



UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM VIA WWW BASEADO EM INTERFACES INTELIGENTES PARA O ENSINO DE ENGENHARIA

Delfa M. H. Zuasnábar^{1,2} – delfa@directnet.com.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

José S. E. Germano¹ – silverio@fis.ita.br

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

Resumo: *O avanço recente das tecnologias de informação e comunicação tem propiciado a adoção de novos padrões nos processos didático-pedagógicos, que podem modificar as relações de ensino-aprendizagem para a educação e treinamento no mundo moderno. Uma dessas aplicações é representada pelos ambientes de aprendizagem baseados na WWW, que apresentam páginas hipermídia estáticas cujo conteúdo é igual para todos os alunos, que normalmente possuem diferentes habilidades, experiência Web, e conhecimento. Esses ambientes possuem interfaces pouco intuitivas e complexas para sua interpretação, causando grande sobrecarga cognitiva, dificultando seu manuseio e o processo de construção do conhecimento do aluno. Interfaces Inteligentes (II) visam superar problemas, devido à complexidade crescente da interação homem-computador, e são desenhadas para personalizar a conduta interativa do sistema, considerando as necessidades individuais dos alunos e alterando as condições dentro de um ambiente de aplicação. Um enfoque das II inclui características adaptativas baseadas na modelagem do aluno como a maior fonte de seu comportamento inteligente. Nesse contexto, um tema de pesquisa desafiante envolve os ambientes de aprendizagem na WWW, que incorporem II e propiciem aos alunos uma aprendizagem personalizada. Este trabalho propõe um ambiente de aprendizagem na WWW baseado em II para Ensino de Engenharia nos Cursos de Graduação do ITA.*

Palavras-chave: *Ambientes de aprendizagem, Interfaces inteligentes, Aprendizagem personalizada, Adaptatividade, WWW.*

1. INTRODUÇÃO

O avanço recente das tecnologias de informação e comunicação tem propiciado a adoção de novos padrões nos processos didáticos, que podem modificar as relações de ensino-aprendizagem para a educação e treinamento no mundo moderno. As novas tecnologias têm aportado ao campo da educação aspectos inovadores que supõem melhorias qualitativas nas formas de ensinar e aprender. A sua introdução reduz o custo efetivo da aplicação de teorias e princípios pedagógicos, assim como possibilita a exploração de modelos procedentes de diferentes campos, facilitados por sua interação, permitindo uma visão integradora.

Uma das aplicações das tecnologias de informação e comunicação são os Ambientes de Aprendizagem baseados na WWW, os quais apresentam páginas de hipertexto/hipermídia estáticas, cujo conteúdo é o mesmo para todos os alunos, que normalmente possuem diferentes habilidades, experiências Web, e conhecimentos DUFRESNE (1997). Essas interfaces são geralmente pouco intuitivas e bastante complexas para sua interpretação, dificultando seu manuseio por parte dos usuários. Tudo isso causa no aluno uma grande sobrecarga cognitiva, dificultando o processo de construção do conhecimento.

A interação entre o aluno e o ambiente de aprendizagem ocorre através de interfaces que devem ser amigáveis e atraentes, de forma que não haja perda de interesse do assunto abordado. Segundo HÖÖK (1997), essas características são alcançadas quando são utilizadas técnicas relacionadas ao modelo do usuário e adaptatividade. A inteligência das interfaces deve fazer os sistemas se adaptarem aos usuários, tirar as suas dúvidas, permitir um diálogo entre usuários e sistema, ou apresentar informações integradas e compreensíveis, utilizando vários modos de comunicação. Esses planos devem ser utilizados, de maneira a decidir como ajudar o usuário a atingir seus objetivos LANGLEY (1999).

Para PUERTA (1990) as interfaces de usuário inteligente procuram melhorar a interação de todos. As interfaces inteligentes visam superar problemas, devido à complexidade crescente da interação homem-computador. Elas são projetadas para personalizar a conduta interativa de um sistema, considerando as necessidades individuais dos usuários, e alterando as condições dentro de um ambiente de aplicação.

Um amplo enfoque de interfaces de usuário inteligente inclui características adaptativas como a maior fonte de seu comportamento inteligente. Além disso, pode usar as seguintes técnicas inteligentes: Adaptatividade do Usuário, que permite que a interação sistema-usuário seja adaptada a diferentes usuários e a diferentes situações de uso; e Modelagem do Usuário, técnica que permite ao sistema manter o conhecimento acerca do usuário.

A WWW é um excelente meio de comunicação, que permite disponibilizar material didático na Internet, os quais podem ser acessados a qualquer tempo, e de qualquer localidade ou plataforma de acesso.

A proposta deste trabalho é desenvolver, aplicar e avaliar métodos para personalizar a interação homem-computador, baseados em modelos de usuários no domínio da educação. A proposta considera também, projetar e implementar Interfaces Inteligentes para Ambientes de Aprendizagem na Web, visando reduzir a carga cognitiva do aprendiz e melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem no contexto de educação e treinamento à distância. Os Estudos de Caso que serão aplicados para verificar e validar a metodologia proposta pertencem ao Ensino de Engenharia nos Cursos de Graduação do ITA.

2. INTERAÇÃO HOMEM – COMPUTADOR

O objetivo fundamental da pesquisa em interação homem-computador é o de propiciar o desenvolvimento de sistemas mais amigáveis e úteis, e prover aos usuários de experiências,

ajustando seus conhecimentos e objetivos específicos. O desafio num mundo rico em informação não é somente o de tornar a informação disponível às pessoas em qualquer tempo, lugar ou forma, mas, especificamente, o de dizer as coisas corretas, no tempo correto e da maneira correta.

A interação homem-computador estuda as interações e as relações entre humanos e computadores, focalizando em interfaces para criar sistemas mais usáveis. O maior desafio é melhorar a maneira como as pessoas usam os computadores para trabalhar, pensar, comunicar, aprender, criticar, explicar, observar, decidir, calcular, simular e desenhar. Uma aplicação interativa situa-se no contexto de estabelecer e manter um sistema de comunicação naquilo que é possível para o intercambio de informação e mensagem entre a funcionalidade da mesma e seus usuários.

De acordo com MCTEAR (2000), a pesquisa em interação homem-computador procura apoiar o estudo de interfaces adaptativas e adaptáveis, procurando melhores maneiras de interação. É necessário entender os usuários, para entender as interfaces de usuário. Algumas características de um usuário típico seriam: frequência de uso, conhecimento da aplicação, tarefas a serem realizadas, habilidades assumidas, e atitudes. Alguns fatores relacionados ao computador, que possam ser medidos incluem: tempo para aprender o sistema, velocidade da performance da tarefa, porcentagens de erros, retenção do conhecimento, em tempo do sistema e satisfação. O desenvolvimento de interfaces gráficas (utilização de ícones) massificou o uso do computador, mais ainda existem muitos desafios a enfrentar, antes que a meta de usabilidade universal possa ser satisfeita.

O desenvolvimento de ambientes de aprendizagem representa um campo promissor de investigações, pois a necessidade de interfaces com facilidade de uso mostra-se cada vez mais evidente para os diferentes tipos de programas educacionais PUERTA (1998a). Um outro ponto importante a ressaltar é que cada usuário possui características distintas e exige considerações específicas no projeto dessas interfaces. Dessa forma, há uma necessidade de técnicas especializadas que promovam a usabilidade das interfaces, focalizando aspectos de usabilidade em questões educacionais VANLEHN (2001).

Segundo PUERTA (1990), uma interface baseada nesses conceitos deve obedecer a dois fatores fundamentais: ser amigável e de fácil utilização. Para que uma interface possa ser considerada amigável ela deve apresentar as seguintes características: facilidade de utilização e aprendizagem, redução de taxa de erro, memorização rápida e atratividade. Usabilidade é a combinação das seguintes características orientadas ao usuário: facilidade de aprendizagem, alta velocidade na execução de tarefas, baixa taxa de erros, subjetiva satisfação e retenção do usuário com o tempo, ou seja, a facilidade de se lembrar como realizar uma tarefa, após algum tempo.

Para que se construam interfaces amigáveis com usabilidade, elas precisam apresentar as características e qualidades desejáveis relacionadas aos critérios de ergonomia de software. Uma interface é ergonômica quando as técnicas de construção de telas, de diálogo, de comunicação gráfica e visual, conduzem a comunicação homem-máquina a um estado de perfeito entendimento, conforto e satisfação do usuário no uso de sistema computacional LIEBERMAN (2002).

3. INTERFACES DE USUÁRIO ADAPTATIVAS E ADAPTÁVEIS

Um dos módulos mais importantes dos ambientes de aprendizagem na Web é a Interface de Usuário, posto que para o usuário, a interface é o sistema. A Interface é a parte do software de um sistema interativo responsável por: traduzir ações do usuário em ativações das funções do sistema; permitir que os resultados possam ser observados e coordenar a interação entre o

usuário e o sistema DE ROSSI (1998). A qualidade da Interface tem grande influência no sucesso de um software.

Como toda interação do usuário com o sistema é através da Interface, para o usuário, a Interface é o sistema. Portanto, a interface desempenha um papel importante na opinião dos usuários do sistema como um todo, e a sua qualidade tem grande influência no sucesso de um software. Infelizmente, na atualidade, as Interfaces estão aumentando sua complexidade sendo, portanto, necessário o estudo e implementação de Interfaces Inteligentes com o objetivo de adaptar seu desempenho às necessidades e preferências dos usuários, assim como personalizar a interação homem-computador baseada no modelo do usuário. Um modelo de usuário é uma representação explícita das propriedades de usuários individuais ou grupos de usuários, que permite ao sistema adaptar diversos aspectos de seu funcionamento às necessidades individuais dos usuários.

De acordo com BRUSILOVSKY (1997), sistemas adaptativos monitoram o padrão de atividade dos usuários e, automaticamente, ajustam a interface ou conteúdo provido pelo sistema para acomodar-se ao usuário, assim como às suas mudanças nas habilidades, conhecimentos e preferências. Sistemas adaptáveis permitem ao usuário controlar estes ajustes e provêm, freqüentemente, guia ou ajuda especializada para o usuário.

4. INTERFACE DE USUARIO INTELIGENTE

As Interfaces Inteligentes são importantes quando o objetivo é apoiar grupos de usuários com diversas necessidades, habilidades e preferências (incluindo pessoas com necessidades especiais), desde que facilitem uma efetiva, eficiente e natural interação usuário-computador, tentando imitar comunicação homem-homem ENCARNAÇÃO (1997).

Utilizando-se Interfaces Inteligentes o sistema também pode ser personalizado para estilos cognitivos, necessidades de informação e tarefas individuais. As diferenças individuais de cada usuário que podem ser controladas pelo projeto da interface são: a personalidade, o estilo cognitivo, o estilo de aprendizagem e a experiência do usuário.

Interfaces Inteligentes de usuários são interfaces homem-máquina que têm por objetivo melhorar a eficiência, efetividade e naturalidade da interação homem-máquina representando e atuando sobre modelos do usuário, domínios, tarefas, discursos e médias (exemplo: usando gráfico, linguagem natural, gestos) para personalizar e ampliar a interação, introduzindo a capacidade de definir o formato dos diálogos interativos em tempo real, determinando os *widgets* mais adequados em função das características do usuário atual. Depois de selecionar os *widgets*, eles são configurados em função das preferências, requisitos e estilos de interação do usuário.

Existem várias definições para Interfaces Inteligentes, dentre elas: Interface que entenda os objetivos e metas do usuário e saiba atingi-los; Interface que facilite uma interação mais natural, com uma maior tolerância a erros e com formatos mais agradáveis; e Interface que se ajuste ao nível de conhecimento do usuário HARRINGTON (1996). Outra definição de interface Inteligente, segundo MCTEAR (2000), é aquela que promove inferências de objetivos e planos do usuário, a fim de auto adaptar-se e fornecer aconselhamento, mantendo informações sobre o usuário num banco de dados de modelos de usuário.

Para uma interface ser considerada inteligente ela deve possuir um ou mais dos seguintes componentes BRUSILOVSKY (2001):

- **Modelo do Usuário** - É uma compilação de informações que descreve o usuário, e que é usada para determinar como apresentar dados, que tipo de ajuda dar, e como o

usuário irá interagir com a Interface. É um dos componentes mais importantes das Interfaces Inteligentes;

- **Ajuda Inteligente** - Apresenta ao usuário a ajuda que ele precisa para um tempo particular, ou numa situação particular. O sistema reconhece o erro e propicia a causa deste erro;
- **Adaptabilidade da Interface** - Usuários podem configurar preferências em suas interfaces. Também o sistema pode se auto-adaptar para melhor interagir com o usuário, sem que o usuário tenha que definir a ação. Interfaces adaptáveis podem também determinar que tipo de Interface apresentar para o usuário, dependendo da análise do modelo do usuário;
- **Comunicação Multimodal** - O uso de vários meios de comunicação com uma Interface é chamado comunicação multimodal;
- **Reconhecimento dos Planos** - É usado para deduzir o que o usuário planeja fazer. Este reconhecimento torna o sistema inteligente. Neste reconhecimento o modelo do usuário e as suas ações são considerados;
- **Apresentação Dinâmica** - Diferentes pessoas devem ser capazes de ver dados de diferentes formas. A forma como o sistema decide mostrar os dados é determinado pelo exame do modelo do usuário.

Ao adaptar-se às características do usuário, estas Interfaces poderão, em princípio, minimizar o treinamento bem como melhorar a satisfação do usuário e a sua produtividade. Entretanto, não há consenso comum sobre modelos de Interfaces adaptáveis. Nem há uma classificação dos tipos de adaptações que a Interface deve empreender, nem estudo definitivo sobre o impacto dessas adaptações no desempenho dos usuários e no que estes aprendem MULLER (2002).

5. REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO

Representações de conhecimento que possam capturar e modelar a incerteza na interação homem-computador podem melhorar a modelagem do usuário e o comportamento da Interface de usuário HARRINGTON (1996). Uma representação de conhecimento que é ideal para a representação da incerteza é a das redes “bayesianas”. Uma rede bayesiana, também conhecida como rede de crença bayesiana ou diagrama de influência probabilística, é um grafo acíclico onde cada nó representa uma variável aleatória e as arestas representam as correlações dirigidas entre as variáveis PEARL (1988).

Modelagem do Domínio de Conhecimento – Propõe-se o uso da técnica Mapa Conceitual Multimídia para modelar o domínio de aplicação. Mapa Conceitual Multimídia é um recurso instrucional para organizar, representar e comunicar uma ampla variedade de domínios de conhecimento, sob a forma de diagramas hierárquicos, compostos de conceitos (representados por texto, vídeo, áudio ou imagens animadas) e suas relações semânticas. Pesquisadores da Ciência Cognitiva concordam que a informação textual abstrata é melhor entendida e aprendida quando é apresentada em conjunto com ilustrações. Os mapas conceituais multimídia oferecem uma expressiva ferramenta que pode ser acrescentada à efetividade didático-pedagógica devido a seus elementos auditivos e visuais. Os mapas conceituais provêm uma maior fidelidade cognitiva ao representar o conhecimento e também capitalizam melhor a funcionalidade disponível nos computadores pessoais modernos. Recursos de informação relevantes (páginas HTML) de algum servidor e de qualquer lugar da Web serão

indexadas aos nós do mapa conceitual multimídia utilizando técnicas de mineração de dados, com o objetivo de ampliar e enriquecer o domínio de aplicação.

6. MODELO DE USUARIO

O levantamento das características dos usuários deve ser o ponto de partida de todo Projeto de Interface. As determinações de quais informações sobre o usuário são necessárias à Interface dependem do objetivo do projetista e devem, conseqüentemente, ser agregadas ao modelo permitindo, desta forma, que se pense numa divisão da comunidade de usuários em grupos caracterizados por estas informações. Criam-se, assim, diferentes perfis de usuários. Para cada perfil o projetista da Interface deve prever o comportamento adequado da Interface PUERTA (1998b).

Os primeiros trabalhos sobre modelagem do usuário foram realizados por RICH (1979). Os modelos de usuário são importantes porque representam informações sobre o usuário de tal forma que o sistema possa operar com maior eficiência. Devido aos indivíduos possuírem diferentes conhecimentos, preferências e objetivos, existem situações em que o tratamento individualizado do usuário, baseado na informação de um modelo de usuário, pode oferecer vantagens.

Os modelos de usuários genéricos recopiam as características mais utilizadas em sistemas individuais para que possam ser utilizados em múltiplos sistemas. Entre as características mais freqüentes dos modelos de usuários genéricos pode-se citar:

- Representação das características do usuário em nível de conhecimento, conceitos errados, objetivos, preferências, tarefas e habilidades;
- Representação de características compartilhadas com outros usuários, formando subgrupos dentro da aplicação (estereótipos);
- Classificação dos usuários em alguns desses subgrupos e integração das características dos subgrupos aos que pertençam ao seu modelo de usuário;
- Armazenamento da informação sobre o comportamento do usuário em suas interações com o sistema;
- Obtenção de conclusões sobre os usuários baseadas em suas interações anteriores;
- Generalização das interações de muitos usuários para criar estereótipos;
- Manutenção da consistência do modelo de usuário;
- Possibilidade de mostrar as suposições do usuário e justificar essas possibilidades.

Estereótipos são a representação de características comuns de usuários que pertencem a subgrupos específicos de uma aplicação. São alguns dos elementos mais comuns no trabalho de modelagem de usuário e capturam informação sobre grupos de pessoas.

Para obter um reconhecimento das características do usuário precisa-se das tarefas de:

- Identificação do usuário dentro de um grupo - que procura encontrar pessoas com certas características homogêneas;
- Identificação de características chave - que são critérios que levam o sistema a identificar o usuário dentro de um grupo;
- Representação dos estereótipos - onde muitos autores propõem uma representação linear dos estereótipos como principiantes, intermediários e expertos.

Modelagem do Usuário – Propõe-se o uso da Técnica das Redes Bayesianas para modelar o usuário. Na modelagem de usuário se armazena a informação gerada relativa ao usuário a partir do comportamento que o usuário apresenta durante a interação com o sistema, e inferida pelo sistema, a partir de: dados prévios sobre o usuário, respostas às perguntas formuladas e padrões de comportamento durante a interação.

O processo consiste em inferir, a partir dos dados observáveis, o estado cognitivo do usuário. Neste modelo, o usuário será identificado e classificado em estereótipos de acordo com seu nível de conhecimento numa determinada área como: novato, iniciante, intermediário, avançado ou experto. Uma rede bayesiana é um grafo dirigido acíclico cuja estrutura corresponde às relações de dependência do conjunto de variáveis representadas na rede (nós), parametrizada pelas probabilidades condicionais (*links*) requeridas para especificar a distribuição fundamental. A estrutura da rede explicita as relações de dependência e independência entre as variáveis importantes para a representação do domínio de conhecimento e a propagação eficiente da probabilidade.

Uma Rede Bayesiana contém itens de conhecimento representado por nós na rede e fornece uma probabilidade para cada item de conhecimento que corresponde à estimativa do sistema do conhecimento do aprendiz sobre esse item de conhecimento. As dependências entre os itens de conhecimento serão expressas por probabilidades condicionais. O uso da informação no modelo do aprendiz bayesiano, para guiá-lo em tempo real, é um problema complexo, devido à atualização da crença (inferência probabilística) em redes bayesianas, e no pior caso, é um problema da classe NP-difícil. Esta dificuldade manifesta-se, muitas vezes, em aplicações de modelos grandes e complexos, como é o caso dos sistemas hipermédia. Neste contexto, o projeto propõe o desenvolvimento de algoritmos, procurando obter melhor desempenho computacional.

As redes bayesianas são muito úteis na modelagem de usuário, desde que permitam gerenciar a incerteza em nossas observações e conclusões. Ao concluir-se, estima-se a probabilidade condicional de um usuário com habilidades em um conceito ou item de conhecimento em grau de experto, poder desenvolver habilidades em outro conceito com um grau de novato, iniciante, intermediário, avançado ou experto. Ao se utilizar as redes bayesianas torna-se possível atualizar as características do usuário nas estimativas do sistema.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os usuários dos produtos que geram Tecnologia da Informação esperam encontrar Interfaces fáceis de utilizar e de aprender. O desenvolvimento de Interfaces de usuário efetivas, úteis, seguras e agradáveis são fatores importantes para o sucesso de um produto.

Cada vez mais as pessoas necessitam de Interfaces que acomodem seus conhecimentos, habilidades e propósitos. Neste sentido, a fim de tornar as Interfaces mais amigáveis e eficazes, surgem propostas que se adaptam às características pessoais de cada usuário e cooperam com os mesmos. Interfaces Inteligentes são exemplos desse enfoque.

Vários autores concordam que a inteligência da Interface vem do conhecimento que o sistema tem do usuário (modelo do usuário), do domínio de aplicação do sistema e da forma de interação em si, conforme BUNT (2001).

Este artigo é centrado em ambientes de aprendizagem baseados nas Interfaces Inteligentes para o ensino de Engenharia nos Cursos de Graduação do ITA. Modelagem de usuários e técnicas adaptativas provêm uma forma de otimizar uma Interface para usuários individuais. Essas técnicas podem ser usadas para que a Interface evolua quando o usuário for mais habilidoso com uma ferramenta de software. Acredita-se que o inovador Ambiente de Aprendizagem na Web fornecido por Interfaces Inteligentes a serem desenvolvidas, como parte da pesquisa no programa de doutoramento de um dos autores deste artigo, terá um grande impacto nos aspectos qualitativos e quantitativos da Educação em Engenharia.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUNT, A. **On Creating a Student Model to Assess Effective Exploratory Behaviour in an Open Learning Environment**. 2001. Thesis (Master in Computer Science) - Department of Computer Science, University of British Columbia, Vancouver: Canada.

BRUSILOVSKY, P.; SCHWARZ, E. User as Student: Towards an Adaptive Interface for Advanced Web-Based Applications, In: **USER MODELING**, 1997, Vienna, New York. **Proceedings**. Vienna, New York, 1997. p. 177-188.

BRUSILOVSKY P., et al. Adaptive User Interfaces Models and Evaluation, In: **CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION**, 2001, Patras. Greece **Proceedings**. Greece: 2001.

DA SILVA P.P.; PATON, N.W. User Interface Modelling with UML. In: **CONFERENCE ON INFORMATION MODELLING AND KNOWLEDGE REPRESENTATION**, Saariselka, Finland, **Proceedings**. Amsterdam: p. 203-217, 2001.

DE ROSSI, F.; PIZZUTILO, S. Formal Description and Evaluation. **User-Adapted Interfaces. International Journal- Humam-Computer Studies**, n. 49, p. 95-120, 1998.

DUFRESNE, A. From adaptable to Adaptive Interface for Distance Education. In: **WORKSHOP INTELLIGENT EDUCACIONAL SYSTEMS ON THE WORLD WIDE WEB**, 1997, Kobe. **Proceedings**. Kobe, Japan: 1997.

ENCARNAÇÃO, L. M. **Concept and Realization of Intelligent User Support in Interactive Graphics Applications**. 1997. Thesis (PhD. in Computer Science) - Institute for Computer Science, University of Tübingen, Wilhelm-Schickard-, Germany.

HARRINGTON, R. A. **Utilizing Bayesian Techniques for User Interface Intelligence**. 1996. Thesis (Master of Science), Faculty of the School of Engineering, Air Force Institute of Technology, Air University, Ohio, EEUU.

HÖÖK, K. Steps to Take Before Intelligent User Interface Becomes Real. In: **WORKSHOP THE REALITY OF INTELLIGENT INTERFACE TECHNOLOGY**, 1997, Edinburgh. **Proceedings**. Edinburgh: 1997.

HORVITZ, E.; ET AL. The Lumiere Project: Bayesian User Modeling for Inferring the Goals and Needs of Software Users. In: **CONFERENCE ON UNCERTAINTY IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE**, 1998. **Proceedings**. Madison, WI, 1998, p. 256-265.

LANGLEY, P. User Modeling In Adaptive Interfaces. In: **International Conference on User Modeling, 1999. Proceedings** Banff, Alberta: Springer. 1999. p. 357-370.

LIEBERMAN, H. Computer-Aided Design of User Interfaces by Example, In: **Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces**, 2002. **Proceedings**. Valenciennes, France, 2002.

MCTEAR, M. Intelligent Interface Technology: From Theory to Reality? **Interacting with Computers** v.12, n.4, 2000, p. 323-336.



MÜLLER, M.E. **Inducing conceptual user models**. 2002. Thesis (PhD. in), University of Osnabrück, Germany.

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

PUERTA, A. R. **L-CID: A blackboard framework to experiment with self-adaptation in intelligent interfaces**. 1990. Thesis (Doctorate in Computer Engineering) Center for Machine Intelligence, University of South Carolina, Columbia, South Carolina.

PUERTA, A.R. State-of-the-art in intelligent user interfaces research. **Journal Editorial - Special issue on Intelligent User Interfaces**. Knowledge-Based Systems, v.10 n.5, p. 263-264, 1998.

PUERTA, A. R. Supporting user-centered design of adaptive user interfaces via interface models. In: WORKSHOP ON REAL-TIME INTELLIGENT USER INTERFACES FOR DECISION SUPPORT AND INFORMATION VISUALIZATION, San Francisco, **Proceedings**. 1998.

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

VANLEHN, K.; NIU, Z. Bayesian student modeling, user interfaces and feedback: a sensitivity analysis. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**. Amsterdam, The Netherlands, v.12, p. 154-184, 2001.



A WWW LEARNING ENVIRONMENT BASED UPON INTELLIGENT INTERFACES FOR ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *In modern world recent progress in information and communication technology has been providing new patterns for didactic-pedagogic processes modifying teach-learning relationships for education and training. WWW Learning Environment represents a successful application example using hypermedia static pages. Its content is the same for all students even with different abilities, Web experiences, knowledge and background. These environments are not so intuitive for complex Interface interpretations causing cognitive overloads, during the building process of student's knowledge. Intelligent Interfaces (II) seek to overcome growing complexity problems of human-computer interaction. They have been designed to personalize interactive systems' behaviour, taking into account students' individual needs to modify application environment inner conditions. The focus of II includes adaptive characteristics based upon student's model as the largest source of its intelligent behaviour. The challenge of this research is the conceptualization of a customizable WWW Learning Environment based upon an II for teaching Engineering Undergraduation Courses at the Brazilian Aeronautical Institute of Technology (Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA).*

Key-words: *Learning environment, Intelligent interfaces, Learning personalization, Adaptive, WWW.*