



UM SISTEMA HIPERMÍDIA ADAPTATIVO PARA O ENSINO DE ENGENHARIA BASEADO EM MAPAS CONCEITUAIS E REDES BAYESIANAS

Miguel R. F. Santibañez^{1,2} – raymundo@comp.ita.br

¹ Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA

Praça Mal. Eduardo Gomes, 50,

12228-900 - São José dos Campos - SP

² Universidade Cruzeiro do Sul- UNICSUL

Campus São Miguel: Av. Dr. Ussiel Cirilo, 225

08060-070 São Paulo – SP

Osamu Saotome¹ – osamu@ele.ita.br

Adilson M.da Cunha¹ – cunha@comp.ita.br

Resumo: Uma das áreas recentes de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias educacionais são os Sistemas Hiperídia Adaptativos (SHA). SHA combinam e aplicam conceitos de sistemas hiperídia e de sistemas tutores inteligentes. Esses sistemas utilizam modelos para a obtenção de informações sobre conhecimentos, metas, experiências, preferências e background dos estudantes. Os modelos são aplicados por meio de interações com os estudantes para adaptar os conteúdos hiperídia e as estruturas navegacionais. Sistemas hiperídia educacionais representam aplicações típicas de SHA, onde o estudante possui uma certa meta de aprendizagem. O advento da Web introduziu um novo paradigma para a construção de sistemas de aprendizagens inteligentes, acessíveis, e independentes do tempo e espaço. Neste artigo, propõe-se Um SHA para o Ensino de Engenharia baseado em Mapas Conceituais e Redes Bayesianas para ser utilizado nos Cursos de Graduação do ITA, que proporcione apoio personalizado ao processo de ensino/aprendizagem. Para a modelagem dos conteúdos hiperídia são utilizados mapas conceituais, como um recurso instrucional que propicia organização e representação, sob a forma diagramática, de conceitos e seus relacionamentos. As Redes Bayesianas serão utilizados para estimar e inferir graus de conhecimento do estudante sobre os conceitos contidos no domínio de aplicação.

Palavras-chave: Hiperídia adaptativa, Redes bayesianas, Mapas conceituais, Modelagem do domínio e estudante, Construtivismo.



1. INTRODUÇÃO

Sistemas hipermídia educacionais são sistemas de aprendizagem baseado em computadores onde o material de ensino é apresentado em forma hipermídia. Além disso, eles apóiam a livre exploração do material, onde o estudante tem controle completo sobre o processo de aprendizagem (processo de aprendizagem dirigido pelo estudante), estes sistemas são cada vez mais usados no ensino dos cursos de graduação de Engenharia, encontrando-se muitas aplicações na Internet.

Sistemas de Tutores Inteligentes são sistemas de tutoramento que apóiam o estudante em adquirir conhecimento por adaptação dinâmica do sistema ao estudante individual. O estudante tem pouco controle sobre o processo de aprendizagem (processo de aprendizagem dirigido pelo sistema), mais o sistema guia diretamente ao estudante e adapta a seu nível de conhecimento. O estudante é incapaz de influenciar diretamente no processo de aprendizagem MURRAY (1999).

Para DE BRA (1990) uma das áreas recentes de pesquisa e desenvolvimento em tecnologias educacionais são os Sistemas Hipermídia Adaptativos. Um sistema hipermídia adaptativo combina e aplica conceitos de sistemas hipermídia e de sistemas tutores inteligentes. Esses sistemas utilizam modelos para a obtenção de informações sobre conhecimentos, metas, experiências, preferências e *background* dos estudantes. Os modelos são aplicados por meio de interações com os estudantes para adaptar os conteúdos hipermídia e as estruturas navegacionais. Sistemas hipermídia educacionais representam aplicações típicas de sistemas hipermídia adaptativos, onde o estudante possui uma certa meta de aprendizagem.

O advento da Web introduziu um novo paradigma para a construção de sistemas de aprendizagens inteligentes, acessíveis, e independentes do tempo e espaço. Dentro desse contexto, uma meta de pesquisa desafiadora consiste em desenvolver sistemas hipermídia educacionais adaptativos, que possam prover apoio personalizado ao processo de aprendizagem dos estudantes.

De acordo com VASSILEVA (1998) a adaptatividade diz respeito ao apoio à navegação e à apresentação, que ajudam o estudante a localizar e compreender materiais relevantes. Por tanto, um fator importante é a construção de conteúdos hipermídia de qualidade com recursos pedagogicamente corretos e efetivos, assim como, a forma em que o conteúdo é selecionado, estruturado e apresentado. Estes conteúdos hipermídia têm que ser relevante e adequado às metas de aprendizagem e de acordo aos estilos de aprendizagem e habilidades cognitivas dos estudantes.

Os conteúdos das aplicações hipermídia educacionais são muitas vezes construídos por professores e desenhadores instrucionais para apoiar as necessidades da aprendizagem específicas do estudante. Estes autores usam a estratégia “um tamanho fixo para todos” e esperam que uma grande quantidade de estudantes possa fazer uso do material instrucional em diferentes contextos de situações de aprendizagem.

É obvio que materiais de curso estáticos não podem reunir os requerimentos que resultam de diferentes preferências de aprendizagem e conhecimento existente, incrementando a demanda para estruturas de cursos mais flexíveis e conteúdos de cursos cambiantes. Um enfoque para resolver este problema é aplicar um modelo de estudante e adaptatividade à criação de aplicações hipermídia.

Neste artigo, propõe-se Um Sistema Hipermídia Adaptativo para o Ensino de Engenharia baseado em Mapas Conceituais, Redes Bayesianas e métodos da aprendizagem baseados na construção do conhecimento do próprio estudante para ser utilizado nos Cursos de Graduação de Engenharia do ITA. Para a modelagem dos conteúdos hipermídia são utilizados mapas conceituais, como um recurso instrucional que propicia organização e representação, sob a

forma diagramática, de conceitos e seus relacionamentos. Sendo que já se conta com a ferramenta computacional para a construção dos mapas conceituais do domínio de conhecimento foi prevista a continuação desta pesquisa reutilizar e acrescentar na ferramenta características próprias para a construção de Redes Bayesianas visando propiciar atualizações e inferências sobre conhecimentos do estudante no processo de estruturação de sistemas hipermídia adaptativos. As Redes Bayesianas, também conhecidas como redes probabilísticas ou redes causais, são estruturas gráficas utilizadas para estimar graus de conhecimentos do estudante sobre cada conceito contido em diferentes domínios de aplicação, assim como para gerenciar a incerteza na modelagem do estudante VALLDEPERAS (2000).

2. SISTEMAS HIPERMÍDIA ADAPTATIVOS

De acordo com FERNÁNDEZ (2000) na atualidade, os sistemas hipermídia tornam-se cada vez mais populares como ferramenta de acesso à informação dirigida pelo usuário. Na medida que nossa sociedade evoluciona, o desenvolvimento de sistemas educacionais estáticos, desenhados para resolver as necessidades de um estudante em geral se faz cada vez mais ineficaz. É necessário uma tecnologia que possa individualizar segundo as múltiplas e variadas diferenças inerentes aos estudantes.

Na forma tradicional da instrução, apresenta-se a informação aos estudantes de maneira seqüencial, enquanto que na tecnologia hipermídia é o próprio estudante quem decide a ordem de acesso a qualquer informação da base de conhecimento. Posto que os estudantes têm estruturas de conhecimento únicas baseadas em suas experiências e habilidades, as maneiras nas que elegem aceder, interacionar e inter-relacionar a informação da base de conhecimento serão também diferentes. Os ambientes de aprendizagem baseados no paradigma hipermídia permitem que a base de conhecimento se ajuste ao estudante em lugar que o estudante se acomode à base de conhecimento.

Um sistema hipermídia adaptativo incrementa a funcionalidade de um sistema hipermídia. Segundo JAMESON (1996) o objetivo deste sistema é personalizar os sistemas hipermídia para cada estudante. Assim cada estudante terá uma visão e possibilidade de navegação individualizada para trabalhar com o sistema hipermídia.

De acordo com BRUSILOVSKY (2001) os sistemas hipermídia adaptativos combinam idéias de sistemas hipermídia e sistemas tutores inteligentes e usam um modelo do estudante para coleccionar informação acerca de seu conhecimento, metas, experiência, preferências e *background* para adaptar o conteúdo e a estrutura navegacional. Por exemplo, para um estudante com pouco conhecimento pode ser útil ler mais informação introdutória antes de ir ao detalhe. Porém a mesma informação poderia não ser interessante para um estudante avançado. Aqui, a escolha da informação certa no momento certo é a tarefa do modelo de estudante.

Os Sistemas hipermídia adaptativos ajudam a superar o "problema de perdidos no hiperespaço". As metas e conhecimento do estudante podem ser usados para limitar o número de *links* disponíveis num sistema hipermídia.

Um sistema hipermídia adaptativo é todo sistema hipermídia e hipertexto o qual reflete algumas características do estudante no modelo do estudante e aplica este modelo para adaptar vários aspectos visíveis do sistema ao estudante.

Aplicações típicas de sistemas hipermídia adaptativos são sistemas hipermídia educacionais onde o estudante tem uma certa meta de aprendizagem. Nestes sistemas, o foco está no conhecimento dos estudantes os quais poderiam variar de forma imensa. O estado de conhecimento cambia durante o trabalho com o sistema. Assim, uma modelagem adequada do conhecimento cambiante, uma atualização apropriada e a habilidade para fazer as conclusões

corretas sobre a base das estimações do conhecimento atualizado são a parte crítica num sistema hipermedia educacional.

Um sistema hipermedia adaptativo coleciona informação acerca dos estudantes. Sobre a base de estas características individuais, este adapta seu conteúdo e possibilidades navegacionais para o estudante particular, como mostrado na “Figura 1”.

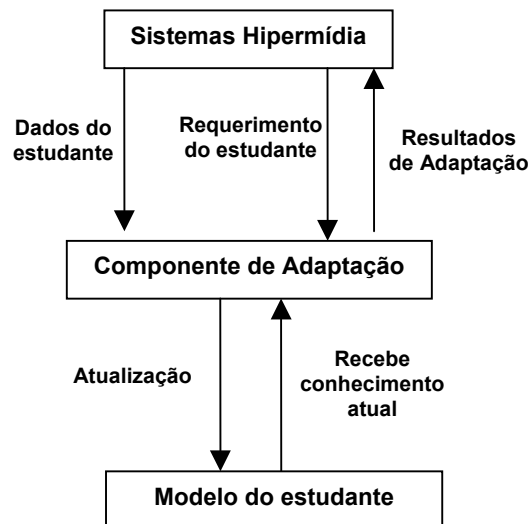


Figura 1. Visão esquemática de um Sistema Hipermedia Adaptativo.

Para HENZE (2000) sistemas hipermedia adaptativo possibilitam entregar vistas personalizadas de documentos hipermedia, pelo autor. Ainda que é possível oferecer aos estudantes uma maneira para inicializar a modelagem do estudante através de um questionário, um sistema hipermedia pode fazer a adaptação automaticamente observando o conhecimento de navegação do estudante.

Enquanto que um estudante está navegando através de um hiperdocumento adaptativo todas as ações são registradas, baseado nestas observações o sistema hipermedia adaptativo mantém um modelo do conhecimento dos estudantes acerca de cada conceito do domínio de conhecimento HOOK (1996).

Sistemas hipermedia adaptativos necessitam de dados para fazer suposições acerca do estudante. BRUSILOVSKY (1998) identificou cinco características que são tratados em sistemas hipermedia existentes: conhecimento do usuário, metas, preferências, *background* e experiências. Adicionalmente considera-se a velocidade de aprendizagem.

- Conhecimento do estudante: Em sistemas hipermedia adaptativos existentes, o conhecimento do estudante é a informação mais importante para a adaptação. Especialmente em sistemas educacionais, o estado cambiante do conhecimento do estudante é uma parte crítica para a adaptação. O sistema sempre tem que atualizar sua estimativa acerca do conhecimento do estudante e o componente de adaptação tem que usar o estado atual de conhecimento para fazer seus passos de adaptação.
- Metas do Estudante: Metas de um estudante dependem de seu trabalho corrente com o sistema hipermedia. No caso de um sistema educacional uma meta pode ser a solução de um problema ou uma meta de aprendizagem.
- Preferências do Estudante: Estudantes de sistemas hipermedia adaptativos têm diferentes preferências, por exemplo, tipos de fonte, figuras ou exemplos. Estas são características as quais não poderiam ser estimadas pelo sistema sem alguma entrada do estudante. Sistemas que refletem as diferentes classes de preferência permitem aos

estudantes afinar estas características. Pode-se assumir que as preferências não são assunto de cambio rápido.

- *Background* do Estudante: Por *background* do estudante, entendem-se todas as experiências e conhecimento de um estudante os quais não são tópicos do sistema hipermídia adaptativa por si mesmo. Por exemplo, experiência de programação na linguagem Prolog poderia pertencer ao *background* de um estudante em um sistema hipermídia acerca de aprendizagem da linguagem de programação Java.
- Experiência do Estudante: Esta característica está relacionada com a experiência de hipertexto de um usuário. Se o estudante tem trabalhado com sistemas hipermídia antes, tem também trabalhado com um sistema hipermídia adaptativo?.
- Velocidade de aprendizagem do estudante: Esta característica do usuário é importante para sistemas hipermídia educacionais e poderia ser refletida. estudantes com diferentes preferências de aprendizagem e diferente velocidade de aprendizagem poderiam ser apoiados suficientemente.

3. MODELAGEM DO DOMÍNIO: MAPAS CONCEITUAIS

Capturar o conhecimento do experto em Engenharia é um componente essencial do processo de gestão do conhecimento. Uma vez que os modelos de conhecimento dos expertos são disponíveis, eles podem prover um recurso valioso para comparar, refinar e reusar conhecimento. Um enfoque para obter os modelos de conhecimento é desenvolver ferramentas para capacitar aos expertos em Engenharia para que eles mesmos construam modelos de seu conhecimento.

O processo de desenhar uma aplicação hipermídia envolve selecionar um tópico, criar uma modelagem do domínio para facilitar o entendimento da estrutura da informação e a criação da interface.

Segundo THURING (1995) modelagem do domínio é um método valioso de ganhar um entendimento da estrutura da informação dentro do domínio instrucional. O enfoque sugerido na modelagem do domínio é a utilização da técnica de mapas conceituais, que consiste numa representação gráfica bi-dimensional de conceitos e suas relações semânticas para a construção do domínio de conhecimento. Os conceitos são entidades semânticas, eles estão semanticamente relacionados a outros conceitos.

As relações semânticas geram a estrutura navegacional entre os conceitos. Esta estrutura navegacional pode ser anotada (já conhecido, sugerido, muito dificultoso) de acordo ao conhecimento do estudante (estrutura navegacional adaptativa).

Mapeamento conceitual foi primeiro proposto em cenários educacionais para ajudar a assistir aos estudantes no entendimento e ajudar na construção, comparação e refinamento do conhecimento. Segundo NOVAK (1998) Mapa Conceitual é um recurso instrucional para organizar, representar e comunicar uma ampla variedade de domínios de conhecimento em forma de diagramas hierárquicos, composto de conceitos e relações. Os mapas conceituais parecem ser similares a redes semânticas mais não tem uma semântica e vocabulário fixo, eles simplesmente fazem explícita qualquer conjunto de conceitos e relações em qualquer vocabulário que o experto escolhe.

Mapeamento conceitual prove um meio para capturar e examinar conceitos, como uma ferramenta para ajudar aos expertos e novatos em construir e refinar seu próprio entendimento de um domínio. Segundo BELISLE (2000), ferramentas de computador para mapeamento conceitual autoriza aos expertos a diretamente construir, navegar, compartilhar e criticar modelos ricos em conhecimento.

SANTIBAÑEZ (1999) desenvolveu uma ferramenta para gerar e modificar mapas conceituais em forma eletrônica, com facilidades de reuso, e uma interface amigável ao estudante na linguagem de programação Java.

4. MODELO DE ESTUDANTE: REDES BAYESIANAS

De acordo com KETTEL (2000) uma das principais metas da modelagem do estudante em sistemas hipermídia educacionais é guiar ao estudante. O estudante tem suas metas de aprendizagem e conhecimento prévio o qual pode ser refletido no sistema, para adaptar o conteúdo e a estrutura de *links* do hiperdocumento.

Segundo RICH (1978), na modelagem de estudante por estereótipo, os estudantes pertencentes a uma certa classe são assumidos que tem a mesma característica. A classificação por estereótipo pode ser feita para cada característica de adaptação. Quando é usada a modelagem do estudante por estereótipo, o seguinte problema pode ocorrer: os estereótipos poderiam ser especializados ficando eles obsoletos (desde que eles consistem de não mais um estudante), ou um estudante não pode ser classificado de nenhuma maneira.

No modelo de Estereótipo o estudante individual é asignado a um ou mais estereótipos (tais como novato, principiante, intermédio, avançado ou experto) cada estereótipo tem suas propriedades pré-definidas e o estudante que pertence a esse estereótipo herda suas propriedades.

Para GREER (1994) o modelo de estudante é a fonte para a personalização do conteúdo e navegação no sistema hipermídia adaptativo e armazena informação acerca de um estudante individual.

A modelagem do estudante é baseada no modelo estereótipo e implementada como uma rede bayesiana que contem os conceitos como nós da rede e provem uma probabilidade para cada conceito que corresponde a uma estimacão do conhecimento do estudante acerca de esse conceito. As dependências entre conceitos são expressas por probabilidades condicionais entre os conceitos.

De acordo com HERCKERMAN (1995) Redes Bayesianas são grafos acíclicos dirigidos no qual os nós representam variáveis, os arcos denotam a existência de influências causais diretas entre as variáveis enlaçadas e a potência dessas influências é expressa por probabilidades condicionais para frente.

Segundo PEARL (1988) uma rede bayesiana consiste de um conjunto de variáveis onde cada variável tem um conjunto finito de estados mutuamente exclusivos. As variáveis junto com as aristas dirigidas formam um grafo acíclico dirigido. (Um grafo dirigido é acíclico se não tem um caminho dirigido. $A_1 \rightarrow \dots \rightarrow A_n$ tal que $A_1 = A_n$) e para cada variável A com pais B_1, \dots, B_n tem unido uma tabela de probabilidade condicional $P(A|B_1, \dots, B_n)$.

A inferência bayesiana é usada para atualizar a modelagem do estudante, os resultados da modelagem de estudante atualizado são usados ao fazer decisões para individualizar a aplicação hipermídia COOPER (1990).

Aplicações de modelos gráficos probabilísticos na tarefa de modelar a crença, intenções, metas e necessidades dos estudantes são de crescente interesse. Tais problemas da modelagem do estudante são dominados por incerteza.

Tipicamente, a parte mais dificultosa que consome grande parte do tempo na construção de um modelo de redes bayesianas é a quantificação das probabilidades. As probabilidades podem ser derivadas de várias fontes: elas podem ser obtidas por entrevistas com o experto do domínio para extrair suas probabilidades subjetivas.

A teoria de probabilidades prove os métodos necessários para inferência automatizados baseado em probabilidade condicional. RUSSELL (1995) manifestam que Redes bayesianas



provêm uma forma gráfica de desenhar modelos probabilísticos baseados no conceito de probabilidade condicional.

O modelo das dependências de aprendizagem entre conceitos é representado por uma ordem parcial entre estes conceitos onde $C1 < C2$ denota o fato que $C1$ tem que ser aprendido antes que $C2$, porque o entendimento de $C1$ é um pré-requisito para entender $C2$.

A vantagem de usar redes é a manipulação de incerteza em nossas observações. Pode-se usar um vetor com 5 valores de probabilidade para estimar o grau de entendimento de um conceito específico ao grau de excelente (estudante experto), alguma dificuldade (estudante avançado), mediana dificuldade (estudante intermédio), muita dificuldade (iniciante), desconhecimento (novato).

Este trabalho propõe um enfoque baseado em redes bayesianas na modelagem do estudante para estimar o grau de conhecimento dos estudantes sobre cada item de conhecimento contido no domínio de aplicação e fazer inferências encima do modelo de conhecimento do domínio de aplicação.

5. TEORIA DE APRENDIZAGEM: CONSTRUTIVISMO

O paradigma dos sistemas hipermídia permite por em prática uma aprendizagem segundo a tendência da teoria de aprendizagem construtivista. Para entender o construtivismo é preciso conhecer os princípios cognitivos da aprendizagem, especificamente, os modelos mentais. Os cognitivistas procuram explicar que ocorre durante a aprendizagem e os construtivistas tentam aplicá-lo na sala de aula. A teoria cognitivista e o construtivismo indicam que os estudantes utilizam modelos internos e modelos mentais para ajudar-lhes a interpretar e incorporar experiências e então construir conhecimento.

A conceição construtiva da aprendizagem ajusta-se melhor às características dos sistemas hipermídia, já que tão só consiste em proporcionar ao estudante num contexto no qual desenvolva seu trabalho. As decisões de que tratar antes e depois as toma o próprio estudante.

Para BRANDT (1997), o surgimento dos sistemas hipermídia, motivaram o desenvolvimento de ferramentas computadorizadas segundo o paradigma da teoria construtivista.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo é apresentar os modelos usados no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem inteligente e mostrar como podem ser integrados para construir um sistema hipermídia adaptativo para o ensino de dos cursos de graduação em Engenharia do ITA.

Na sociedade de informação de hoje, a tecnologias de informação tem sido introduzida em todos os campos de atividade, e tem ocasionado novos desafios no campo de educação. Tremendos câmbios em esta área podem ser visto especialmente no uso de melhor e mais eficiente método de ensino e aprendizagem, novas oportunidades para aprendizagem a distancia e as propostas para aprendizagem para toda a vida, qual é conveniente e cada vez mais importante em estes dias. A capacidade para individualizar o acesso à informação para acomodar-se à diversidade de estudantes possíveis tem sido um dos principais objetivos da tecnologia da educação.

Com o rápido crescimento da Internet e a popularidade da WWW, sistemas educacionais baseados na Web são apropriadamente mais atrativos. Entre esta, hipermídia adaptativa em particular está jogando um rol clave ultimamente. Seu principal propósito é melhorar a



usabilidade de hipermídia através da integração de técnicas inteligentes, o qual capacita ao sistema a entender a um estudante individual, disponibilizando e apresentando informação personalizada e apoiando a navegação dinâmica para material baseado na Web. Esta habilidade para se adaptar às necessidades de um estudante individual pode significativamente melhorar o processo de ensino, desde que tem sido demonstrado que o melhor método de ensino é o ensino individualizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELISLE, C., ZEILIGER, R. Constructing graphical maps as cognitive tools for web based learning, In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA & TELECOMUNICATIONS, 2000, Montreal, **Proceedings**. Montreal, Ca.: Association for the Advancement of Computing in Education, 2000.

BRANDT, D. S. Constructivism: teaching for understanding of the Internet. **Communications of the ACM**, USA, v. 40, n. 10, p. 112-117, 1997.

BRUSILOVSKY, P., 1998. **Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia**, Adaptive Hypertext and Hypermedia, Kluwer Academic Publisher, 1998, p. 1-43.

BRUSILOVSKY, P. 2001. in Miller, P. **Course Delivery Systems for the Virtual University, Access to knowledge: New Information Technologies and the Emergence of the Virtual University**, Amsterdam: Elsevier Science and International Association of Universities, 2001. p. 167-206.

COOPER, G. The Computational complexity of probabilistic inference using bayesian belief networks. **Artificial Intelligence**, v. 42, p. 393-405, 1990.

DE BRA, P. Design issues in adaptive hypermedia application development. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE SYSTEMS AND USER MODELING ON THE WORLD WIDE WEB, 1999. Toronto and Banff, Canada. **Proceedings**. Toronto and Banff: Editors P. Brusilovsky and P. De Bra, available as CSN 99/07, TUE, 1999, p. 29-39.

FERNÁNDEZ, T. P. **Un hiperentorno adaptativo para el aprendizaje instructivo/constructivo**. Tesis (Doctorado en Informática), Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad del País Vasco, España 2000.

GREER, J. E.; MCCALLA, G. I. **Student Modeling: the key to individualized knowledge-based instruction**. Nato ASI Series, Berlin: Springer-Verlag, v. 125, 1994.

HENZE, N. **Adaptive Hyperbooks: adaptation for project-based learning resources**. 2000. Thesis (Ph.D. in Informatik), Institut für Technische Informatik, University of Hannover, Germany.

HERCKERMAN, D.; et al. Real-world applications of bayesian networks. **Communications of the ACM**, n. 38, p. 24-68, 1995.

HOOKE, K. et al. A glass box approach to adaptive hypermedia. **User Modeling and User Adapted Interaction**. v.6, n. 2-3, p.157-184, 1996.



JAMESON, A. Numerical uncertainty management in user and student modeling: An overview of systems and issues. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, n. 5, p. 193-251. 1996.

KETTEL, L., et al. Generating individualized hypermedia applications. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE HYPERMEDIA, INTERNATIONAL INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS CONFERENCE, 2000, Montreal. **Proceedings**. Montreal, 2000 p. 28-36.

MURRAY, T. Authoring intelligent tutoring systems: an analysis of the state of the art. **International Journal of Artificial Intelligent in Education**, v. 10, p. 98-129, 1999.

NOVAK, J. D. **Learning, Creating and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tool in School and Corporations**. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, USA, 1998.

PEARL, J. **Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference**. San Mateo, CA: Morgan-Kaufmann, 1988.

RICH, E. User Modeling via stereotypes. **Cognitive Science**. v. 3, p. 329-354, 1978.

RUSSELL, S., NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Los Altos, CA: Morgan-Kaufmann, 1995.

SANTIBAÑEZ, M. R. F. **SICH: Um ambiente de apoio à pré-autoria de cursos hipermedia**. 1999. Tese (Mestrado em Ciências). Área de Informática, Departamento de Engenharia Eletrônica e Computação, Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São Jose dos Campos – São Paulo.

THÜRING, M.; ET AL. Hypermedia and cognition: design for comprehension. **Communication of the ACM**, v. 38, n. 8, 1995.

VALLDEPERAS, E. M. **Sistema bayesiano para modelado del alumno**. 2000. Tesis (Doctorado en Ciencias de la Computación) Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Málaga España. p.185.

VASSILEVA J. DETERS R. Dynamic courseware generation on the WWW, **British Journal of Educational Technologies**, n. 29, v. 1, p. 5-14, 1998.

ADAPTIVE HYPERMEDIA SYSTEMS FOR TEACHING ENGINEERING BASED ON CONCEPTUAL MAPS AND BAYESIAN NETWORKS

***Abstract:** One of the recent areas of research and development of educational technologies are the Adaptive Hypermedia Systems (AHS). AHS combines and they apply concepts of hypermedia systems and of intelligent tutoring systems. Those systems use models for the obtaining of information on knowledge, goals, experiences, preferences and the students' background. The models are applied by means of interactions with the students to adapt the contents hypermedia and the navigation structures. Educational hypermedia Systems represents typical applications of AHS, where the student possesses a certain learning goal. The coming of the Web introduced a new paradigm for the construction of intelligent learning systems, accessible, and independent of time and space. In this article, intends a AHS for the Teaching of Engineering based on Conceptual Maps and Bayesian Networks to be used for teaching Engineering Undergraduation Courses at the Brazilian Aeronautical Institute of Technology (Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA), that it provides support personalized to the teaching/learning process. For modeling the contents hypermedia conceptual maps are used, as a resource instructional that propitiates organization and representation, under the form graphic, of concepts and its relationships. The Bayesian Networks will be used to esteem and to infer degrees of the student's knowledge on the concepts contained in the application domain.*

***Key-words:** Adaptive hypermedia, Bayesian networks, Conceptual maps, Domain and student modeling, Constructivism.*