cognitive Conflicts to support Group Problem Solving. In: Intelligent Tutoring Systems, ITS 2000; Anais. Montreal, Canadá. p.232-241.
- Schmitz, A.;López, O.C.; Avila R.F. (2002) “Ferramenta de autoria de sistemas tutores inteligentes construindo o modelo do domínio do conhecimento com redes semânticas”. In: II Congresso Brasileiro de Computação – CBCComp 2002 Informática na Educação. Anais. Itajaí, SC.
- Vicari, R.M.; Giraffa, L.M.M. (2003) “Fundamentos de Sistemas Inteligentes”.. In: Barone, D.; et alii. Sociedades artificiais: a nova fronteira inteligência nas máquinas. Porto Alegre: Bookman.