UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

Avaliação das Condições de Adaptatividade ao Usuário de Apresentações Hipermídia

por

ALESSANDRA CINI

Dissertação submetida à avaliação,
como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre
em Ciência da Computação

Prof. José Valdeni de Lima
Orientador

Porto Alegre, setembro de 2002.

CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Cini, Alessandra
Avaliação das Condições de Adaptatividade ao Usuário de Apresentações Hipermídia / por Alessandra Cini. - Porto Alegre :PGCC da UFRGS, 2002.
93 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Porto Alegre, BR -RS, 2002. Orientador: Lima, José Valdeni de.

1. Hipertexto. 2. Hipermídia. 3. Modelo do usuário. 4. Apresentação adaptativa. 5. Suporte à navegação adaptativa. 6. Adaptatividade. 7. Avaliação de apresentações adaptativas. I. Lima, José Valdeni de. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Reitora: Wrana Maria Panizzi
Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann
Pró-Reitor Adjunto de Pós-Graduação: Prof. Jaime Evaldo Fensterseifer
Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux
Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser
Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

Esta dissertação é dedicada à memória de minha mãe.

Agradecimentos

A preparação para este trabalho iniciou muito antes de seu início formal. Muitos anos de estudo e dedicação o antecederam e muitas pessoas contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço a todos os professores que tive, responsáveis pela minha formação, em especial aos professores do PPGC que me deram o embasamento para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Agradeço de forma especial a meu orientador, Prof. José Valdeni de Lima, que com experiência, competência e, sobretudo, com muito respeito e atenção, soube orientar este trabalho em todas as etapas.

Agradeço a Fundação Universidade de Caxias do Sul por ter dado importante apoio à realização deste trabalho e, de forma especial, à direção e coordenação técnica do Centro Tecnológico Universidade de Caxias do Sul, pelo incentivo e colaboração.

Agradeço ao Prof. Paul De Bra, da *Eindhoven University of Technology*, Holanda, pelas informações que ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a todas as pessoas de minha família, inicialmente a meu pai, Almir, que sempre acreditou em mim, ajudando-me em todos os momentos de minha vida. A ele e a meu irmão, Leonardo, agradeço pela compreensão nos momentos de estresse e pelas vezes em que não pude lhes dar a atenção merecida.

Um agradecimento póstumo e muito especial à minha mãe, Idila, que mostrou-me, desde cedo, a importância do estudo e o valor do esforço e dedicação para alcançarmos nossos objetivos. Mesmo não estando presente, ela continua sendo minha maior incentivadora e meu maior exemplo.

Agradeço a meu marido, Postal, pela companhia e apoio em todas as horas.

A todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram ou incentivaram a atingir este objetivo.

Sumário

Lista de Abreviaturas **6**

Lista de Figuras **7**

Resumo **8**

Abstract **9**

1 Introdução **10**

2 Hipermídia Adaptativa: Aspectos Relevantes, Modelo, Aplicações, Tecnologias e Sistemas **13**

2.1 Aspectos Relevantes de um Sistema Hipermídia Adaptativo **13**
2.1.1 Características dos Usuários 14
2.2 Modelo de Aplicação Hipermídia Adaptativa - AHAM **17**
2.3 Aplicações da Hipermídia Adaptativa **18**
2.3.1 Hipermídia Educacional 18
2.3.2 Informação On-Line 19
2.3.3 Ajuda On-Line 20
2.3.4 Hipermídia para Recuperação de Informações 20
2.3.5 Hipermídia Institucional 21
2.3.6 Gerenciamento de Visões Personalizadas em Espaços de Informações 21
2.4 Tecnologias de Adaptação **22**
2.4.1 Apresentação Adaptativa 23
2.4.2 Suporte à Navegação Adaptativa 25
2.5 Características de Sistemas que Possibilitam a Criação de Apresentações Adaptativas **32**

3 Descrição do Sistema AHA! **39**

4 Avaliação de Apresentações Adaptativas Construídas no AHA! **50**

4.1 Importância de Avaliar o Grau de Adaptatividade de uma Apresentação **50**
4.2 Características e Funcionamento do AdaptAvaliador **51**
4.3 Apresentação de um Curso Construído Usando o AHA! **59**
4.4 Avaliação de um Curso usando o AdaptAvaliador **68**

5 Conclusão **72**

Anexo 1 DTD do Modelo do Usuário **75**

Anexo 2 Modelo do Usuário **76**

Anexo 3 DTD do Genlistfile **81**

Anexo 4 Arquivo Genlistfile **82**

Anexo 5 DTD do Reqlistfile **85**

Anexo 6 Arquivo Reqlistfile **86**

Referências **90**

Lista de Abreviaturas

AHA	Adaptive Hypermedia Architecture
AHAM	Adaptive Hypermedia Application Model
ASP	Active Server Pages
CGI	Common Gateway Interface
CSS	Cascading Style Sheets
DHTML	Dynamic Hypertext Markup Language
DTD	Document Type Definition
HDM	Hypermedia Design Model
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
OOHDM	Object-Oriented Hypermedia Design Model
SQL	Structured Query Language
URL	Uniforme Resource Locator
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

Lista de Figuras

FIGURA 4.1 - Tela inicial do AdaptAvaliador 51

FIGURA 4.2 - Arquitetura do AdaptAvaliador 52

FIGURA 4.3 - Janela do AdaptAvaliador para escolha do local do arquivo *properties* 53

FIGURA 4.4 - Formulário para definição dos intervalos do grau de adaptatividade em cada um dos aspectos 58

FIGURA 4.5 - Página de identificação do curso de linguagem SQL 59

FIGURA 4.6a – 1ª parte do esquema gráfico do curso de linguagem SQL 60

FIGURA 4.6b - 2ª parte do esquema gráfico do curso de linguagem SQL 61

FIGURA 4.7 - Página de introdução do curso de linguagem SQL 62

FIGURA 4.8 - Página SQL do curso de linguagem SQL 63

FIGURA 4.9 - Página ConceitoDDL do curso de linguagem SQL 64

FIGURA 4.10 - Página CriaTabela do curso de linguagem SQL 64

FIGURA 4.11 - Página ConceitoDDL do curso de linguagem SQL 65

FIGURA 4.12 - Página ConceitoDML do curso de linguagem SQL 66

FIGURA 4.13 - Tela do AdaptAvaliador da avaliação do curso de linguagem SQL 71

Resumo

O volume cada vez maior de informações que as pessoas estão precisando ter acesso, as especificidades dos ambientes onde elas encontram-se e suas características individuais são responsáveis pelo crescimento da área hipermídia adaptativa. Os sistemas desta área tentam antecipar as necessidades e desejos dos usuários, entregando-lhes um sistema o mais personalizado possível.

Este trabalho distingue sistema hipermídia adaptável de sistema hipermídia adaptativo, conforme a participação do usuário na indicação de suas características ao sistema. Qualquer um destes sistemas podem ser usados em áreas tais como hipermídia educacional, informação *on-line*, ajuda *on-line*, recuperação de informações, informação institucional e gerenciamento de visões personalizadas em espaços de informações.

Um sistema hipermídia com característica de adaptatividade deve considerar dados do usuário, dados de utilização e dados do ambiente. Os dados do usuário são considerados na maioria dos sistemas e usados para construir o modelo do usuário, que é uma das principais partes de um sistema da área hipermídia adaptativa. O modelo do usuário geralmente mantém informações sobre preferências, conhecimento, interesse, objetivos, *background* e traços de personalidade do usuário.

Além do modelo do usuário, existem também o modelo do domínio e as formas de adaptação presentes em muitos modelos. Por exemplo, o modelo AHAM (*Adaptive Hypermedia Application Model*) define através de regras os referidos modelos e é apresentado de forma sucinta neste trabalho.

As formas de adaptação de um sistema hipermídia são realizadas, usando duas tecnologias principais de adaptação: apresentação adaptativa, que inclui todas as técnicas que adaptam o conteúdo de uma página de acordo com o modelo do usuário e suporte à navegação adaptativa, que abrange as técnicas que manipulam os *links* de uma apresentação para adequar o hiperespaço navegacional conforme o modelo do usuário.

Atualmente, existem diversos sistemas com ferramentas de autoria que permitem construir apresentações adaptativas e controlar seu processo de adaptação. Um dos sistemas que considera a maior quantidade de características adaptativas do usuário e que está disponível para as plataformas mais difundidas é o sistema AHA! (*Adaptive Hypermedia Architecture*) que é apresentado neste trabalho.

A percepção de que o uso de uma ferramenta de autoria para hipermídia adaptativa não garante que uma apresentação seja construída com alto grau de adaptatividade impulsionou o desenvolvimento de um sistema chamado AdaptAvaliador, capaz de avaliar o grau de adaptatividade de uma apresentação em diversos aspectos. Devido às diferenças de sintaxe das apresentações criadas por diferentes ferramentas de autoria, o AdapAvaliador apenas avalia apresentações construídas no AHA!. As características, arquitetura e funcionamento do sistema de avaliação de apresentações hipermídia adaptativas são apresentadas em detalhes no presente trabalho.

Para testar a eficácia do AdaptAvaliador foi desenvolvido um curso, usando o AHA!, e submetido para avaliação pelo AdaptAvaliador. O curso e os resultados obtidos com a avaliação são também apresentados neste trabalho.

Palavras-chaves: hipertexto, hipermídia, modelo do usuário, apresentação adaptativa, suporte à navegação adaptativa, adaptatividade, avaliação de apresentações adaptativas

TITLE: "ADAPTIVITY CONDITIONS EVALUATION FOR THE USER OF HYPERMEDIA PRESENTATIONS"

Abstract

The bigger and bigger information volume that people need to access, the particularities of the environment where they meet and its individual characteristics are responsible for the growth of adaptive hypermedia area. The systems of this area try to bring forward the user's needs and desires, giving them a system the most possible personalized.

This work distinguishes adaptable hypermedia system from adaptive hypermedia system, according to the user's participation in the indication of its characteristics to the system. Any of these systems can be used in areas such as educational hypermedia, on-line information, help on-line, information retrieval, institutional information and managing personalized views in information spaces.

A hypermedia system with adaptivity characteristic must consider the user data, usage data and environment data. The user's data are considered in most of the systems and used to build the user model, that is one of the main parts of a system of the adaptive hypermedia area. The user model usually keeps information about preferences, knowledge, interest, objectives, background and individual traits.

Besides the user model, there is also the domain model and the adaptation forms present in many models. For example, the AHAM model (Adaptive Hypermedia Application Model) defines through rules the referred models, which is presented in a brief way in this work.

The adaptation forms of a hypermedia system are achieved, using two main technologies of adaptation: adaptive presentation, that includes all the techniques that adapt the content of a page in agreement with the user model and adaptive navigation, that embraces the techniques that manipulate the links of a presentation to adapt the navigational hyperspace according to the user model.

At the moment, there are several systems with authoring tools that allow to build adaptive presentations and to control its adaptation process. One of the systems that considers the largest amount of the user adaptive characteristics and is available for most spread platforms is AHA! system that is presented in this work.

The perception that the use of an authoring tool for adaptive hypermedia doesn't guarantee that a presentation is built with high adaptivity degree which impelled the development of a system named AdaptAvaliador, that is able to evaluate the adaptivity degree of a presentation in several aspects. Due to the syntax differences of the presentations created using different authoring tools, AdaptAvaliador just evaluates presentations built in AHA!. The characteristics, architecture and operation of adaptive hypermedia presentations evaluation system are presented in details in the present work.

To test the effectiveness of AdaptAvaliador, was developed a course, using AHA!, and submitted for evaluation by AdaptAvaliador. The course and the results obtained with the evaluation are also presented in this work.

Keywords: hypertext, hypermedia, user model, adaptive presentation, adaptive navigation support, adaptivity, adaptive presentation evaluation

1 Introdução

A hipermídia adaptativa é uma área de pesquisa relativamente nova na fronteira das áreas de hipermídia e modelagem do usuário [BRU 2001], desenvolvida no intuito de resolver algumas limitações da hipermídia tradicional. Uma destas limitações é que ela fornece a mesma página de conteúdo e os mesmos conjuntos de *links* para todos os usuários [BRU 2001], podendo se adaptar perfeitamente a um determinado usuário, mas não satisfazer a um grande grupo.

O surgimento da hipermídia adaptativa deve-se, principalmente, ao fato de que apresentações hipermídia podem ser utilizadas por diferentes usuários em diversas condições de ambiente, o que torna bastante relevante a possibilidade de personalizar estas apresentações, levando em conta as especificidades do ambiente e essencialmente do usuário. Neste sentido, o principal objetivo da hipermídia adaptativa é proporcionar a cada usuário em particular a informação mais apropriada, no formato mais desejável [BRA 98a].

Um termo muito empregado na hipermídia adaptativa é *adaptatividade*, usado para designar modificações em uma apresentação para satisfazer um conjunto de restrições em tempo de execução [BUL 98]. Os sistemas que utilizam recursos de adaptatividade possibilitam que os usuários especifiquem preferências sobre as apresentações e que seus autores possam adaptar o conteúdo a ser exposto e especificar critérios e estratégias pedagógicas para o processo de aprendizagem ou de conhecimento do material exposto [SPE 99].

Uma situação desejável é que aplicações tradicionais de hipermídia, como sistemas educacionais, enciclopédias eletrônicas, museus virtuais, dentre outros, possam ser personalizados a cada usuário individualmente. Por exemplo, um estudante, em um sistema hipermídia adaptativo educacional, receberá uma apresentação que está adaptada especialmente a seu conhecimento no assunto e será sugerido o conjunto mais relevante de *links* a seguir, neste caso, o usuário passa a acessar material com conteúdo mais avançado à medida que ele adquire conhecimento [BRA 98a, BRU 2001]. Uma enciclopédia eletrônica irá personalizar o conteúdo de um artigo para aumentar o conhecimento existente e interesse do usuário. Um museu virtual irá adaptar a apresentação de todos os objetos visitados para a trajetória individual do usuário no museu [BRU 2001].

Uma solução simplista para o problema da adaptação poderia ser manter diferentes versões da apresentação para serem utilizadas conforme os predicados que fossem definidos. Para isto, seria necessário conhecer previamente todas as necessidades dos usuários para assim ser capaz de generalizar todas as possíveis versões, considerando linguagens diferentes, formatos e conteúdos [ROU 99].

A utilização de versões é claramente inviável, pois, além de, provavelmente, não atender a todas as necessidades do usuário, ainda acarretaria um volume muito grande de versões. A solução mais adequada certamente seria a personalização de uma apresentação genérica, de acordo com as necessidades dos usuários [ROU 99].

A geração dinâmica das páginas é uma solução bem mais adequada do que manter diversas páginas estáticas armazenadas previamente, além do problema óbvio de armazenamento de um grande volume de páginas. Somente a geração dinâmica é capaz de construir uma página projetada especialmente para as características de um usuário específico [ESP 96].

Os sistemas hipermídia adaptativos estão se difundindo a cada dia, fazendo com que todos os tipos de apresentações – cursos, tutoriais ou qualquer outro tipo, passem a

incluir recursos que busquem aumentar sua adequação ao usuário [BRU 98b]. Estas apresentações podem considerar os aspectos do ambiente físico que o usuário utiliza, como *hardware* instalado e rede, necessidades especiais do usuário, como alternativas para visão e/ou audição prejudicadas ou características do usuário não relacionadas a necessidades especiais. Apenas estas últimas serão consideradas neste trabalho.

Sistemas hipermídia adaptativos constróem um modelo das características individuais do usuário, chamado *modelo do usuário*, e se baseiam neste modelo durante a utilização de uma apresentação hipermídia para adaptá-la às necessidades daquele usuário. O modelo do usuário mantém, basicamente, informações sobre preferências, conhecimento, objetivos, *background*[1], interesses e traços de personalidade do usuário [BRU 2001].

Apresentações hipermídia adaptativas podem ser úteis, tanto em ambientes locais, como na *Web*. Na *Web*, os projetistas de sites vêm percebendo que um site padrão não consegue atender as necessidades de informação específicas de milhares de usuários que os acessam e especialmente não conseguem exibir essas informações da forma mais adequada para cada usuário. A hipermídia adaptativa, em uma situação dessas, exerce papel fundamental, fazendo com que, a partir do modelo do usuário, um sistema hipermídia, ou um servidor *Web*, possam modificar a informação e sua apresentação de acordo com as características individuais de cada usuário [BRA 98a].

A utilização de apresentações adaptativas no ambiente *Web* traz um grande avanço, tendo em vista que a compreensão das informações apresentadas fica bastante facilitada. Adaptatividade é especialmente útil na *Web* por, pelo menos, duas razões básicas: a primeira é que a maioria das aplicações baseadas na *Web* é para ser usada por uma variedade muito maior de usuários do que qualquer aplicação isolada, e também, quando uma aplicação *Web* é projetada para uma classe particular de usuários esta pode não se adaptar a outros usuários; a segunda é que, na maioria dos casos, o usuário está trabalhando sozinho, provavelmente em casa, com um tutor *Web* ou curso e, neste caso, o instrutor ou colega que forneceriam adaptação em uma situação de classe normal, não estão disponíveis [BRU 98a, ROU 99].

Mesmo já existindo alguns sistemas adaptativos disponíveis para *Web* [BRA 98a, BRA 99b, CAR 99a, FRE 2002, MUR 2000, WEB 2001], esta não foi projetada pensando em hipermídia adaptativa. O padrão HTML (*Hypertext Markup Language*) e o protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) podem algumas vezes dificultar a criação de documentos adaptativos. A utilização do HTML dinâmico – DHTML (*Dynamic Hypertext Markup Language*), pode ser uma tecnologia mais adequada para a utilização da adaptatividade, visto que ele envolve uma combinação do HTML puro, de CSS (*Cascading Style Sheets*) e de código Javascript ou Vbscript. A construção manual de documentos DHTML utilizando todas estas tecnologias pode ser um processo inviável para pessoas não-especializadas em computação, fazendo com que seja necessária a construção de sofisticadas ferramentas de autoria para geração de DHTML automaticamente. O HTTP também não dispõe de todas as características necessárias para executar apresentações adaptativas sob todas as circunstâncias [BRA 98a].

Para que seja possível que um sistema hipermídia adaptativo possa modificar o conteúdo e a apresentação dos *links* baseado no modelo do usuário no ambiente *Web*, é importante a utilização de tecnologias padrão *Web,* tais como, *scripts* CGI (*Common Gateway Interface*), *Servlets* Java ou ASP (*Active Server Pages*) [BRA 99b].

---

[1] Compreende todas as informações relacionadas com as experiências prévias do usuário. Veja seção 2.1.1.

Atualmente, como já citado, existem diversos sistemas com ferramentas de autoria para a construção de aplicações hipermídia adaptativas, porém, em geral, o uso de uma ferramenta de autoria não é muito simples para autores não-especializados.

A dificuldade de uso de uma ferramenta de autoria, associada a um projeto deficitário de uma apresentação hipermídia adaptativa, em termos de organização dos conteúdos, pode gerar uma apresentação com baixo grau de adaptação ou, até mesmo, que praticamente não seja adaptativa. Considerando que a inclusão de recursos adaptativos, especialmente em termos de conteúdo, está fortemente relacionada com a habilidade do autor em realizar tal tarefa, torna-se importante construir uma ferramenta que auxilie o autor a avaliar o grau de adaptatividade da apresentação por ele construída.

O objetivo inicial deste trabalho era a avaliação das condições de adaptatividade ao usuário de aplicações hipermídia construídas usando qualquer tecnologia ou ferramenta de autoria. Contudo, foi realizado um estudo sobre diversas ferramentas de autoria para hipermídia adaptativa e percebeu-se que elas não seguem um padrão para a geração das apresentações, pois cada uma utiliza um conjunto de técnicas de adaptação, formatos de documentos diferenciados e diferentes mecanismos de adaptação para gerar as páginas adaptadas. Este estudo apontou a inviabilidade de avaliar todos os tipos de apresentações, usando um único mecanismo de avaliação, tendo em vista a diversidade de formatos.

Por ser difícil ou praticamente impossível implementar um sistema de avaliação de características de adaptatividade para todo tipo de aplicação de hipermídia adaptativa, foi escolhido o sistema AHA!. Este sistema apresenta diversas características adaptativas, com mecanismos de adaptação avançados e está disponível para as plataformas mais difundidas.

Desta forma, foi construído um sistema, chamado AdaptAvaliador, capaz de verificar o grau de adaptatividade de uma aplicação desenvolvida no AHA! através dos relacionamentos entre os conceitos e as páginas da aplicação apresentando diversas informações estatísticas sobre a mesma. O AdaptAvaliador será apresentado em detalhes na seção 4.2.

Para verificar a aplicabilidade do AdaptAvaliador, foi construído um curso para o ensino da linguagem SQL (*Structured Query Language*), o qual foi avaliado usando-se este sistema. Os resultados desta avaliação poderão ser conferidos na seção 4.4.

2 Hipermídia Adaptativa: Aspectos Relevantes, Modelo, Aplicações, Tecnologias e Sistemas

A expressão hipermídia adaptativa é utilizada de forma genérica para designar sistemas que possam ser personalizados aos usuários, especialmente com recursos adaptativos, entretanto, para uma maior clareza de conceitos, Paul De Bra estabelece uma diferenciação entre sistemas hipermídia adaptáveis e sistemas hipermídia adaptativos [BRA 98a, BRA 99b]:

Nos **sistemas hipermídia adaptáveis**, os usuários definem explicitamente suas preferências ou definem seu perfil através do preenchimento de um formulário. Estas informações ficam armazenadas no modelo do usuário e este só será modificado quando houver um pedido explícito do usuário.

Nos **sistemas hipermídia adaptativos**, o modelo do usuário é construído através da observação da navegação do usuário no espaço de informações e nos sistemas educacionais, também através de testes (na maioria das vezes de múltipla escolha). O modelo do usuário é constantemente atualizado na medida em que o usuário acessa a informação.

A maioria dos sistemas adaptativos também são adaptáveis, visto que eles necessitam de um meio de inicializar o modelo do usuário, ou de permitir que os usuários explicitamente ajustem seu modelo [BRA 98a].

Por considerar sistemas hipermídia adaptativos, neste trabalho será usado apenas o termo adaptatividade ao invés de adaptabilidade.

2.1 Aspectos Relevantes de um Sistema Hipermídia Adaptativo

Existem vários aspectos que devem ser considerados para a adaptação de um sistema hipermídia como: dados do usuário, dados de utilização e dados do ambiente. Os dados do usuário são considerados o centro da adaptação, compreendendo várias características dos usuários [BRU 2001], as quais serão detalhadas logo adiante.

Os dados de utilização incluem os dados sobre a interação do usuário com o sistema, que não são considerados características dos usuários (mas ainda podem ser usados para tomar as decisões de adaptação), enquanto que os dados do ambiente incluem todos os aspectos do ambiente do usuário alheios aos próprios usuários [BRU 2001].

Adaptação ao ambiente do usuário tem se tornado um importante aspecto, já que os usuários de uma aplicação *Web* podem residir virtualmente em qualquer lugar e utilizar diferentes equipamentos [BRU 2001]. Esta adaptação pode ser a da apresentação de acordo com as características da plataforma de execução, como: tamanho e número de cores disponíveis na tela e poder computacional; ou da rede que o usuário utiliza, adaptando a apresentação à largura de banda disponível, considerando também a taxa de perda de pacotes, a qual pode interferir na codificação e proporção de compreensão de dados multimídia [ROU 99].

Vários sistemas hipermídia adaptativos sugerem algumas técnicas de adaptação para serem aplicadas tanto em relação à localização do usuário quanto à sua plataforma. Adaptações simples para a plataforma (*hardware*, *software* e largura de banda de rede) geralmente envolvem o tipo de material e mídia (por exemplo, figura ao invés de filme) para apresentar o conteúdo [BRU 2001].

Tecnologias mais avançadas de adaptação ao ambiente do usuário podem fornecer *interfaces*, consideravelmente, diferentes para usuários de diferentes plataformas e mesmo usar limitação das mesmas para os benefícios da modelagem do usuário. Por exemplo, uma versão *Palm Pilot* do *AIS* exige que o usuário, explicitamente, requisite as páginas seguintes de uma notícia, através do envio de uma mensagem para um sistema informando que esta é de interesse [BRU 2001].

A tendência de adaptação ao ambiente do usuário irá certamente permanecer importante e provavelmente motivará o surgimento de novas e interessantes técnicas. Atualmente, o mais interessante tipo de aplicação para explorar este aspecto de adaptação são os manuais portáteis (*handheld guides*) [BRU 2001].

Um dos aspectos mais importantes da adaptação são os dados dos usuários, representados, especialmente, por suas características. Elas podem ser diferentes para diferentes usuários e até mesmo diferentes para o mesmo usuário em momentos diferentes. As diferenças entre usuários estão relacionadas à idade, interesses, preferências, conhecimento prévio, disponibilidade de tempo, objetivos, formação e/ou traços de personalidade [CAR 99a, ROU 99].

Este trabalho concentra sua atenção nas características dos usuários, não considerando, neste momento, os aspectos relacionados à utilização e ambiente, mesmo que estes tenham significativa importância. As características dos usuários serão reunidas em seis grupos principais: preferências, conhecimento, interesses, objetivos, *background* e traços de personalidade.

2.1.1 Características dos usuários

Preferências

As preferências do usuário também devem ser consideradas pelos sistemas hipermídia adaptativos. As preferências do usuário justificam o fato de o usuário poder preferir alguns nodos e *links*, em relação a outros, e algumas partes da página, sobre outras. Estas preferências podem ser absolutas ou relativas. As preferências relativas são dependentes do nodo e objetivo corrente ou dependentes do contexto atual geral [BRU 98b].

As preferências diferem das demais características do usuário em diferentes aspectos, um deles é que elas não podem ser deduzidas pelo sistema. O usuário tem que informar ao sistema, direta ou indiretamente, sobre tais preferências. O que pode acontecer é que sistemas hipermídia adaptativos podem generalizar as preferências do usuário e aplicá-las para adaptação em novos contextos [BRU 98b].

Uma característica específica da modelagem de preferências é a forma de representação. Enquanto as demais características do usuário são geralmente representadas simbolicamente, preferências são freqüentemente representadas e calculadas numericamente através de formas bastante específicas. A forma numérica de representação tem algumas vantagens sobre a forma simbólica, uma delas é que ela possibilita combinar vários modelos de usuários e construir um modelo de usuário de grupo. Modelos de grupo acumulam preferências de um grupo específico de usuários e são úteis quando um novo usuário inicia no uso de uma aplicação adaptativa, funcionando como uma espécie de estereótipo [BRU 98b].

Conhecimento

O conhecimento prévio que o usuário traz é considerado a característica mais significante em apresentações de hipermídia adaptativa educacional, mas também é importante em vários outros tipos de apresentações. Em apresentações educacionais, ela representa a maior diferenciação entre os usuários [BRU 98b, KAY 97].

O conhecimento prévio do usuário pode ser inferido através de testes, ou informado diretamente pelo usuário. O conhecimento é uma das características mais mutáveis do usuário, o que faz com que o sistema hipermídia adaptativo precise identificar o estado inicial do conhecimento do usuário e reconhecer as mudanças neste estado, alterando constantemente o modelo do usuário [BRU 98b].

O conhecimento do usuário é representado, usualmente, por modelos do usuário dos tipos estereótipo ou cobertura. Modelos do usuário mais simples armazenam o conhecimento do usuário no formato de estereótipo, classificando cada usuário, por exemplo, como iniciante, intermediário ou avançado. Modelos do usuário mais elaborados representam o conhecimento do usuário por um modelo de cobertura, no qual o conhecimento do usuário é representado usando uma rede de conceitos do domínio, estes conceitos estão relacionados entre si formando um tipo de rede semântica onde é possível saber o nível de conhecimento do usuário em cada conceito do domínio [BRU 98b, KAV 98]. Os conceitos do domínio também podem ser chamados de tópicos, elementos de conhecimento, objetos, resultado de aprendizagem ou outro termo, conforme o sistema utilizado.

Objetivos do Usuário

O objetivo do usuário é uma característica muito importante, pois está relacionada com o contexto da atividade do mesmo na aplicação hipermídia e não do usuário individualmente. Dependendo do tipo de sistema, isso pode ser o objetivo do trabalho (em sistemas de aplicação), um objetivo de pesquisa (em sistemas de recuperação de informação), ou uma solução de problema ou objetivo de aprendizagem (em sistemas educacionais) [BRU 98b].

O objetivo do usuário representa o porquê de o usuário estar usando o sistema hipermídia e o que ele na verdade quer conseguir. O objetivo do usuário é a característica mais mutável, podendo mudar de seção para seção e até mesmo mudar várias vezes dentro de uma seção de trabalho. Geralmente o objetivo do usuário é armazenado através de um modelo de cobertura [BRU 98b].

Em alguns sistemas, é útil diferenciar objetivos locais ou de baixo nível, os quais podem mudar muito freqüentemente de objetivos e tarefas gerais ou de alto nível que são mais estáveis. Por exemplo, em um sistema educacional o objetivo de aprendizagem é um objetivo de alto nível, enquanto que o objetivo de solução de problema é um objetivo de baixo nível, que muda de um problema educacional para outro várias vezes dentro de uma seção. O objetivo atual do usuário é geralmente modelado de forma semelhante à modelagem de conhecimento, usando o modelo de cobertura [BRU 98b].

Background

O *background* do usuário compreende todas as informações relacionadas com as experiências prévias do usuário alheias ao assunto do sistema hipermídia, mas com a devida relevância para serem consideradas. Isso inclui a profissão do usuário, as experiências de trabalho em áreas relacionadas, bem como a classe social, sua formação e origem [BRU 98b].

O *background* geralmente é modelado por um modelo de usuário do tipo estereótipo, incluindo dimensões como profissão, perspectiva ou linguagem nativa [BRU 98b].

Interesse

O interesse do usuário passou a ser considerado apenas em sistemas hipermídia adaptativos mais recentes. A utilização do interesse do usuário como um fator importante de adaptação iniciou com os sistemas hipermídia de recuperações de informações na *Web*, que tentavam modelar os interesses do usuário a longo prazo e utiliza-los com os objetivos de pesquisa do usuário a curto prazo a fim de melhorar a filtragem de informações e recomendações. O interesse do usuário tem sido levado em conta em vários sistemas de informação *on-line* tais como quiosques, enciclopédias e roteiros de museus. Nestes sistemas, o interesse do usuário serve como uma base para recomendar hipernodos relevantes [BRU 2001].

Traços de Personalidade do Usuário

Os traços de personalidade do usuário são um novo aspecto (considerado como uma nova característica) que está sendo explorado pelos sistemas hipermídia adaptativos. Os traços de personalidade definem o usuário como único, representam elementos como características de personalidade (introvertido/extrovertido), fatores cognitivos e estilos de aprendizagem [BRU 2001].

Assim como o *background*, traços de personalidade são considerados como características estáveis, pois mudam com pouca facilidade e quando isto acontece, leva um longo período de tempo. Existe uma certa dificuldade em se obter os traços de personalidade do usuário, porque não basta uma simples entrevista, são necessários testes psicológicos especialmente projetados [BRU 2001].

Por ser uma característica recentemente explorada, os pesquisadores ainda não possuem uma linha comum sobre quais aspectos considerar e como utilizar os traços de personalidade para promover a adaptação, porém todos concordam com a importância da utilização desta característica [BRU 2001].

O aspecto mais considerado dos traços de personalidade, até agora, é o estilo cognitivo de aprendizagem do usuário. Ele é uma de suas características mais estáveis, influenciando, de maneira significativa, a forma com que ele adquire e retém conhecimento [SOU 2002] e é especialmente útil na hipermídia educacional, onde vários sistemas estão sendo desenvolvidos, considerando esta característica. Contudo, ainda não está claro quais aspectos do estilo de aprendizagem são realmente importantes para a modelagem e, com isso, o que adaptar na aplicação, conforme o estilo de aprendizagem do usuário. Além disso, vários estudos experimentais têm sido realizados para avaliar a importância de tratar de forma diferenciada usuários com diferentes traços de personalidade e eles não têm apontado diferenças significativas [BRU 2001].

Uma melhor utilização dos traços de personalidade do usuário no processo de adaptação exige um estudo mais detalhado dos relacionamentos entre estas características e os possíveis ajustes na interface [BRU 2001].

As características apresentadas são a base de um sistema hipermídia adaptativo, o qual é entendido como sendo todo sistema hipertexto ou hipermídia que reflita algumas características do usuário no seu modelo e aplique este modelo para adaptar vários aspectos visíveis do sistema para ele. Em outras palavras, o sistema deve satisfazer a três critérios básicos [BRU 98b]:

- deve ser um sistema de hipertexto ou hipermídia;
- deve ter um modelo de domínio e um modelo do usuário;
- deve ser capaz de adaptar a hipermídia utilizando estes modelos, ou seja, fazer com que o mesmo sistema possa parecer diferente para usuários com modelos diferentes.

As regras que definem o modelo do usuário, o modelo do domínio e as formas de adaptação são apresentadas em um modelo que busca ser uma referência para sistemas hipermídia adaptativos, chamado AHAM. Este modelo é apresentado a seguir.

2.2 Modelo de Aplicação Hipermídia Adaptativa - AHAM

Há alguns anos, vários pesquisadores e desenvolvedores definiram juntos um modelo de referência comum para sistemas hipermídia, chamado de Modelo de Dexter [HAL 94]. Este modelo descreve uma arquitetura que é mais eficiente, em alguns aspectos, do que qualquer sistema hipermídia disponível atualmente [BRA 99c].

Mesmo sendo muito poderoso em algumas áreas, o Modelo de Dexter apresenta algumas deficiências em outras, fazendo com isto que surja outros modelos, dentre os quais, podemos citar o Modelo Tower [BRA 92], o HDM (*Hypermedia Design Model*) [GAR 93] e o OOHDM (Object-Oriented Hypermedia Design Model) [SCH 95] citados em [BRA 99c]. Mesmo assim, o Modelo de Dexter ainda continua sendo o modelo de referência mais amplamente utilizado, estando ainda bem adaptado para a maioria dos tipos de aplicações hipermídia [BRA 99c].

Devido ao fato de que, o Modelo de Dexter não considerava os aspectos adaptativos de um sistemas hipermídia, uma equipe de pesquisadores desenvolveu um modelo de referência para aplicações hipermídia adaptativas, chamado AHAM. Este modelo nada mais é que uma extensão do modelo de referência hipermídia de Dexter e se propõe a descrever aplicações hipermídia adaptativas, especialmente do ponto de vista dos autores que projetam tais aplicações [WU 99].

O AHAM define que um sistema hipermídia adaptativo consiste de quatro partes que funcionam em conjunto, são elas: modelo do domínio, modelo do usuário, modelo de adaptação e máquina adaptativa. O modelo apresenta uma definição distinta para cada um destes elementos. [BRA 99c, BRA 2002b].

O *modelo do domínio* descreve como a informação é estruturada e unida. Ele apresenta a visão do autor no domínio da aplicação, expresso em termos de fragmentos, páginas e conceitos abstratos [BRA 2002b, WU 99].

O *modelo do usuário* descreve que informações sobre o usuário o sistema hipermídia adaptativo mantém registro [BRA 99c]. Ele representa as preferências, conhecimento, objetivos, histórico da navegação e outros aspectos relevantes do usuário [WU 2000]. Isto inclui uma representação de valores em relação a cada conceito do modelo do domínio e também um registro dos nodos visitados pelo usuário [BRA 99c].

De acordo com o AHAM, para que o sistema hipermídia adaptativo seja capaz de adaptar a apresentação, tanto no conteúdo quanto na estrutura dos *links*, para o estilo de leitura e navegação que esteja de acordo com as preferências, objetivos, conhecimento, *background*, experiência no hiperespaço, interesse e características individuais do usuário, o autor deve fornecer um *modelo de adaptação,* consistindo de regras de adaptação [WU 2000]. As regras de adaptação fornecem subsídios para a adaptação ser executada, ou seja, definem como o modelo do domínio e o modelo do usuário são combinados para executar a adaptação real [BRA 99c, BRA 2002b].

Além do modelo de adaptação, o sistema deve dispor de uma máquina adaptativa que, com base nas regras de adaptação, gere uma apresentação personalizada

ao usuário [WU 2000]. A *máquina adaptativa* executa a adaptação real, adaptando ou gerando dinamicamente o conteúdo e os *links* das páginas, a fim de fornecer um hiperdocumento o mais personalizado possível [BRA 99c].

O modelo de adaptação e a máquina adaptativa representam os dois níveis do controle adaptativo do sistema, o nível de autoria e o nível de sistema. Essas duas partes trabalham juntas para controlar a adaptação no sistema hipermídia adaptativo, sendo que enquanto o modelo de adaptação deve se responsabilizar por definir os aspectos de adaptação dependentes do domínio, a máquina adaptativa deve ficar responsável pelos aspectos independentes do domínio [WU 2000].

Aqui estão sendo apresentados apenas os aspectos principais do AHAM. Definições mais detalhadas do AHAM podem ser obtidas em [BRA99c] ou [WU 2000].

2.3 Aplicações da Hipermídia Adaptativa

Sistemas hipermídia adaptativos podem ser úteis em qualquer área de aplicação onde os sistemas possam ser usados por pessoas com diferentes características e onde o hiperespaço é relativamente grande. Pessoas com diferentes objetivos, conhecimentos e *backgrounds* podem estar interessadas em diferentes partes da informação apresentada em uma página hipermídia e podem usar diferentes *links* para navegação [BRU 98b].

Atualmente, são seis as áreas que fazem uso mais intenso da hipermídia adaptativa: hipermídia educacional, informação *on-line*, ajuda *on-line*, hipermídia para recuperação de informações, hipermídia institucional e gerenciamento de visões personalizadas em espaços de informações. As áreas de hipermídia educacional e informação *on-line* foram as que tiveram mais destaque, tendo sido representadas pelo maior número de sistemas. Atualmente, a área de recuperação de informações vem crescendo muito, talvez porque agora seu foco também inclui sistemas para gerenciamento de visões personalizadas [BRU 2001].

A seguir serão apresentadas algumas considerações sobre as áreas de aplicação da hipermídia adaptativa.

2.3.1 Hipermídia Educacional

A necessidade e o conseqüente interesse em promover a educação a distância através da *Web*, talvez tenha sido responsável pelo crescimento desta área, o que é percebido pela quantidade e pelo tipo dos sistemas desenvolvidos [BRU 2001]. Em geral, os sistemas hipermídia adaptativos educacionais utilizam pequenos hiperespaços representando um curso ou uma seção do material de aprendizagem em um assunto específico. O objetivo de um autor, ao construir um curso, é que o usuário aprenda todo o material disponibilizado ou uma significativa parte dele [BRU 98a].

Os primeiros sistemas desenvolvidos para a área de hipermídia adaptativa eram sistemas essencialmente de laboratório, construídos para explorar alguns novos métodos que aplicavam adaptatividade, enquanto que vários sistemas mais recentes são *frameworks* completos e podem dispor inclusive de ferramentas de autoria para o desenvolvimento de cursos baseados na *Web* [BRU 2001].

Considerando que a característica mais importante do usuário na hipermídia educacional é seu conhecimento sobre o assunto que está sendo ensinado, as técnicas da hipermídia adaptativa podem ser úteis para resolver vários problemas relacionados com o uso da hipermídia educacional. Um dos problemas comuns é que o conhecimento de diferentes usuários pode variar muito e o conhecimento de um usuário em particular

pode aumentar muito rapidamente; neste caso, uma mesma página pode não ser esclarecedora para um usuário iniciante e ao mesmo tempo ser trivial e cansativa para um usuário avançado [BRU 98b].

Um outro problema freqüente na hipermídia educacional é que usuários iniciantes podem começar a explorar o material educacional sem conhecer praticamente nada sobre o assunto; nestes casos, geralmente, até mesmo os *links* oferecidos nas páginas iniciais levam a assuntos que são completamente novos para ele. Para que, em situações como estas, o usuário não se sinta "perdido", é importante fornecer auxílio navegacional para que ele encontre seu caminho através do hiperespaço, mesmo que este hiperespaço seja relativamente pequeno [BRU 98b].

Como a área da hipermídia educacional foi uma das mais exploradas através de sistemas desenvolvidos, é possível citar vários exemplos de sistemas construídos até 1996: Anatom-Tutor, C-Book, [Clibbon], ELM-ART, ISIS-Tutor, ITEM/PG, HyperTutor, Land Use Tutor, Manuel Excel, SHIVA, SYPROS, ELM-PR, Hypadapter e HYPERCASE. Estes sistemas não estavam baseados na *Web* [BRU 98b].

Após 1996, alguns sistemas hipermídia adaptativos educacionais passaram a apresentar novos métodos, outros são *frameworks* completos podendo até mesmo dispor de ferramentas de autoria para o desenvolvimento de cursos baseados na *Web*. Dentre os mais representativos podemos citar: ELM-ART, AST, ADI, Hy-SOM, AHM, CHEOPS, RATH, TANGOW, Arthur, PAKMAS, CAMELEON, InterBook, KBS-Hyperbook, AHA! (atualmente apresentado como um sistema de propósito geral), SKILL, Multibook, ACE, ART-Web e MetaLinks [BRU 2001].

2.3.2 Informação *On-line*

O objetivo dos sistemas de informação *on-line* é fornecer acesso diferenciado à informação para usuários com diferentes níveis de conhecimento no assunto. O hiperespaço que representa um assunto pode ser, desde muito pequeno, até muito grande onde, geralmente, cada nodo do hiperespaço representa um conceito do assunto podendo conter várias páginas de informação [BRU 98b].

Sistemas de informação *on-line*, assim como sistemas de hipermídia educacional, podem ser utilizados por usuários com características muito diferentes. Esta particularidade faz com que tais sistemas precisem estar adequados a exigências bastante diversas, por exemplo, usuários com conhecimento e *background* diferente necessitam informação diferenciada sobre um conceito e em diferentes níveis de detalhamento [BRU 98b].

Além de conhecimento e *background* diferenciado, os usuários também podem ter diferentes objetivos quando acessam um sistema de informação. Quando o usuário tem claro seu objetivo e sabe quais conceitos acessar para alcançá-los, talvez nem necessite suporte navegacional, mas quando não consegue identificar claramente o relacionamento dos conceitos do hiperespaço com seu objetivo, ou quando o hiperespaço é grande, o usuário necessita auxílio na navegação e na busca de partes relevantes da informação. A identificação do objetivo do usuário pode ser através de inferência pelo sistema ou pelo fornecimento direto do mesmo pelo usuário [BRU 98b].

O grupo de aplicações classificadas como sistemas de informação *on-line* é relativamente diversificado, além das aplicações clássicas, inclui ainda enciclopédias eletrônicas, quiosques de informações, museus virtuais, sistemas de comércio eletrônico, sistemas de suporte ao desempenho, dentre outros [BRU 2001].

Existem vários sistemas hipermídia adaptativos adequados a sistemas de informação *on-line*. Sistemas como SWAN, Ecran Total e ELFI são classificados como

sistemas de informação *on-line* clássicos; PEBA-II, é um exemplo de enciclopédia eletrônica; o AVANTI é um exemplo de quiosque de informação; o ILEX, Power, Marble Museum e SAGRES são exemplos de museus virtuais; SETA e TELLIM são exemplos de sistemas de comércio eletrônico e ADAPTS e MMA são exemplos de sistemas de suporte ao desempenho [BRU 2001].

Muitos dos sistemas apresentados podem levar em conta a atividade específica do usuário em uma área de aplicação particular e fornecer a melhor adaptatividade e tipos especiais de comportamento adaptativo [BRU 2001].

2.3.3 Ajuda *On-line*

Conceitualmente muito próximo dos sistemas de informação *on-line* estão os sistemas de ajuda *on-line*, que são sistemas de informação *on-line* sobre aplicações computacionais, tais como planilhas eletrônicas, ambiente de programação ou outros, necessários para auxiliar usuários de tais sistemas [BRU 98b].

Estes sistemas não são independentes, estão sempre ligados a seus sistemas aplicativos. Uma característica que os diferencia dos sistemas de informação *on-line* é que, nestes, o hiperespaço é significativamente mais restrito. Tanto sistemas de ajuda *on-line*, quanto sistemas de informação *on-line*, compartilham o problema de fornecer informações diferenciadas para usuários com características diferentes, contudo, o problema de auxiliar usuários a encontrarem partes de informações relevantes é mais facilmente solucionado em sistemas de ajuda *on-line*, porque o hiperespaço não é tão grande e porque o sistema conhece o contexto no qual o usuário solicitou ajuda (ajuda sensível ao contexto). O reconhecimento do contexto em uma aplicação fornece uma fonte confiável para um sistema de ajuda *on-line* adaptativo determinar o objetivo do usuário e oferecer os mais relevantes itens de ajuda [BRU 98b].

2.3.4 Hipermídia para Recuperação de Informações

Sistemas hipermídia para recuperação de informações objetivam possibilitar a pesquisa do hiperespaço de documentos usando similaridade de *links* entre documentos. Estes sistemas são úteis quando os usuários têm dificuldade de construir uma consulta formal apropriada para encontrar os documentos requeridos [BRU 98b].

Sistemas hipermídia para recuperação de informações ganharam um incremento de importância a partir do surgimento da *Web*, entretanto, a *Web* trouxe a dificuldade de dar suporte à atividade de recuperação do usuário em um hiperespaço *Web* ilimitado [BRU 2001]. O uso da adaptatividade em sistemas hipermídia para recuperação de informações pode oferecer algum auxílio adicional, limitando as escolhas navegacionais e sugerindo os mais relevantes *links* a seguir [BRU 98b]. Os sistemas hipermídia adaptativos para recuperação de informações podem ser divididos em dois grandes grupos: sistemas orientados à procura e sistemas orientados à navegação [BRU 2001].

O objetivo dos sistemas orientados à procura é criar uma lista de *links* para documentos que satisfaçam as requisições de informação atuais do usuário. Diferente das máquinas de procura tradicionais, estes sistemas, além de levarem em conta o conjunto de palavras da requisição atual do usuário, consideram o modelo do usuário que contém seus interesses e preferências. Alguns exemplos de sistemas deste grupo são: SmartGuide, Syskill e Webert [BRU 2001].

Sistemas orientados à navegação auxiliam o usuário no processo navegacional da procura, o que é equivalente às tecnologias de suporte à navegação adaptativa de outros sistemas hipermídia adaptativos. Exemplos de sistemas deste grupo são:

WebWatcher, Personal WebWatcher, Syskill e Webert, IfWeb, SiteIF, SurfLen e Letizia [BRU 2001].

2.3.5 Hipermídia Institucional

Estes sistemas fornecem, *on-line*, todas as informações necessárias para auxiliar o trabalho de alguma instituição. Dados de instituições eram normalmente armazenados como um conjunto de bancos de dados relacionado livremente, mas uma tendência atual é reunir estes bancos de dados em um único hiperespaço o qual pode ser razoavelmente grande [BRU 98b].

O hiperespaço de uma instituição se torna um meio para o trabalho diário de muitos de seus empregados, os quais, de acordo com sua função, podem sempre usar apenas uma área específica do hiperespaço e, de acordo com o objetivo de trabalho atual, podem necessitar de acesso a um subconjunto muito pequeno dele. Normalmente, os usuários nunca precisam acessar as partes do hiperespaço fora de sua área de trabalho, além disso, a disponibilização de muitas oportunidades navegacionais, algumas vezes, distraem o usuário de sua atividade primária. Neste sentido, sistemas de informação institucional orientados ao trabalho diferem significativamente de hipermídia para recuperação de informação orientada a procura e sistemas de informação *on-line*, onde a "área de trabalho" do usuário é o hiperespaço completo [BRU 98b].

Duas são as principais dificuldades dos sistemas de informação institucionais: uma é a dificuldade que o usuário pode sentir para organizar sua área de trabalho com as informações mais adequadas; a outra é que um empregado novo, mesmo conhecendo o domínio da aplicação, poderá não estar familiarizado com a estrutura do hiperespaço e pode ficar perdido mesmo no hiperespaço restrito [BRU 98b].

2.3.6 Gerenciamento de Visões Personalizadas em Espaços de Informações

A WWW (*World Wide Web*) oferece uma grande quantidade de informação diferenciada e serviços *on-line* que formam um hiperespaço ilimitado de verdade. Como os usuários, em seu trabalho diário, não precisam acessar todo o hiperespaço, é interessante que eles possam definir visões personalizadas no hiperespaço completo. Cada visão pode estar dedicada e adaptada a um dos objetivos ou interesse relacionado com o trabalho do usuário, considerando também seu *background* [BRU 98b].

Sistemas para gerenciamento de visões personalizadas assemelham-se a sistemas de informação institucional e outros tipos de sistemas de informação onde os usuários necessitam de um acesso adequado a um subconjunto de um espaço de informações para seu trabalho diário [BRU 98b].

As visões personalizadas em espaços de informações amplos requerem permanente gerenciamento, pois o hiperespaço é dinâmico, ou seja, itens podem aparecer, desaparecer ou evoluir. É necessária uma constante pesquisa por novos e relevantes itens e uma identificação dos itens expirados ou modificados [BRU 98b].

Atualmente, sistemas que gerenciam visões personalizadas em espaços de informações são considerados um tipo complementar de sistema hipermídia para recuperação de informações. Enquanto sistemas clássicos de recuperação de informações ajudam o usuário a localizar nodos de informação relevantes, sistemas de gerenciamento de visões personalizadas ajudam a organizar esta informação de alguma

forma [BRU 2001]. Mecanismos de gerenciamento de visões personalizadas estão começando a aparecer em *Websites*, geralmente usando o sufixo My, como: MyYahoo (http://my.yahoo.com), MyExcite (http://my.excite.com), MyNetscape (http://my.netscape.com), MyCNN (http://my.cnn.com), contudo, a maioria destes *Websites* é adaptável e não adaptativo, já que a personalização é baseada em um perfil de usuário que é criado através de um detalhado processo de registro, e não adaptado para os interesses e conhecimento do usuário, a partir da percepção de sua navegação [BRA 2002b, BRU 2001].

É importante ressaltar que as áreas de aplicação apresentadas não são mutuamente exclusivas. Algumas formam pares bastante similares que compartilham inclusive os mesmos problemas. Esses pares são: hipermídia para recuperação de informações e informação *on-line*, informação ou ajuda *on-line* e hipermídia educacional, hipermídia educacional e hipermídia institucional, hipermídia institucional e gerenciamento de visões personalizadas em espaços de informações. Como as fronteiras destas áreas não estão claramente definidas, alguns sistemas desenvolvidos podem pertencer a mais de uma área [BRU 98b].

2.4 Tecnologias de Adaptação

Uma aplicação hipermídia oferece a seus usuários muita liberdade para navegar através de um grande hiperespaço. A rica estrutura de *links* da aplicação hipermídia pode, não apenas deixar os usuários perdidos no hiperespaço, mas também gerar problemas porque os usuários lêem as informações em uma ordem não prevista pelo autor. Sistemas de hipermídia adaptativa ajudam a superar estes problemas por fornecerem suporte à navegação adaptativa para reduzir os problemas de orientação e por fornecerem conteúdo adaptativo para reduzir problemas de compreensão [WU 99].

Um sistema de aplicação hipermídia adaptativo é um tipo especial de sistema hipermídia que pode adaptar os conteúdos e *links* de uma aplicação, dependendo das características apresentadas pelo usuário. A construção de tais sistemas hipermídia adaptativos exige do autor, primeiramente, a construção do hipertexto, e também, a especificação de algumas informações dinâmicas para controle da adaptação [WU 99].

Sistemas hipermídia adaptativos são também adaptáveis, o que significa que o usuário pode definir certas preferências explicitamente ou inicializar seu modelo através de um formulário definido para tal [BRA 99c].

Considerando que os usuários podem possuir diferentes necessidades, objetivos e conhecimento, o objetivo da hipermídia adaptativa é solucionar este problema através da utilização de conhecimento representado no modelo do usuário para adaptar tanto a informação quanto os *links* que estão sendo apresentados ao usuário [BRU 98b].

Os sistemas hipermídia adaptativos constróem um modelo dos objetivos, preferências e conhecimento de cada usuário e usam isso durante a interação para adaptação às necessidades daquele usuário. Este modelo é útil tanto para adaptar o conteúdo de uma página hipermídia ao conhecimento e objetivos do usuário, quanto para sugerir os mais importantes *links* a serem seguidos [BRU 98b].

O processo de interação do usuário com a apresentação deve ser considerado e muitas vezes tornado visível para o mesmo, através da interface, ou seja, informação consultada, erros e demora por resposta pode ser considerada na avaliação da competência do usuário e no planejamento de intervenções didáticas [PAS 92].

A adição de estrutura na interação também pode ser feita através de ferramentas navegacionais que mostram objetivos e sugerem caminhos, ou fornecem *feedback d*o progresso do usuário para que este se sinta estimulado a completar sua exploração e conseqüentemente sua aprendizagem [PAS 92].

A construção de um sistema adaptativo deve se preocupar com que características do sistema são importantes que sejam diferentes para diferentes usuários [BRU 97, BRU 98b]. Em geral, os sistemas hipermídia tradicionais possuem um grande volume de informação irrelevante e uma sobrecarga de *links*. Assim sendo, é útil utilizar as informações armazenadas no modelo do usuário para adaptar o conteúdo e/ou os *links* para serem apresentados ao usuário [SIL 98].

Os sistemas hipermídia adaptativos fornecem informação adicional ou alternativa nos hiperdocumentos para assegurar que a informação mais relevante seja mostrada e que o usuário possa compreender a informação como ela é apresentada, isso é feito através de uma adaptação do conteúdo. Os sistemas hipermídia adaptativos tentam guiar o usuário em direção a informações interessantes e relevantes e procuram mantê-lo afastado de informações irrelevantes e de páginas que o usuário ainda não tem conhecimento suficiente para aprender, isso é feito pela manipulação da estrutura ou apresentação dos *links* [BRA 99b].

Alguns autores classificam esses dois tipos de adaptação, descritos acima, como adaptação em nível de conteúdo e adaptação em nível de *link*, sendo considerados duas classes de adaptação hipermídia. A primeira é chamada de apresentação adaptativa enquanto que a segunda é chamada de suporte à navegação adaptativa [BRU 97, BRU 98b, SIL 98]. Os sistemas hipermídia adaptativos podem modificar o conteúdo e apresentação dos nodos e podem alterar a estrutura dos *links* ou anotar *links*, baseado no modelo do usuário [BRA 99b, BRU 97, BRU 98b].

2.4.1 Apresentação Adaptativa

Apresentação adaptativa é o termo geral para designar todas as técnicas que adaptam o conteúdo de uma página de acordo com o modelo do usuário [BRA 98a], ou seja, adaptam o conteúdo da página acessada por um usuário particular considerando as características dele. As técnicas de apresentação adaptativa garantem que um usuário mais experiente receba informações mais detalhadas e aprofundadas, enquanto que um usuário principiante receba um conjunto maior de informações básicas [BRU 98b].

Técnicas de Apresentação Adaptativa

Como em sistemas hipermídia, o conteúdo de uma página normal pode não ser apenas texto como em sistemas de hipertexto clássicos, mas sim um conjunto de vários itens multimídia, é possível distinguir dois grupos de técnicas de apresentação adaptativa: apresentação de texto adaptativa e apresentação multimídia adaptativa [BRA 98a, BRU 97, BRU 98b, BRU 98c].

Atualmente, a maioria dos trabalhos em apresentações adaptativas são trabalhos em ***apresentação de texto adaptativa*** que fazem com que diferentes usuários, em diferentes momentos, obtenham diferentes conteúdos de texto da mesma página, baseado no modelo do usuário [BRU 98b, BRU 97].

Três técnicas são utilizadas para criar apresentações de texto adaptativas [BRA 98a]:

- *Variantes de Páginas*: esta técnica é usada para construir versões diferentes de uma página. Ela é adequada a sistemas hipermídia adaptativos baseados em estereótipos, onde a variação é limitada [BRA 98a].
  Variantes de páginas é a técnica de apresentações adaptativas mais simples. Com esta técnica, um sistema guarda duas ou mais variações da mesma página com diferentes apresentações do mesmo conteúdo, sendo que cada variante é construída com base em um dos possíveis estereótipos de usuário. Ao apresentar uma página, o sistema seleciona a variante da página de acordo com o estereótipo do usuário. Esta técnica é usada no sistema Anatom-Tutor baseado no estereótipo de *background*, no ORIMUHS e WING-MIT, baseado no estereótipo de conhecimento, e no C-Book baseado em estereótipos que refletem a proficiência do usuário na linguagem de apresentação. Uma técnica semelhante é usada em EPIAIM e C-Book para adaptar exemplos de apresentação ao *background* do usuário, objetivando sempre apresentar ao mesmo o exemplo que é mais adequado às suas experiências e interesses prévios [BRU 98b].

- *Variantes de Fragmentos*: esta técnica é usada para construir diferentes versões de fragmentos em uma página. O tamanho de um fragmento pode ser bastante variável, desde uma única palavra até uma página completa, por isso é possível afirmar que variantes de páginas é um tipo especial de variantes de fragmentos. O número de variações de uma página pode ser bastante grande já que cada fragmento pode ser adaptado a diferentes variáveis no modelo do usuário [BRA 98a].
  Esta técnica é usada para garantir que o conteúdo de uma página contenha a informação apropriada, tanto no nível de dificuldade quanto no de detalhamento. Para isso, os fragmentos são condicionalmente mostrados, ocultados, destacados ou escurecidos. Isso é feito para garantir que o conteúdo de uma página contenha a informação apropriada para um determinado usuário em um determinado momento [BRA 99a].
  Esta técnica é inspirada no fato de que usuários com conhecimento diferente de um conceito particular necessitam de diferentes explicações sobre os conceitos. Um sistema que implementa essa técnica é o Anatom-Tutor. Uma característica interessante do Anatom-Tutor é que ele utiliza uma combinação de variantes de páginas e variantes de fragmentos para suportar adaptação tanto para o *background* quanto para o conhecimento do usuário. A variante da página atual para um nodo acessado é selecionada de acordo com o *background* do usuário e cada página pode ser sucessivamente adaptada, ou seja, para cada conceito mencionado na página, o sistema seleciona a explicação que é mais adequada para o nível de conhecimento do usuário [BRU 98b].

- *Técnicas baseadas em frame*: usando técnicas de linguagem natural as páginas são montadas a partir de pequenos itens de informação como palavras e partes de sentenças [BRA 98a].
  A mais poderosa de todas as técnicas de adaptação de conteúdo é a técnica baseada em *frame*, onde toda informação sobre um conceito específico é representado na forma de um *frame*. *Slots* de um *frame* podem conter várias explicações variantes do conceito, *links* para outros *frames*, exemplos, etc. Nesta técnica também são definidas regras especiais de apresentação que são usadas para decidir quais *slots* devem ser apresentados a um usuário específico e em que ordem. Esta técnica é implementada nos sistemas Hypadapter e EPIAIM. Nestes dois sistemas o *background* do usuário é levado em consideração. No EPIAIM as regras de

apresentação são usadas para selecionar um dos esquemas de apresentação existentes (cada esquema é um subconjunto ordenado de *slots*) e o esquema é usado para apresentar o conceito. No Hypadapter, as regras são usadas para calcular a prioridade da apresentação para cada *slot* e então um subconjunto de *slots* com alta prioridade é apresentado na ordem de prioridade decrescente. Em suas partes condicionais, essas regras podem se referenciar não apenas ao nível de conhecimento do usuário no conceito que está sendo apresentado, mas também a qualquer característica representada no modelo do usuário. Tanto no Hypadapter quanto no EPIAIM a técnica baseada em *frame* é usada para implementar todos os métodos mencionados anteriormente, exceto nos métodos de explicações pré-requisitadas e comparativas, porém, esses métodos também podem ser implementados com a técnica baseada em frame pela colocação de condições apropriadas no nível de conhecimento de conceitos relacionados [BRU 98b].

As técnicas de ***apresentações multimídia adaptativas*** promovem a adaptação de itens não-textuais, mas estão implementadas em poucos sistemas. Já existem várias boas técnicas para apresentações multimídia adaptativas, mas pouco usadas em sistemas hipermídia desenvolvidos [BRU 98b]. Atualmente, o mais comum é encontrar apenas a opção de seleção de mídia e não a adaptação do conteúdo de uma animação, como uma variante de áudio ou vídeo [BRA 98a], entretanto, como os estudos na área vêm crescendo bastante, as perspectivas são de que num futuro próximo, a maioria dos sistemas tenha uma adaptação completa de seus elementos multimídia [BRA 98a, BRU 97, BRU 98b].

2.4.2 Suporte à Navegação Adaptativa

Suporte à navegação adaptativa é o termo usado para designar todas as técnicas que manipulam os *links* que estão disponíveis para o usuário em um determinado momento [BRA 98a]. O objetivo do suporte à navegação adaptativa é apoiar o usuário na melhor adequação do hiperespaço navegacional, o que normalmente se dá pela mudança da aparência de *links* visíveis [BRU 98a].

Dependendo do modelo do usuário, um sistema de hipertexto adaptativo irá guiar o usuário através de algumas páginas "desejadas" e para longe de páginas que contenham informação que não seja relevante naquele momento, ou para as quais o usuário ainda não tenha o conhecimento prévio necessário [BRA 98b]. O sistema pode adaptativamente ordenar, anotar ou esconder parcialmente os *links* da página atual do usuário para facilitar a escolha dos próximos *links* a seguir [BRU 98a, BRU 98c].

Existem basicamente três categorias de técnicas de suporte à navegação adaptativa: as que fornecem auxílio orientacional, as que fornecem auxílio estrutural e as que fornecem auxílio histórico [PAS 92].

As técnicas que fornecem auxílio orientacional são bastante simples e informam o usuário, através dos botões "Próximo", "Anterior", "Primeiro" e "Último", as possíveis conexões do ponto atual. Os botões são usados para fornecer uma melhor compreensão do sistema, visto que eles oferecem informação de metacomunicação ou auxílio contextual local [PAS 92].

As técnicas que fornecem auxílio estrutural ajudam o usuário a se orientar no hiperespaço, especialmente quando este for grande ou complexo. Elas ajudam o usuário a saber onde eles estão ou como eles podem obter uma determinada parte da informação. Dentre as técnicas de auxílio estrutural podemos citar a utilização de mapas globais e locais, que serão comentados posteriormente. Os mapas podem ser

apresentados usando filtros ou índices. Filtros são técnicas de auxílio estrutural importantes, pois são usados para fornecer a legibilidade dos mapas pela redução do número de *links* a serem mostrados na tela. Índices são técnicas mais hierárquicas que os filtros e fornecem uma estrutura para o banco de dados. Esses índices são usados para organizar nodos de texto de acordo com diferentes tipos de *links* disponíveis [PAS 92].

O último grupo de técnicas é o das técnicas que fornecem auxílio histórico. Essas técnicas informam o que já foi visto e o que falta ser explorado [PAS 92].

É importante que as técnicas de auxílio orientacional e estrutural para navegação evoluam, à medida que o usuário adquira conhecimento, conforme tenha sido demonstrado através de sua exploração e seu desempenho em testes [PAS 92]. As técnicas que fornecem auxílio histórico da interação também têm importante função, analisando, por exemplo, se uma página já foi vista antes ou se um erro em um teste já foi repetido, fazendo com que a apresentação adaptativa possa adaptar seu *feedback* e *interface* para refletir o contexto histórico do processo de aprendizagem [PAS 92].

Uma apresentação hipermídia adaptativa deve ser projetada para que o usuário não perceba que está aprendendo sozinho, como por exemplo, com a não repetição de mensagens de erro [PAS 92].

O suporte à navegação adaptativa pode ser considerado uma extensão da tecnologia de seqüenciamento de currículo dentro de um contexto hipermídia, visto que o objetivo de ambos é o mesmo: auxiliar os usuários a encontrar um caminho ótimo através do material de aprendizagem [BRU 98a].

O seqüenciamento de currículo se propõe a fornecer ao usuário uma seqüência planejada especialmente para ele de unidades de conhecimento organizadas de forma a obter o completo êxito (exemplos, questões, problemas, etc.), ajudando o usuário a encontrar o melhor método de construção do conhecimento através do material disponível. No contexto da educação baseada na *Web*, o seqüenciamento de currículo foi muito importante para guiar o usuário através do hiperespaço de informações disponível [BRU 98a, BRU 99].

O suporte à navegação adaptativa é menos diretivo que o seqüenciamento tradicional, dirigindo os usuários implicitamente e deixando a escolha do próximo item de conhecimento para ser aprendido e o do próximo problema para ser selecionado ao próprio usuário [BRU 98a].

Várias técnicas interessantes de suporte à navegação adaptativa já foram sugeridas e implementadas. Elas foram classificadas em cinco grupos, de acordo com o modo como adaptam a apresentação dos *links*. As técnicas mais populares são direcionamento direto, ordenação adaptativa de *links*, ocultamento de *links*, anotação de *links* e mapa de adaptação [BRU 97, BRU 98b]. Atualmente, a maioria dos sistemas de hipertexto adaptativo fornece suporte a apenas uma ou duas dessas técnicas. [BRA 98b].

Para comparar essas técnicas é preciso, primeiramente, compreender como e em que contexto os *links* são geralmente apresentados. Aqui são distinguidos quatro tipos de *links* de apresentação que são diferentes formas de apontar o que pode ser alterado e adaptado [BRU 98b]:

Links não-contextuais locais. Este tipo inclui todos os tipos de *links* em páginas hipermídia normais que são independentes do conteúdo da página. Eles podem aparecer como um conjunto de botões, uma lista ou um menu *pop-up*. Esses *links* são fáceis de manipular – eles podem ser ordenados, ocultados e anotados.

Links contextuais ou links "hipertexto real". Esse tipo inclui chamadas em textos e em figuras, ou outros tipos de *links* que são embutidos no contexto do conteúdo da página e não pode ser removido dele. Esses *links* podem ser anotados, mas não podem ser ordenados ou completamente ocultados.

Links do índice e páginas de conteúdo. Um índice ou uma página de conteúdo pode ser considerado como um tipo especial de página que contém apenas *links*. Esses *links* são geralmente apresentados em uma ordem fixa (ordem de assunto para páginas de conteúdo e ordem alfabética para índices de páginas). Como regra, *links* do índice e páginas de conteúdo são não-contextuais, a não ser que tal página esteja implementada na forma de uma figura.

Links em mapas locais e links em mapas de hiperespaço global. Mapas geralmente representam graficamente um hiperespaço ou uma área local do hiperespaço como uma rede de nodos conectados por setas. Usando mapas, o usuário pode diretamente navegar por todos os nodos visíveis no mapa apenas clicando em uma representação do nodo desejado. Do ponto de vista de navegação, esta representação dos nodos é exatamente o que foi mostrado acima pelos *links*, enquanto as setas servem como uma representação destes que não estão sendo usados por navegações diretas.

Técnicas de Suporte à Navegação Adaptativa

O ***direcionamento direto*** é a técnica mais simples de suporte à navegação adaptativa e normalmente é utilizado em sistemas que decidem qual é o próximo melhor nodo para o usuário visitar, de acordo com o objetivo deste e outros parâmetros representados no modelo do usuário. Para fornecer direcionamento direto, o sistema pode contornar visualmente o *link* para o nodo mais adequado ou apresentar um *link* dinâmico adicional, o qual está conectado ao "melhor" nodo. A primeira forma é mais clara, enquanto que a última é mais flexível, porque ela pode ser usada para recomendar um nodo que não está diretamente conectado ao atual (e não representado na página atual) [BRU 97, BRU 98b].

Fornecer direcionamento direto não é um processo muito simples, tendo em vista que o autor precisa estar atento sobre quais as melhores páginas possíveis para ir, dependendo do estado do conhecimento de cada usuário [BRA 98b]. Além disso, um problema do direcionamento direto é que ele fornece suporte limitado, não fornecendo suporte para os usuários que não desejarem seguir as sugestões do sistema. Direcionamento direto é útil, mas ele deverá ser usado junto com uma técnica que forneça mais suporte [BRU 97, BRU 98b].

A técnica de ***ordenação ou classificação adaptativa de links*** busca ordenar todos os *links* de uma página específica de acordo com o modelo do usuário ou com critérios definidos por este. Classificação adaptativa é uma tecnologia interessante, porém de aplicabilidade limitada, considerando que ela pode ser usada apenas com *links* não-contextuais. Com alguma dificuldade ela pode ser usada em índices e páginas de conteúdo, mas ela nunca pode ser usada com *links* contextuais e mapas [BRU 97, BRU 98b].

A classificação adaptativa efetua a ordenação dos *links* não-estáveis, ou seja, *links* que podem mudar cada vez que o usuário entra na página. Contudo, isso pode ser considerado um problema, já que algumas pesquisas recentes mostram que a ordem estável das opções nos menus é importante para principiantes [BRU 97, BRU 98b].

Se a técnica de classificação adaptativa não é útil para algumas áreas da hipermídia adaptativa, ela é bastante adequada para a área de recuperação de informações. Pesquisas experimentais mostraram que a classificação adaptativa pode significativamente reduzir o tempo de navegação nestes tipos de aplicações onde cada página pode ter muitos *links* não-contextuais. Uma área semelhante onde a classificação adaptativa pode ser usada são os sistemas de documentação *on-line*. Há também

algumas sugestões na utilização de classificação adaptativa em hipermídia educacional [BRU 97, BRU 98b].

Ocultamento adaptativo de links é atualmente a técnica mais freqüentemente usada para suporte à navegação adaptativa. A função dessa técnica é basicamente restringir o espaço de navegação pelo ocultamento de *links* para páginas "não desejadas". As páginas podem ser consideradas como não desejadas por várias razões, como por exemplo, se ela não está relacionada com o objetivo atual do usuário, ou se ela apresenta conteúdos que o usuário ainda não está preparado para compreender [BRU 97, BRU 98b].

O ocultamento parece ser a mais óbvia e mais fácil técnica de implementação, já que restringe o hiperespaço para o usuário e também reduz sua sobrecarga cognitiva. Diferentemente da técnica de classificação adaptativa, a técnica de ocultamento tem uma aplicabilidade mais genérica, podendo ser usada com todos os tipos de *links*, não-contextuais, índices e mapas através do ocultamento real de botões ou itens de menu, e com *links* contextuais pela substituição de *links* de textos por texto normal [BRU 97, BRU 98b].

Esta técnica é mais transparente e parece mais estável para o usuário do que o ordenamento adaptativo, visto que *links* são geralmente adicionados incrementalmente, mas não removidos ou reordenados [BRU 97, BRU 98b].

Licia Calvi, como apresentado em [BRA 98a, BRA 98b] subdivide a técnica de ocultamento em três subtécnicas:

- Ocultamento adaptativo de *links* (puro): os *links* podem ser ocultados tornando a sua âncora (o texto que está normalmente sublinhado e/ou exibido em uma cor diferente) indistingüível do texto circundante. O *link* continua funcionando, possibilitando que usuários que sabem que ele está lá possam continuar usando-o.
- Remoção adaptativa de *links*: remove a âncora de *links* não-relevantes. Isso só pode ser feito quando o texto circundante ainda faz sentido após a remoção do *link*. Neste caso, mesmo um usuário que saiba onde o *link* deveria estar não pode segui-lo. Mesmo que a remoção do mesmo seja eficiente na redução do número de passos navegacionais, avaliações preliminares mostram que os usuários não simpatizam com tal tecnologia.
- Desabilitação adaptativa de *links*: a funcionalidade do *link* é removida, mas seu texto permanece, ou seja, o usuário o vê mas ele não funciona. Devido a isso, essa técnica é freqüentemente combinada com ocultamento de *link*, porque o usuário pode pensar que há um erro no sistema. Em geral, os usuários também não simpatizam com a desabilitação adaptativa de *links*, mas ainda preferem ela ante a remoção adaptativa de *links*.

A idéia da técnica de ***anotação adaptativa de links*** é incrementá-los com alguma forma de comentário que possa dar aos usuários mais informações sobre o estado atual dos nodos que estão atrás dos *links* anotados. Essas anotações podem aparecer em formato textual ou no formato de sugestões visuais usando, por exemplo, diferentes ícones, cores ou tamanhos de fontes [BRU 98b].

Anotação de *links* é conhecida como uma técnica eficaz de suporte à navegação em hipermídia. Uma forma simples de anotação da hipermídia tradicional é utilizada por vários navegadores *Web*, onde os *links* para nodos já visitados são anotados em cores diferentes. Essa forma simples de anotação adaptativa, que pode distinguir apenas dois estados dos *links* (*links* para nodos visitados e *links* para nodos não-visitados), parece ser bastante útil. Entretanto, o suporte à navegação adaptativa também pode utilizar anotação dinâmica dirigida ao usuário, além disso, os sistemas hipermídia

adaptativos atuais podem distinguir e anotar diferentemente até seis estados na base do modelo do usuário [BRU 98b].

A técnica de anotação pode ser aplicada a todas as quatro possíveis formas de *links* e parece ser uma técnica bastante adequada de suporte à navegação adaptativa. Ela mantém uma ordem estável dos *links* e evita problemas com mapas mentais incorretos. Anotação é geralmente uma técnica mais poderosa que o ocultamento, pois enquanto que ocultamento pode distinguir apenas dois estados dos nodos (desejados e não-desejados), anotação, como mencionado acima, pode distinguir até seis estados. Ela não restringe a sobrecarga cognitiva tanto quanto o ocultamento, mas pode utilizar um tipo de "escurecimento" do *link* para *links* não-desejados. Os *links* "escurecidos" ainda permanecem visíveis, mas o usuário pode aprender a ignorá-los, fazendo com que a sobrecarga cognitiva em algumas extensões possa diminuir e sem o risco de o usuário formar mapas mentais errados [BRU 98b].

A técnica de ***mapas de adaptação*** inclui vários meios de adaptar a forma dos mapas hipermídia globais e locais apresentados ao usuário. As técnicas apresentadas de direcionamento direto, ocultamento e anotação também podem ser usadas para adaptar mapas hipermídia, mas elas não modificam a forma ou a estrutura dos mapas [BRU 98b]. Este mapa pode ser filtrado adaptativamente para apresentar uma visão controlável das partes do hiperdocumento que são relevantes para o usuário, já que poucos sistemas de hipertexto fornecem uma visão geral gráfica da estrutura dos *links* de um hiperdocumento [BRA 98a].

Direcionamento direto, ordenação, ocultamento, anotação e mapas de adaptação são as técnicas primárias de suporte à navegação adaptativa. A maioria das técnicas de adaptação existente usa exatamente um desses meios de fornecimento de suporte à navegação adaptativa. Contudo, essas tecnologias não são mutuamente exclusivas e podem ser usadas em combinações, em particular, as tecnologias de direcionamento direto podem ser naturalmente usadas em combinação com alguma das outras três tecnologias [BRU 98b, BRU 97].

Objetivos do Suporte à Navegação Adaptativa

As técnicas de suporte à navegação adaptativa são usadas para alcançar vários objetivos de adaptação: fornecer direcionamento global, fornecer direcionamento local, apoiar orientação local, apoiar orientação global e auxiliar com gerenciamento de visões personalizadas em espaços de informações. Os objetivos citados, mesmo sendo diferentes, possuem algumas coisas em comum, e desta forma, algumas técnicas são utilizadas para mais de um objetivo [BRU 98b].

Direcionamento Global

Direcionamento global [BRA 98a, BRU 98b] pode ser fornecido em sistemas hipermídia onde os usuários têm alguns objetivos de informação globais (isto é, necessitam de informação que está contida em um ou vários nodos em algum lugar do hiperespaço) e a navegação é o caminho para encontrar a informação desejada. As técnicas que utilizam direcionamento global objetivam auxiliar o usuário a encontrar o caminho mais curto para a busca de informação, por isso é bastante útil em sistemas hipermídia de recuperação de informação, nos sistemas de ajuda *on-line* e nos sistemas de informação *on-line* que operam em um hiperespaço razoavelmente grande.

O conhecimento dos objetivos de informação do usuário é um aspecto crucial para o sucesso do processo de direcionamento adaptativo.

A forma mais direta de fornecer direcionamento global é sugerir ao usuário, a cada passo da navegação, quais os *links* de determinado nodo seguir. Uma técnica eficiente é aplicar a tecnologia de classificação adaptativa e classificar todos os *links* de um determinado nodo de acordo com sua importância para o objetivo global. Desta forma, os usuários, além de terem a possibilidade de percorrerem sozinhos o primeiro *link* mais relevante, ainda têm mais algumas informações que lhes permitem fazer uma livre escolha.

Um caso especial de direcionamento global é a hipermídia educacional. Em um sistema hipermídia educacional um usuário geralmente tem um objetivo global, mas ele é um objetivo de aprendizagem – o conhecimento que o usuário precisa dominar. O objetivo de aprendizagem difere do objetivo de informação especialmente no tamanho, considerando que o primeiro é um grande subconjunto do hiperespaço (algumas vezes o hiperespaço total). Outra característica específica da hipermídia educacional é que para fornecer direcionamento global, um sistema tem que conhecer não apenas o objetivo de aprendizagem global, mas também o estado atual do conhecimento do usuário no assunto que está sendo ensinado. O que é similar com os sistemas hipermídia de recuperação de informação é a escolha das técnicas de adaptação, que pode ser tanto direcionamento direto quanto classificação adaptativa.

A técnica mais popular de fornecimento de direcionamento global na hipermídia educacional é o direcionamento direto com o botão dinâmico "próximo". O botão "próximo", na hipermídia educacional, ativa um mecanismo que seleciona o nodo com o material educacional mais relevante, de acordo com o conhecimento atual do usuário, objetivos de aprendizagem e estratégias de sistemas de ensino.

A técnica de direcionamento direto parece ser bastante adequada para o direcionamento global na hipermídia educacional. Usuários de hipermídia educacional são geralmente principiantes e confiam muito nas sugestões oferecidas pelo sistema por terem dificuldade em fazer suas próprias escolhas. Para eles o botão "próximo" é a ferramenta de navegação mais freqüentemente usada. Por outro lado, a técnica de classificação adaptativa de *links* parece ter uma aplicabilidade limitada na hipermídia educacional, primeiramente, porque ela pode ser usada apenas com *links* não-contextuais, os quais não são muito populares na hipermídia educacional, além disso, até mesmo para *links* não-contextuais ela não é tão útil como nos sistemas hipermídia de recuperação de informação (onde usuários são na maior parte profissionais) porque principiantes preferem ter uma ordem estável dos itens nos menus.

Direcionamento Local

O objetivo das técnicas de direcionamento local [BRA 98a, BRU 98b] é auxiliar o usuário a fazer uma escolha navegacional pela sugestão do mais relevante *link* a seguir a partir do nodo atual. Esse objetivo é semelhante ao objetivo do direcionamento global, contudo os métodos de direcionamento local não esperam um objetivo global para fornecer direcionamento, eles sugerem os *links* mais relevantes a serem seguidos de acordo com as características do usuário. Por exemplo, uma técnica importante de direcionamento local para sistemas hipermídia de recuperação de informação e sistemas de informação *on-line* é a classificação de *links* de acordo com as características do usuário.

As técnicas usadas na hipermídia educacional são classificação de *links* e direcionamento direto, aplicadas a partir da identificação do conhecimento do usuário. O direcionamento direto é geralmente aplicado para selecionar o problema mais relevante de um conjunto de problemas disponíveis em determinado momento.

Suporte à Orientação Local

O objetivo das técnicas de suporte à orientação local [BRA 98a, BRU 98b] é auxiliar o usuário na orientação local, isto é, auxiliá-lo a compreender o que está ao seu redor e qual sua posição relativa no hiperespaço. Sistemas de hipermídia adaptativa existentes implementam suporte à orientação local de duas formas diferentes: uma é pelo fornecimento de informação adicional sobre os nodos disponíveis a partir do nodo atual, utilizando tecnologia de anotação adaptativa e outra é pela limitação do número de oportunidades de navegação para diminuir a sobrecarga cognitiva e deixar o usuário concentrado ou analisando os *links* mais relevantes, neste último caso utilizando a técnica de ocultamento.

A técnica de ocultamento se preocupa em ocultar do usuário todos os *links* (tanto do índice quanto do nodo local) que não sejam relevantes para ele em um determinado momento. Cada sistema hipermídia adaptativo pode utilizar princípios diferentes para decidir quais *links* são relevantes e quais não são. Esta decisão normalmente é feita de acordo com as características do usuário.

A forma mais simples de ocultamento é mostrar apenas os *links* relevantes para as preferências dos usuários, sendo que a mais elaborada é mostrar apenas os *links* que são relevantes para os objetivos atuais do usuário.

Dois métodos baseados na tecnologia de ocultamento são específicos para hipermídia educacional. Um método muito popular nesta área de aplicação busca ocultar os *links* para os nodos que ainda não estão prontos para serem aprendidos devido a pré-requisitos, o outro busca ocultar os *links* para os nodos que pertencem a objetivos educacionais de lições subseqüentes e que não pertencem ao objetivo educacional atual.

As técnicas de anotação têm por meta informar o usuário sobre o estado atual dos nodos que estão atrás dos *links* visíveis. Alguns sistemas utilizam a anotação para mostrar várias graduações da relevância de *links* usando, por exemplo, diferentes tamanhos de fontes para anotar *links* como muito relevante, relevante e menos relevante; outros utilizam a anotação para refletir níveis de conhecimento do usuário sobre os nodos que estão atrás dos *links* anotados, por exemplo: não conhecido, sendo aprendido e bem conhecido; a anotação também pode ser usada para contornar os *links* relacionados ao objetivo atual e também para marcar *links* para nodos de conteúdo que ainda não estão prontos para serem aprendidos devido a pré-requisitos.

Links que não estão relacionados com o objetivo atual ou que apontam para nodos que ainda não estão prontos para serem aprendidos geralmente são ocultados, isso mostra que, em muitos casos, a técnica de ocultamento também pode ser implementada usando a técnica de anotação, seja pelo contorno dos *links* relevantes, seja pelo escurecimento de *links* não relevantes. Uma restrição ao uso da anotação é que ela dificilmente pode ser usada em casos onde o número de *links* visíveis é muito grande e onde o ocultamento é ainda aplicável.

Como visto, as técnicas de suporte à orientação local não guiam o usuário diretamente, mas fornecem ajuda na compreensão de quais são os próximos *links* e também ajudam o usuário a fazer escolhas navegacionais bem fundamentadas. Também é interessante ressaltar que as técnicas de direcionamento global e local baseados na técnica de classificação até podem suportar orientação local em algumas situações, mas não tão eficientemente quanto as técnicas especiais de suporte à orientação descritos acima, visto que a posição de um *link* em uma lista ordenada dá ao usuário pouquíssima informação adicional sobre o *link*.

Suporte à Orientação Global

O objetivo das técnicas de suporte à orientação global [BRA 98a, BRU 98b] é auxiliar o usuário a compreender a estrutura do hiperespaço completo e sua posição absoluta nele. Na hipermídia não-adaptativa, este objetivo é geralmente alcançado pelo fornecimento de marcas visuais e mapas globais que podem diretamente ajudar o usuário na orientação global. Uma outra alternativa na hipermídia não-adaptativa é o fornecimento de roteiros guiados que também auxiliam o usuário a gradualmente conhecer o hiperespaço. A utilização das técnicas de ocultamento e anotação faz com que a hipermídia adaptativa possa oferecer mais suporte à orientação ao usuário.

A anotação funciona como ponto de referência, já que um nodo mantém a mesma anotação sendo visto de diferentes posições no hiperespaço e isso faz com que o usuário possa reconhecer mais facilmente os nodos que ele encontrou antes e entender sua posição atual. A utilização de anotações diferenciadas dependendo do nível de conhecimento do usuário torna as técnicas de suporte à orientação global mais úteis.

O ocultamento reduz o tamanho do hiperespaço visível e pode simplificar tanto a orientação quanto a aprendizagem. Em aplicações educacionais ou de hipermídia institucional onde o hiperespaço, em geral, não é tão grande, o ocultamento pode ser eficiente no apoio a aprendizagem do hiperespaço. As técnicas de ocultamento que são úteis para este propósito são aquelas que gradualmente mostram ao usuário, de forma incremental, partes maiores do hiperespaço a partir de suas características.

Uma tendência dos sistemas que utilizam as técnicas de suporte à orientação global adaptativa é a adaptação dos mapas locais e globais, mas ainda não existem estudos suficientes para tal. A sistemática de ocultamento e anotação podem ser aplicadas para adaptar mapas do hiperespaço. Outra possibilidade é a aplicação da técnica de mapas de adaptação, a qual se preocupa com a construção adaptativa de mapas locais e globais onde a maior estrutura dos mapas pode depender das características do usuário.

As várias técnicas diferentes para apresentação da informação e para navegação entre páginas na *Web* apresentadas estão sendo cada vez mais utilizadas em aplicações de hipermídia adaptativa. O êxito de uma técnica de adaptação em uma determinada aplicação não garante que ela seja a melhor para todas as aplicações [BRA 98a]. Várias boas aplicações hipermídia adaptativas podem utilizar diferentes técnicas de adaptação.

A cada momento, novas técnicas passam a estar disponíveis para serem usadas nos sistemas de hipermídia adaptativa, entretanto, poucas delas têm sido testadas por experimentos projetados corretamente [BRU 98b].

2.5 Características de Sistemas que Possibilitam a Criação de Apresentações Adaptativas

Todos os artigos publicados antes de 1996 descrevem sistemas de hipertexto e hipermídia adaptativos pré-*Web*, ao passo que, a maioria dos artigos publicados após 1996 apresenta sistemas hipermídia adaptativos baseados na *Web* [BRU 2001].

Considerando que, para a construção de uma apresentação hipermídia adaptativa, o autor precise construir o hipertexto e definir as regras de adaptação, e que a autoria de tais apresentações não é um processo muito simples, já que exige a combinação do conteúdo com várias possibilidades de adaptação, torna-se necessário a utilização de ferramentas de autoria que facilitem este processo [WU 99].

A dificuldade de autoria é percebida, por exemplo, em sistemas como o Interbook, onde o autor deve construir o hipertexto de forma estruturada, através de arquivos MS-Word anotados, de forma semelhante ao AHA!, onde o autor escreve arquivos HTML anotados. A necessidade de definir conjuntamente conteúdo, *links* e as possibilidades de adaptação tornam difícil para os autores manterem uma visão clara de como cada conceito (como já dito, também chamado de tópico, elemento de conhecimento, objeto, resultado de aprendizagem ou outro termo, conforme o sistema utilizado) está relacionado com os demais [WU 99].

Em geral, os sistemas disponíveis atualmente são empíricos e muito diferentes uns dos outros, mas, mesmo assim, é possível perceber que existe um conjunto de métodos que é usado na maioria deles. Esses métodos são usados como um conjunto de ferramentas de construção para a criação de futuros sistemas hipermídia adaptativos [BRU 98b].

Existem basicamente dois tipos de sistemas hipermídia adaptativos, sejam eles baseados na *Web* ou não. Um deles são os sistemas de propósito especial, construídos especificamente para atender uma aplicação ou uma área de aplicação; o outro são os sistemas de propósito geral, projetados para atender diferentes tipos de aplicações. A maioria dos sistemas disponíveis atualmente são sistemas de propósito especial, sendo a maioria deles construídos para aplicações educacionais [BRA 2002b].

Vários sistemas hipermídia adaptativos têm sido implementados nos últimos anos. Curtis A. Carver Jr. et al., em [CAR 99b] classifica esses sistemas em primeira ou segunda geração dependendo da época em que eles foram desenvolvidos e que mecanismos foram usados para sua distribuição (uso local ou *Web*). Os sistemas hipermídia adaptativos da primeira geração foram construídos no período de 1985 a 1993 e são, em sua grande maioria, sistemas adaptativos que não possuíam uma natureza distribuída.

A adaptatividade dos sistemas da primeira geração era bastante limitada. Os sistemas se baseavam nos modelos de usuário do tipo estereótipo e utilizavam técnicas de adaptação funcionalmente limitadas, tais como, texto condicional, direcionamento direto, texto extendido, ocultamento e anotação de *links*. Os sistemas EPIAIM, Hypadapter, ITEM/IP, ISIS-Tutor, MetaDoc e MetaDoc V são exemplos da primeira geração de sistemas hipermídia adaptativos [CAR 99b].

ISIS-Tutor é um bom exemplo da primeira geração de sistemas adaptativos. Ele é um ambiente de aprendizagem adaptativo para o sistema de recuperação de informações CDS/ISIS/M (ISIS). O ISIS-Tutor fornece suporte adaptativo através de uma apresentação baseada em frame, anotação de *links* e ocultamento de informação. Apresenta uma seqüência adaptativa de tarefas e conceitos baseados no modelo do usuário. O nível de conhecimento do usuário em relação a cada conceito é representado através de quatro estados: não pronto para ser aprendido, pronto para ser aprendido, em aprendizagem e aprendido [CAR 99b].

O progresso do usuário no sistema é mostrado através da tecnologia de anotação, modificando as cores dos conceitos. A tecnologia de ocultamento de *links* pode ser usada para remover os conceitos para os quais o usuário ainda não está pronto [CAR 99b].

Com o advento da *World Wide Web*, sistemas hipermídia adaptativos com mais funcionalidades foram desenvolvidos, os quais pertencem à segunda geração de sistemas hipermídia adaptativos [CAR 99b].

Os sistemas da segunda geração foram desenvolvidos a partir de 1993 e quase que em sua totalidade utilizam a WWW como seu meio de apresentação e distribuição. Estes sistemas introduzem novas capacidades tais como: apresentações multimídia

adaptativas, mapas de adaptação e ordenação de *links* e, em geral, são independentes de plataforma. Para a utilização nestes sistemas foram refinadas técnicas de adaptação existentes para fornecer uma maior funcionalidade. O modelo do usuário nestes sistemas é mais confiável, visto que incorpora mais características dos usuários [CAR 99b].

A segunda geração de sistemas hipermídia adaptativos teve suas funcionalidades melhoradas de forma significativa em relação aos sistemas da primeira, entretanto, alguns sistemas ainda apresentam limitações em alguns aspectos. Essas limitações se referem à utilização de modelos de usuário do tipo estereótipo unidimensionais, suporte adaptativo de granularidade grossa, hiperespaços adaptativos delimitados com fronteiras bruscas, suporte a autoria limitado e comunicações não-construtivas e limitadas entre o usuário e o modelo adaptativo [CAR 99b].

Como exemplos de sistemas da segunda geração temos o AHA!, o ARNIE-HyperMan, o AVANTI, o Basar, o CS383, o Cameleon, o ELM-ART, o I-Doc, o InterBook, o KN-AHS, o MediaDoc, o RATH, o WebWatcher, dentre outros [CAR 99b].

O ELM-ART é um exemplo bastante característico dos sistemas da segunda geração. É um sistema de tutoria inteligente em LISP que fornece adaptação de curso através de uma combinação de anotação adaptativa e ordenação de *links* [CAR 99b].

Através do uso da anotação adaptativa, os *links* são codificados com cores de acordo com a preparação do usuário para a informação do nodo. Anotações em vermelho indicam os nodos para os quais o usuário ainda não tem os pré-requisitos, nodos em âmbar representam informações que o usuário já está pronto para obter, mas que ainda não são recomendadas, em verde representam nodos que o usuário está pronto para conhecer e que lhe são recomendados. O ELM-ART classifica *links* adaptativamente de forma que os mais semelhantes ao nodo no qual o usuário está no momento são apresentados primeiro [CAR 99b].

O ELM-ART utiliza amplamente o *feedback* do usuário e é altamente interativo. À medida que o usuário completa exercícios e acessa nodos, a barra de status muda para refletir o conhecimento atual do usuário. O ELM-ART também é adaptável no sentido de que os usuários podem diretamente editar o modelo do usuário e anular as escolhas navegacionais apresentadas para alcançar seus objetivos educacionais [CAR 99b].

O ELM-ART serviu de inspiração para pelo menos três outros sistemas de hipermídia adaptativa, o Interbook, o MetaLinks e o NetCoach. A principal diferença é que enquanto o ELM-ART foi projetado para ser um curso de Lisp e que também usava Lisp para o *software* que mantinha o modelo do usuário e gerava o conteúdo adaptativo [BRA 98b], o InterBook, o MetaLinks e o NetCoach podem ser usados para criar apresentações em diferentes tópicos e essas apresentações são acessadas através de navegadores *Web* padrão.

O InterBook [BRA 99b] é um sistema adaptativo e uma ferramenta para construção de cursos adaptativos para o ambiente *Web*. Essa ferramenta utiliza um enfoque baseado em conceitos e funciona como um livro-texto eletrônico que pode ser qualquer material hipermídia estruturado dinamicamente. Esse sistema é muito usado para representar material de curso *on-line*. Virtualmente, qualquer tipo de material de curso pode ser representado como um livro-texto eletrônico [BRA 99b].

O InterBook usa uma estrutura fixa de *frames* para representar uma tabela adaptativa de conteúdos, um conjunto de conceitos conhecidos ou requeridos, uma página de conteúdo, etc. Além disso, a interface ao usuário do sistema, que é definida usando HTML, é ligada à máquina que mantém o modelo do usuário e executa a adaptação [BRA 98b]. No InterBook, a autoria das apresentações requer o uso do

Microsoft Word não apenas para formatar a estrutura do documento, mas também para definir os relacionamentos entre os nodos, processo este não muito simples para usuários com pouco conhecimento técnico. Uma outra restrição do InterBook é que ele apenas está disponível para a plataforma Machintosh.

O sistema adaptativo NetCoach contém uma ferramenta de autoria para hipermídia adaptativa. Está baseado em um servidor LISP e disponível para as plataformas Windows, Apple e Linux. O NetCoach permite criar apresentações sem que o autor precise de maiores conhecimentos em programação. No NetCoach é possível construir apresentações adaptadas ao conhecimento, objetivos e preferências do usuário. Para promover a adaptação, o NetCoach utiliza as tecnologias de seqüenciamento de currículo e anotação adaptativa [WEB 2001].

O MetaLinks, de forma semelhante aos anteriores, contém uma ferramenta de autoria para a construção de apresentações adaptativas baseadas na *Web*. Esta ferramenta de autoria permite gerenciar com facilidade conteúdo, mídia e *hiperlinks*. Seu projeto foi influenciado pelos antecessores ELM-ART e InterBook. Ele foi desenvolvido usando JavaScript e HTML dinâmico. O conteúdo é armazenado em um banco de dados relacional e requer apenas um navegador *Web* para acesso as apresentações [MUR 2000].

O enfoque do InterBook utiliza dois tipos de conhecimento: conhecimento sobre o domínio que está sendo ensinado – que é representado na forma de um modelo de domínio, e conhecimento sobre o usuário – que é representado na forma de modelos de usuário individuais. No Interbook, o domínio da aplicação é descrito por um documento estruturado [BRA 99b]. O modelo do usuário é mantido no servidor do InterBook e aplicado para fornecer direcionamento adaptativo e suporte navegacional [SIL 98].

No NetCoach, a base de conhecimento consiste de conceitos, que são representações internas das páginas que serão apresentadas para o usuário. Os conceitos são relacionados conforme as definições do autor, entretanto, o autor não precisa, necessariamente, definir estas relações; caso ele não as defina, valores padrão são assumidos a partir da inclusão dos conceitos. O NetCoach dispõe de uma interface gráfica para definição dos pré-requisitos de conceitos e das inferências dos conceitos [WEB 2001].

As relações entre os conceitos no NetCoach definem pré-requisitos e inferências. Definindo os pré-requisitos de um conceito, o sistema direciona o usuário em direção a páginas que contenham esses pré-requisitos, antes de apresentar o conceito em questão. As inferências são, de certa forma, o oposto de pré-requisitos. Quando um conceito é definido como inferido de outro, e o usuário já tiver aprendido este último, o sistema assume que ele já aprendeu o primeiro [WEB 2001].

O modelo do usuário no NetCoach mantém informação sobre a situação de exploração de cada conceito, possivelmente relacionada à aprendizagem. O próprio sistema atualiza o valor de cada conceito à medida que o usuário visita a página, acerta um teste ou o conceito foi inferido por outro, mas o próprio usuário tem a liberdade de modificar este modelo diretamente [WEB 2001].

No NetCoach, através do seqüenciamento de currículo, o sistema sugere quais as páginas mais adequadas para o usuário naquele momento. Se o usuário acessar uma página cujos pré-requisitos ainda não estão preenchidos, o usuário recebe uma notificação advertindo-o sobre isto. Isto é feito dinamicamente a partir do objetivo de aprendizagem geral e da exploração que o usuário realizou sobre cada conceito. A anotação adaptativa é usada para o usuário se orientar e navegar no hiperespaço através da modificação da aparência dos *links* visíveis [WEB 2001].

O NetCoach não adapta o texto da apresentação e não usa ocultamento de *links*, pois seus projetistas acreditam que o usuário deve ter total liberdade para navegar e acessar o conteúdo e o sistema adaptativo deve limitar-se a dar dicas e sugestões [WEB 2001].

Algumas técnicas usadas no InterBook de navegação avançada são: direcionamento direto, suporte à navegação adaptativa, ajuda baseada em pré-requisitos e anotação de *links* [BRA 99b, SIL 98]. A anotação adaptativa é aplicada por meio de círculos ou setas coloridas junto aos *links* para indicar as páginas recomendadas ou não [BRA 98a].

A *interface* do Interbook é útil e poderosa porque ela utiliza características avançadas de navegadores modernos tais como janelas múltiplas e *frames* [BRA 99b].

O Interbook oferece aos usuários uma apresentação baseada em *frames* que inclui uma tabela parcial adaptativa dos conteúdos, uma visão geral dos pré-requisitos de conhecimento requeridos (*background*) para a página do livro de ensino atual, e uma visão geral do conhecimento resultante (conceitos para os quais esta página contribui). Ele também oferece algumas características especiais para aprendizagem, incluindo um glossário e um gerador de roteiro guiado, do tipo "ensine-me" para aprendizagem de conceitos específicos [BRA 2002b].

No MetaLinks, o conteúdo e as ferramentas de navegação são criadas e disponibilizadas dinamicamente, além disso, é mantido um registro de todas as ações do usuário, inclusive as páginas visitadas e ferramentas utilizadas. Estes recursos fornecem flexibilidade para adaptar o conteúdo e o seqüenciamento da apresentação para cada usuário [MUR 2000].

O MetaLinks mantém um histórico do usuário, mas não utiliza este histórico para modificar os valores de conhecimento do usuário e, por conseqüência, não mantém um modelo do usuário. O MetaLinks utiliza um mecanismo similar ao InterBook, usando conceitos com *links* de pré-requisitos, formando uma rede de conceitos que compõem o modelo do domínio [MUR 2000].

Diferentemente do InterBook, o MetaLinks não utiliza questões em suas apresentações, e, com isso, a única informação armazenada sobre o usuário é seu histórico de navegação.

Para promover a adaptação, o MetaLinks utiliza suporte à navegação adaptativa, anotando os *links* conforme o histórico e os pré-requisitos. Ele também utiliza seqüenciamento adaptativo, mapas de navegação adaptativos e texto extendido. Neste último, uma referência ao texto que está ocultado é apresentada em cor diferente e, quando o usuário passa o *mouse* sobre esta referência, o texto completo é apresentado. Normalmente, o texto que está oculto possui uma relevância menor e só é apresentado a partir do interesse do usuário [MUR 2000].

Além dos sistemas descendentes do ELM-ART, outros sistemas da segunda geração tiveram bastante êxito, dentre eles podemos citar o TANGOW e especialmente o AHA!.

Tanto o TANGOW quanto o AHA! são sistemas adaptativos que dispõem de uma ferramenta para desenvolvimento de apresentações para a *Web*. Ambos foram construídos em Java e podem ser acessados através de navegadores *Web* padrões.

O AHA! permite a criação de apresentações adaptativas através de funcionalidades, tais como: conceitos, pré-requisitos de conceitos, conhecimento dos usuários e mecanismos que permitem a atualização do modelo do usuário em função de navegação e/ou testes.

O TANGOW guia os estudantes durante seu processo de aprendizagem pelo registro de seu comportamento e perfil. Ele utiliza a tecnologia de seqüenciamento de

currículo, o qual é gerado dinamicamente, de modo que o mesmo conceito possa ser ensinado de diferentes formas, dependendo do perfil do usuário e de suas ações na interação com o curso [CAR 99a].

O AHA! também utiliza o modelo do usuário para promover a adaptação e a atualização deste modelo que se dá pelo acesso às páginas. A personalização de uma página acontece por meio das tecnologias de anotação e ocultamento de *links*, dependendo da situação. A anotação adaptativa é aplicada exibindo o texto do *link* âncora em azul, púrpura ou preto, dependendo se a página a qual o *link* se refere é desejada, indiferente ou não desejada para aquele usuário, naquele momento[BRA 98a].

No TANGOW, os cursos são estruturados por meio de tarefas de ensino e regras que são armazenadas em um banco de dados. As tarefas de ensino são as unidades básicas que aparecem no processo de aprendizagem. Nelas é representado o conhecimento que precisa ser alcançado. As regras são uma especificação de como uma tarefa de ensino é dividida em subtarefas, podendo existir várias regras para a mesma tarefa de ensino. As regras também podem especificar os requisitos para as tarefas de ensino serem aplicáveis, dependendo de informações sobre as tarefas já alcançadas, o perfil do usuário e a estratégia de aprendizagem que é utilizada [CAR 99a].

No AHA!, o autor da apresentação cria uma estrutura baseada em conceitos. Para cada conceito, o autor define um conjunto de atributos que indicam o relacionamento entre o usuário e aquele conceito, esse relacionamento normalmente indica conhecimento ou interesse e é representado por valores inteiros. O AHA!, assim como o TANGOW, também utiliza algumas regras. Para cada página da apresentação, existe uma regra de requisito que indica se a página é desejada ou não, naquele momento, para um determinado usuário. Os valores associados a cada conceito são atualizados a partir do acesso às páginas, conforme definido nas regras de geração de valores para conceitos.

Um sistema recente que propõe a utilização de características pouco ou nunca consideradas nos sistemas previamente apresentados é o AdaptWeb. Ele foi projetado e está sendo desenvolvido por um grupo de pesquisadores do Projeto Tapejara para ser um ambiente de instrução pela *Web* capaz de identificar o estilo cognitivo do aprendiz e adaptar a apresentação para as especificidades daquele estilo cognitivo, visando melhorar os resultados da aprendizagem [FRE 2002, SOU 2002].

O AdaptWeb é capaz de adaptar uma apresentação às características dos usuários e dispõe de uma ferramenta de autoria para a construção das apresentações e definição das regras de adaptação. Para o processo de adaptação ele considera três aspectos principais: o conhecimento atual do usuário, a área ou programa a que ele pertence e as preferências navegacionais do mesmo [FRE 2002].

Assim como outros sistemas, o AdaptWeb utiliza um modelo do usuário que armazena informações sobre o *background*, objetivos, experiência no hiperespaço e informação acessada pelo usuário. O modelo do usuário é constantemente acessado para promover a adaptação. Os dados da apresentação, de forma semelhante ao AHA!, são armazenados em arquivos XML (*Extensible Markup Language*) [FRE 2002].

Uma característica interessante do AdaptWeb é que ele permite que o usuário opte, a cada *login*, por receber a apresentação no modo tutorial ou no modo livre. Enquanto o modo tutotial promove todas as adaptações necessárias, o modo livre permite a navegação sem restrições [FRE 2002].

As técnicas de adaptação utilizadas no AdaptWeb são comuns aos demais sistemas apresentados. São elas: desabilitação de *links*, anotação de *links*, lista do histórico e remoção de *links* [FRE 2002].

As características apresentadas são de alguns sistemas estudados que possibilitam a criação de apresentações adaptativas. Outros sistemas certamente existem, com características semelhantes ou, talvez, bastante diferenciadas.

O objetivo do estudo de tais sistemas foi verificar a viabilidade de avaliar apresentações construídas nestes sistemas, entretanto, percebendo a diferença de formato das mesmas, foi optado por avaliar apresentações construídas em apenas um destes sistemas.

Por ser um sistema de código aberto, distribuído livremente, que permite criar apresentações com várias características adaptativas e estar disponível para as plataformas mais difundidas, o sistema escolhido foi o AHA!, que será apresentado em detalhes no capítulo seguinte.

3 Descrição do Sistema AHA!

O AHA! (*Adaptive Hypermedia Architecture*) é um sistema hipermídia adaptativo que contém uma ferramenta de autoria para a criação de apresentações adaptativas através de funcionalidades tais como: conceitos, conhecimento dos usuários e mecanismos que permitem a atualização do conhecimento dos usuários em função de navegação e/ou testes. Este sistema foi construído quase que totalmente em Java, o que permite sua portabilidade para diferentes plataformas, além disso, está sendo distribuído como código aberto [BRA 98b].

O AHA!, que até a segunda versão, considerada a terceira geração, não era grafado com uma exclamação no final, suporta aplicações baseadas na *Web* "puras" e também é considerado um sistema baseado na *Web* "puro" no sentido de que ele apenas reage a requisições HTTP. O AHA! pode ser instalado em qualquer servidor *Web* que suporte *Servlets* Java [BRA 2002a, BRA 2002b]. Sua arquitetura é baseada em *Servlets* Java e utiliza XML e HTML para as páginas [BRA 2002a].

O AHA! é bastante adequado para a construção de apresentações cuja apresentação dos conteúdos se baseia na leitura de páginas. Ele permite ainda, a verificação dos resultados através de testes de múltipla escolha [BRA 2002b].

Enquanto grande parte dos sistemas adaptativos existentes atualmente foram construídos para serem usados com uma aplicação específica, o AHA! foi projetado para ser um sistema genérico, concentrando suas funcionalidades nos aspectos internos de adaptação e deixando as características da apresentação para o autor [BRA 98b].

O funcionamento básico do AHA! consiste em manter um modelo do usuário baseado em conhecimento sobre conceitos. Quando é usado o termo conhecimento sobre conceitos, existe a tendência em pensar em sistemas educacionais, mas como o AHA! não está voltado apenas a tais tipos de aplicações, é mais conveniente usar a expressão *valores para um atributo do modelo do usuário*, ao invés de *conhecimento sobre um conceito*.

A arquitetura do sistema AHA! está, em sua maior parte, de acordo como o modelo de referência AHAM, detalhado na seção 2.2 do capítulo anterior. De certa forma, os dois projetos foram desenvolvidos de forma paralela com alguns pesquisadores participando de ambos os projetos. O modelo do domínio, modelo do usuário, modelo de adaptação e a máquina adaptativa, definidos no modelo AHAM, são adotados no AHA! [BRA 2002b]. A seguir é detalhado o funcionamento de cada um destes elementos no AHA!.

No AHA!, o ***modelo do domínio*** descreve o domínio da aplicação em termos de fragmentos, páginas e conceitos abstratos. Cada página é um arquivo XML que contém fragmentos de texto HTML que podem ser condicionalmente incluídos e l*inks* de hipertexto que, de forma similar, também podem ser condicionalmente incluídos [BRA 2000]. As *tags* XML são principalmente usadas para delimitar os fragmentos e fornecer condições para a inclusão deles. As páginas são conectadas através de *links* de hipertexto [BRA 2002b].

O modelo do domínio no AHA! está baseado em dois importantes conceitos: o de página e o abstrato. O conceito de página indica um conceito representado por uma página, ou seja, ele está autocontido em uma página *Web* em uma relação um para um. O conceito abstrato não está relacionado diretamente a uma única página. Isto significa que ele pode estar associado a uma parte da página ou a várias páginas. O termo conceito é usado para indicar conceito de página e conceito abstrato [BRA 2000].

O AHA! reconhece *tags* âncora HTML que representam, através de *links* de hipertexto, os relacionamentos entre as páginas. Os *links* podem referenciar uma URL (*Uniforme Resource Locator*) absoluta, chamados externos, ou uma URL relativa, referenciando páginas da própria apresentação. Estes relacionamentos somente existem entre páginas, não entre conceitos abstratos [BRA 2000].

Para que os *links* de hipertexto sejam incluídos condicionalmente nas páginas de uma apresentação AHA!, eles devem ser definidos como da classe condicional. Se não for definida nenhuma classe para o *link*, fica subentendido como classe incondicional e este sempre será exibido [BRA 98b]. Para que um *link* condicional seja exibido, os requisitos para as páginas a que eles se referem devem estar satisfeitos de acordo com as regras de adaptação definidas. O *link*: `<a href="pagina1.xml" class="conditional">` é um exemplo de *link* de hipertexto da classe condicional. A exibição ou não do *link* que referencia o arquivo pagina1.xml é controlada pela máquina adaptativa do AHA!, que será apresentada mais adiante, respeitando as regras de adaptação definidas.

Cada página XML do AHA! contém, além do corpo, um cabeçalho e um rodapé que o autor cria uma vez e que é automaticamente incluído em todas as páginas. Adicionalmente ao cabeçalho definido pelo autor, existe um outro cabeçalho padrão fornecido pelo AHA! que contém a definição da folha de estilo com o esquema de cores dos *links* usado para aplicar as técnicas de ocultamento e anotação de *links* utilizadas pela máquina adaptativa do AHA! [BRA 98b, BRA 2000]. Embora essas cores mantenham o mesmo padrão dos navegadores, usando azul e púrpura como padrão, é o AHA! que garante o uso dessas cores, não o navegador do usuário [BRA 98b, BRA 2000]. O AHA! requer a desabilitação, durante a sua execução, do padrão de cor do navegador, e de formatos como *links* sublinhados. Com isso, o usuário tem total liberdade para alterar o esquema de cores do AHA! através da página de configuração, sempre que desejar. Além disso, o AHA! requer que o usuário desabilite o uso de *cache* para o acesso às páginas, o navegador deve estar configurado para atualizar a página cada vez que ela for acessada.

No cabeçalho padrão das páginas do AHA!, também é informada a quantidade de páginas que foram lidas e a quantidade de páginas que ainda precisam ser lidas [BRA 98b].

As páginas de uma apresentação podem conter testes de múltipla escolha para verificar os resultados do usuário. Testes de múltipla escolha podem ser criados em HTML, utilizando *links* para páginas que explicam se uma resposta está certa ou errada. Quando o usuário escolhe uma resposta incorreta, a página de respostas pode explicitamente diminuir o valor de conhecimento para alguns tópicos e reajustar para 0 o valor das páginas que devem ser relidas. Quando o usuário lê o material novamente, o conhecimento sobre as páginas e tópicos é aumentado novamente. A escolha dos testes a serem aplicados é feita de forma aleatória [BRA 98b, BRA 2002b]. Os autores do AHA! estão trabalhando em uma *interface* gráfica para construção dos testes, porém ainda não está disponível [BRA 02a].

Mesmo já existindo várias ferramentas de autoria para arquivos de dados XML, o AHA! vem com alguns *scripts* para converter páginas HTML para os requisitos da linguagem XML [BRA 2000], o que facilita o reaproveitamento de páginas já construídas.

O ***modelo do usuário*** pode manter algumas preferências, objetivos, conhecimento, interesses e outras informações do usuário. Praticamente todos os dados que o sistema tem sobre o usuário são baseados ou em informações que o próprio usuário dá ou nas ações realizadas pelos mesmos [BRA 98b].

O modelo do usuário gerado pelo AHA! é um arquivo XML especial que inicia com informações básicas do usuário, como nome, e-mail, identificação e senha para acesso à apresentação, instituição a que o usuário pertence e seu departamento. A seguir é apresentado o bloco inicial do modelo do usuário.

```
<usermodel>
     <person>
          <name>Alessandra Cini</name>
          <email>alessandra@malbanet.com.br</email>
          <id>acini</id>
          <passwd>555555</passwd>
          <institute>UCS/CETEC</institute>
          <department>Informatica</department>
     </person>
```

Nas páginas seguintes serão apresentados outros blocos do modelo do usuário e nos anexos 1 e 2, respectivamente, é possível encontrar a DTD (*Document Type Definition*) que define o formato do modelo do usuário e o modelo do usuário completo do curso que foi desenvolvido para o ensino da linguagem SQL (e que será apresentado mais adiante).

As preferências de cores dos usuários, no AHA!, são armazenadas através de valores explícitos atribuídos a partir de uma seleção do usuário na página de configuração. Esta página de configuração é acessada através do cabeçalho padrão do sistema para as páginas, já comentado no modelo do domínio. Uma representação lógica destas preferências poderia não ser suficiente para armazenar os valores necessários [BRA 98b]. A seguir é mostrado o bloco do modelo do usuário onde são armazenadas as preferências de cores do usuário.

```
     <colors>
       <goodlink>0000ff</goodlink>
       <badlink>202020</badlink>
       <neutrallink>7c007c</neutrallink>
       <externallink>ff0000</externallink>
       <externalvisitedlink>7f0000</externalvisitedlink>
       <activelink>808080</activelink>
     </colors>
```

Uma forma simples de representar conhecimento e interesse no modelo do usuário é por meio de um conjunto de pares conceito-valor, representando o quanto o usuário conhece sobre cada conceito, ou quanto de interesse ele tem sobre aquele conceito [BRA 98b]. Esses valores podem ser aumentados ou diminuídos, à medida que o usuário navega pela apresentação, de acordo com as regras de adaptação. Não são mantidos valores associados a fragmentos, apenas a conceitos [BRA 2000], o que significa que não é possível guardar a informação de que o usuário aprendeu apenas um trecho (fragmento) de uma página, devido à granularidade do AHA! ser a página. Neste caso, se uma página contém conceitos diferentes que precisam ter valores controlados separadamente, talvez seja necessário colocá-los em páginas diferentes.

No AHA!, os valores para os conceitos do modelo do usuário são inteiros entre 0 e 100. Os valores são inicializados em 0 e são atualizados, na medida em que o usuário navega pela apresentação. As regras que definem as atualizações do modelo do usuário são determinadas pelos relacionamentos de geração de valores para conceitos (arquivo *genlistfile*) [BRA 2000, BRA 2002b]. O formato destas regras será apresentado posteriormente.

O uso de valores inteiros entre 0 e 100 para as atualizações do modelo do usuário torna o processo um pouco limitado, mas permite definir um algoritmo de atualização que sempre termine com um resultado determinístico [BRA 2000].

Além de manter, para cada usuário, valores para os conceitos, o AHA! também mantém um *log* para cada usuário, o qual é parte do modelo do usuário. A cada vez que o usuário acessa uma página, o sistema armazena duas entradas no *log*, uma indicando o início da (suposta) leitura da página pelo usuário e outra o final, assim como o resultado de cada teste realizado pelo usuário [BRA 98b].

As atualizações do modelo do usuário ocorrem da seguinte forma: a) se a página solicitada era desejada (de acordo com os relacionamentos de requisitos do conceito que fazem parte do modelo de adaptação e que será detalhado mais adiante), o valor relacionado àquela página é aumentado para 100. Se for uma apresentação educacional, isto significa que o sistema acredita que o usuário domina totalmente o conteúdo da página [BRA 2002b]; b) se a página solicitada não era desejada, o atributo valor é aumentado para 35 ou não é modificado se ele já é 35 ou maior. O valor 35 foi escolhido arbitrariamente. Também no caso de uma apresentação educacional, isto significa que quando o usuário acessa uma página para a qual o sistema entende que ele ainda não está preparado, ele ganha apenas conhecimento parcial daquela página [BRA 2002b].

As *regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos*, no modelo AHAM, fazem parte do modelo de adaptação, mas no AHA! elas são definidas como parte do modelo do usuário. Estas regras são armazenadas em um arquivo XML especial chamado *genlistfile*, cujo nome físico geralmente é *xmlgenlist*. As regras indicam, para cada conceito do modelo do domínio, quais outros conceitos (destino) são também atualizados quando ele (conceito origem) for atualizado. A atualização pode se realizar através da atribuição de um valor absoluto para o valor do conceito destino, mas também pode se realizar através de uma atualização relativa, significando que um percentual fixo do valor da atualização do conceito origem é propagado para o valor do conceito destino [BRA 2002b].

Mudanças no valor do conceito de uma página, devido à aquisição de conhecimento, aumento de interesse ou outra informação que o valor do conceito possa representar, podem induzir a alterações no valor de outros conceitos, baseadas nas regras do arquivo *genlistfile*. Um exemplo deste tipo de regra, na segunda geração do AHA!, é apresentado a seguir [BRA 2000]:

```
<genitem>
      <name>conceito1</name>
      <genlist>conceito2:+40 conceito3:-30 conceito4:50</genlist>
</genitem>
```

Este mesmo exemplo, na terceira geração do AHA! (versão 2), que até meados de 2002 não estava concluída, é apresentado da seguinte forma [BRA 2002b]:

```
<genitem>
      <name>conceito1</name>
      <item concept="conceito2" absolute="no" perc="40"/>
      <item concept="conceito3" absolute="no" perc="-30"/>
      <item concept="conceito4" absolute="yes" perc="50"/>
</genitem>
```

O exemplo de regra de relacionamento apresentado significa que quando o valor do *conceito1* é aumentado por X (por exemplo 35, 65 ou 100), o valor do *conceito2* é aumentado em 40% de X, o valor do *conceito3* é diminuído em 30% de X e o valor de

concept4 é fixado em 50, independente de X (os valores resultantes são ajustados para que permaneçam entre 0 e 100) [BRA 2000].

Na terceira geração do AHA!, haverá uma *interface* gráfica para a construção das regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos. Nesta *interface* a estrutura dos conceitos será apresentada utilizando o formato *top-down*, mostrando no topo os conceitos mais genéricos, e nos níveis inferiores os conceitos mais específicos. A estrutura utilizada pelo AHA! segue o mesmo padrão adotado para a organização de pastas no Windows Explorer. Para definir cada relacionamento de geração de valores para outros conceitos, a *interface* gráfica utiliza o formato *bottom-up*. Quando um autor insere um conceito novo (ou página) dentro da estrutura, ele deve especificar a influência deste conceito em outros conceitos [BRA 2002b].

Para a inclusão de cada conceito na estrutura da apresentação, a interface gráfica dispõe de um formulário no qual cada conceito é inserido e são definidos seus relacionamentos de geração de valores em outros conceitos. Cada vez que o autor adiciona ou atualiza esses relacionamentos, a apresentação gráfica (do tipo exploratório) da estrutura completa é também atualizada [BRA 2002b].

A indicação de que o usuário pode modificar diretamente o valor do conceito, se for o caso, é feita no mesmo formulário da definição dos relacionamentos. Esta possibilidade de o usuário alterar diretamente o valor de um conceito no modelo do usuário é útil para que ele possa ajustar conforme sua consciência, os valores gerados pelo sistema [BRA 2002b].

Na versão não gráfica, a definição de que o usuário pode modificar diretamente o valor de um conceito é feita no próprio arquivo *genlistfile*, que contém as regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos, através da expressão `changeable = "yes"` como, por exemplo, na regra a seguir que indica que o valor do *Conceito1* pode ser alterado diretamente pelo usuário.

```
<genitem>
    <name changeable="yes">Conceito1</name>
    <genlist>Conceito2:+40</genlist>
</genitem>
```

A *interface* gráfica é um importante aliado, mas é o autor que é o responsável por determinar, para cada página, quanto de conhecimento ela contribui para cada tópico da apresentação. Isso determina a porcentagem a ser usada nos relacionamentos de geração de valores para conceitos [BRA 2002b].

A fim de permitir que os usuários pulem partes do material, o autor pode definir valores de forma que a maioria das páginas sobre um tópico, mas não necessariamente todas, já resulte em 100% do valor do tópico. Tópicos podem ser agrupados em unidades maiores, e o valor adquirido em cada tópico é acumulado nas unidades maiores porque o AHA! propaga atualizações relativas positivas [BRA 2002b].

As regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos são usadas para modelar uma estrutura hierárquica entre conceitos e subconceitos. Um exemplo disto seria quando uma seção de um livro contém 5 tópicos (ou páginas), cada página pode gerar 20% do conhecimento para aquela seção, de forma que o valor dos conceitos da seção se torne 100 após a leitura de todas as 5 páginas [BRA 2000]. Na primeira versão do AHA! o acesso a uma página podia apenas modificar o valor lógico de um conceito, conseqüentemente não era possível expressar que as 5 páginas contribuíam para o valor de um conceito [BRA 2000].

O exemplo apresentado anteriormente, que mostra os conceitos atualizados a partir da atualização do *conceito1*, é apenas um dos contextos onde as regras são úteis

[BRA 2000]. Talvez alguns autores possam pensar que uma regra que permita que o valor de um conceito diminua a partir do acesso a uma página não seja adequado a um contexto educacional, no entanto elas são úteis para representar o interesse do usuário em determinado assunto. Por exemplo, se tivermos uma página sobre automóveis e o usuário acessar a página de uma Ferrari conversível, o sistema pode aumentar o valor do conceito *carros_esportivos* e diminuir o valor do conceito *caminhões*. Neste caso, o valor associado aos conceitos está representando interesse e não conhecimento.

No exemplo anterior, os conceitos *carros_esportivos* e *caminhões* poderiam contribuir com valores representando interesse (e/ou conhecimento) para o conceito veículos. Considerando a existência dos relacionamentos negativos como citado, o acesso a *carros_esportivos* diminui o valor do conceito *caminhões* e vice-versa. Se ambas as atualizações pudessem se propagar, o acesso a *carros_esportivos* faria com que o conceito *veículos* recebesse uma atualização positiva através de *carros_esportivos* e uma atualização negativa através de *caminhões*. Para evitar uma situação indesejável deste tipo, o AHA! não propaga atualizações negativas [BRA 2002b].

Mesmo uma estrutura simples de modelo do usuário, com apenas um atributo inteiro por página ou conceito, já é possível criar aplicações adaptativas baseadas em conhecimento, interesse ou qualquer coisa além disso que possa ser expressa através de um número [BRA 2002b].

O algoritmo de atualização básico do modelo do usuário é uma aplicação recursiva simples das regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos. No AHA!, uma única regra gerada está associada com cada conceito. Desta forma, quando um valor de conceito é atualizado (e realmente modificado pela atualização), o AHA! irá verificar a regra de relacionamentos de geração de valores daquele conceito para determinar quais outros valores de conceitos atualizar. Para cada um desses conceitos a atualização continua recursivamente [BRA 2000].

O algoritmo de atualização do AHA! deve funcionar de maneira determinística, evitando laços recursivos, gerenciando corretamente visitas repetidas às páginas e gerando as atualizações corretas quando uma página induz duas atualizações a um conceito [BRA 2000]. Os exemplos a seguir demonstram tais situações.

a) uma atualização para A gera +100% de B e B gera -100% de A. Quando a página A é lida (pela primeira vez e A é desejado), o valor de A se torna 100 e o valor de B se torna 100. Mas porque B é atualizado, ele gera uma atualização para A: A é diminuído de 100. Essa atualização para A gera uma atualização para B, etc.

b) A gera +50% de B. Quando a página A é visitada pela primeira vez, o valor de A se torna 100 e o de B se torna 50. O sistema está programado para que o valor de B não se torne 100 quando A é revisitado. Por outro lado, se alguns outros requisitos diminuem o valor de A (e também recursivamente o valor de B) então uma visita repetida para A deve atualizar B novamente.

c) se A gera +50% de B e +50% de C, B gera +60% de D e C gera +40% de D, então um primeiro acesso para A gera uma atualização de +30 para D através de B e outra atualização de +20 para D através de C. Ambas atualizações devem ser aplicadas (corretamente), a fim de gerar um resultado determinístico previsível.

As regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos, as quais atualizam o modelo do usuário, devem ser projetadas de forma a evitar laços infinitos. Existem quatro tipos de atualizações do modelo do usuário [BRA 2000]:

- *atualizações monotônicas*: é quando a atualização para o valor de um conceito induz uma atualização, com um valor relativo positivo, para outro conceito. O uso do sinal "+" antes do valor a ser atualizado no conceito destino indica uma atualização positiva com valor relativo. Nestes casos, o algoritmo de atualização continua

recursivamente para o conceito destino. Uma cláusula monotônica em uma regra de geração é somente permitida para alterar o valor de um conceito abstrato, não o valor de um conceito de página.

- *atualizações não-monotônicas*: é quando a atualização para o valor de um conceito induz uma atualização, com um valor relativo negativo, para outro conceito. Na atualização não monotônica, um sinal "-" precede o valor a ser atualizado no conceito destino para indicar uma atualização negativa com valor relativo. O algoritmo de atualização executa a atualização, mas não continua recursivamente para aquele conceito. Atualizações não-monotônicas também são apenas permitidas para atualizar conceitos abstratos.
- *atualizações absolutas*: a atualização do valor de um conceito induz uma atualização para outro conceito, com um valor fixo (nenhum sinal de "+" ou "-" é utilizado). O algoritmo executa a atualização, mas não continua recursivamente para aquele conceito. Atualizações absolutas só existem para conceitos de páginas.
- *atualizações próprias*: a atualização do valor de um conceito induz uma atualização do próprio conceito, pela inclusão do conceito no <genlist> de sua própria regra. Isso não faz com que a regra seja executada recursivamente. Este tipo de construção é usado com o intuito de que repetidas visitas à página tenham efeito sobre outros conceitos. Regras de atualização próprias só podem ser usadas para conceitos de página.

Considerando o seguinte exemplo:

```
<genitem>
    <name>conceito1</name>
    <genlist>conceito1:0 conceito2:+40 conceito3:-30 conceito4:50</genlist>
</genitem>
```

Se o valor do *conceito1* é aumentado por X, o valor do *conceito2* é aumentado em 40% de X e a regra gerada do *conceito2* será recursivamente executada. O valor de *conceito3* é decrementado em 30% de X, o valor de *conceito4* é fixado em 50, mas as regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos do *conceito3* e *conceito4* não são executadas e, finalmente, o valor do *conceito1* é reajustado para 0 [BRA 2000]. A regra apresentada atualiza *conceito2*, *conceito3* e *conceito4* e mantém o valor de *conceito1* em 0.

No exemplo apresentado, o valor de X pode ser positivo ou negativo, e independente dele a atualização do *conceito2* pode recursivamente disparar outras atualizações, enquanto que a atualização do *conceito3* e do *conceito4* nunca dispara outras atualizações [BRA 2000].

Nos anexos 3 e 4, respectivamente, é possível encontrar a DTD que define o formato do arquivo que contém as regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos, assim como o próprio arquivo que contém as regras, que é o *genlistfile* do curso para ensino da linguagem SQL.

As regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos, também podem ser usadas para implementar uma estrutura de menu do tipo exploratório onde itens do menu são incluídos condicionalmente [BRA 2000]. Este menu exploratório ou "tabela de conteúdo", chamado *frame* navegacional, funciona como o *frame* da esquerda do Windows Explorer [BRA 2002b]. As páginas podem ser acessadas pelos *links* contidos no *frame* de informação ou no navegacional, sendo que neste último, o *link* também só é exibido quando a página a que ele se refere já tiver seus pré-requisitos satisfeitos. O exemplo a seguir [BRA 2000] demonstra um *frame* navegacional.

```
Primeiro item de menu
      Primeiro submenu (aparece condicionalmente)
      ...
Segundo item de menu
      Segundo submenu (aparece condicionalmente)
      ...
```

Os menus e submenus no *frame* navegacional podem ser implementados como fragmentos condicionais [BRA 2002b]. Cada página é conectada ao menu apropriado pela adição de um relacionamento de geração de valores entre a página e o conceito menu. Este relacionamento de geração de valores deve definir uma atualização absoluta para os menus e submenus que devem ser abertos quando essa página for exibida. Sempre que uma página é carregada no *frame* de informação, o conceito menu é fixado para o valor atual. Um programa JavaScript *on-line* na página da apresentação pode instruir o navegador a recarregar o *frame* navegacional. Pelo fato de que a requisição para a página precede àquela para o menu, este é restaurado com o submenu apropriado aberto [BRA 2002b].

```
<genitem>
    <name>primeiromenu</name>
    <genlist>primeiromenu:100 segundomenu:0 terceiromenu:0 ...</genlist>
</genitem>
```

Cada submenu é então condicionalmente incluído como segue:

```
<if expr="primeiromenu=100">
<block>
      <ul>
      <li> primeiro submenu aparece condicionalmente
      <li> ...
      </ul>
</block>
</if>
```

Uma outra forma de implementar os fragmentos condicionais do *frame* navegacional pode ser através da utilização de expressões, usando conceitos já definidos na própria apresentação, não utilizando conceitos relacionados aos menus, como *primeiromenu*, *segundomenu*, etc. Neste caso, a condição para a exibição do *link* no *frame* navegacional é a mesma para a página ser desejada.

As regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos também são úteis para, por exemplo, distinguir automaticamente grupos de usuários. Se certas páginas são geralmente acessadas por crianças e outras por adolescentes, então ele pode automaticamente detectar se o usuário é uma criança ou um adolescente. Distinguir grupos de usuários automaticamente é uma das características pretendidas. Uma página relacionada a interesses de crianças possui a seguinte regra [BRA 2000]:

```
<genitem>
   <name>paginadecriança1</name>
   <genlist>paginadeadolescente1:0 eh_criança:+2 eh_adolescente:-1</genlist>
</genitem>
```

O acesso às várias páginas relacionadas com crianças ou adolescentes pode aumentar a confiança do sistema de que o usuário seja realmente uma criança ou um adolescente. Os conceitos abstratos que representam esta confiança (que poderiam ser chamados *eh_criança* e *eh_adolescente*) podem ser usados para controlar a exibição de

fragmentos específicos de crianças ou adolescentes em páginas genéricas da apresentação.

O modelo do usuário é a base para que o autor possa fornecer variantes dos hiperdocumentos, especialmente marcando *links* para páginas que o usuário já leu de forma diferente dos *links* para páginas não lidas. O controle que muitos navegadores *Web* têm sobre mudança de cores de *links* acessados não pode ser utilizado para um controle adaptativo, pois o próprio usuário pode limpar o histórico do navegador ou alterar o esquema de cores do mesmo, perdendo qualquer controle adaptativo pela mudança das cores dos *links* que o sistema possa fornecer [BRA 98b].

O ***modelo de adaptação*** é uma parte do AHA! que é definida como uma coleção de regras que definem como a adaptação deve ser executada. Estas regras definem sob quais circunstâncias cada fragmento, página ou conceito abstrato é desejado [BRA 2002b].

Os relacionamentos de geração de valores para conceitos, apresentados no modelo do usuário e os relacionamentos de requisitos dos conceitos, que serão apresentados aqui no modelo de adaptação, exercem papel fundamental no processo de atualização do modelo do usuário e execução da adaptação. No modelo AHAM, estes dois elementos fazem parte do modelo de adaptação, mas no AHA!, apenas os relacionamentos de requisitos de conceitos é que compõem o modelo de adaptação [BRA 2002b]. Os requisitos dos fragmentos condicionais presentes nas páginas também são considerados parte do modelo de adaptação, por isso, diferentemente do padrão do AHAM, no AHA! o modelo do domínio e o modelo de adaptação são armazenados juntos [BRA 2002a].

As *regras de relacionamentos de requisitos dos conceitos* são armazenadas em outro arquivo XML especial chamado *reqlistfile*, cujo nome físico geralmente é *xmlreqlist*. Nos anexos 5 e 6, respectivamente, é possível encontrar a DTD que define o formato do arquivo *reqlistfile*, assim como o próprio arquivo *reqlistfile* do curso para ensino da linguagem SQL. As regras deste arquivo indicam as condições nas quais as páginas e conceitos abstratos são desejados. A seguir é apresentada uma regra de relacionamento de requisitos do conceito *conceito3* [BRA 2000]:

```
<concept>
<conceptname>conceito3</conceptname>
<relationexpression>req1 > 30 and req2 < 80</relationexpression>
</concept>
```

Esta regra mostra que o *conceito3* se tornará desejado quando o valor do conceito *req1* seja maior que 30 e o valor do conceito *req2* seja menor que 80 [BRA 2000].

Se um fragmento, página ou conceito abstrato é desejado ou não, pode não depender apenas de quais informações o usuário leu anteriormente, mas também de quais informações o usuário não leu [BRA 2002b].

Diferentemente dos conceitos, a definição das condições para que os fragmentos sejam desejados é representada diretamente nas páginas XML da apresentação. Para um fragmento, o seguinte trecho XML é incluído na página [BRA 2000]:

```
<if expr="req1 > 30 and req2 <80">
<block> Este é o fragmento incluído condicionalmente. </block>
</if>
```

Através das expressões condicionais, o AHA! controla a exibição, mostrando apenas os fragmentos desejados. Este tipo de construção também pode ser usada para escolher entre parágrafos de texto, imagens, vídeos, etc. [BRA 98b].

Os projetistas do AHA! estão trabalhando em uma *interface* baseada em formulários, mais amigável, para a criação das regras de relacionamentos de requisitos dos conceitos [BRA 2002b].

É importante ressaltar que os arquivos *reqlistfile*, *genlistfile*, modelo do usuário e outros arquivos XML que controlam a adaptação não usam palavras acentuadas, devido a isso, suas reproduções neste trabalho também não foram acentuadas.

No AHA!, como também definido no modelo AHAM, existe uma ***máquina adaptativa*** que executa a adaptação real baseada nas definições das regras de relacionamentos de requisitos dos conceitos e dos fragmentos. A partir das condições que indicam se os conceitos e fragmentos são desejados, a máquina adaptativa gera as páginas de tal forma que o usuário possa distinguir informação desejada de informação indesejada [BRA 2002b].

Algumas das técnicas apresentadas por Brusilovsky em [BRU 98b] são adotadas no AHA! para promover a adaptação do conteúdo das páginas e da apresentação dos *links*. Atualmente, o sistema AHA! usa as técnicas variantes de fragmentos para incluir condicionalmente os fragmentos e ocultamento ou anotação de *links* [BRA 2002b].

Usando a técnica da inclusão condicional de fragmentos, os fragmentos condicionais para os quais a expressão lógica for verdadeira, ou que não possuam expressões condicionais, são considerados desejados e exibidos nas páginas; ao passo que fragmentos condicionais para os quais a expressão lógica for falsa, não são exibidos por serem indesejados [BRA 2000, BRA 2002b].

Como o AHA! apresenta âncoras de *links* como texto colorido (não-sublinhado), a técnica de ocultamento ou anotação de *links* é aplicada pela mudança da cor destes. O AHA!, como anteriormente apresentado, utiliza três cores para representar *links* de classes condicionais. No momento da geração da página, se o *link* é condicional, o AHA! transforma a classe deste para "boa" se o *link* referenciar uma página desejada não lida anteriormente; para "neutra", se o *link* referenciar uma página desejada que já foi lida; e para "ruim", se o *link* referenciar uma página indesejada [BRA 2000].

As cores definidas por padrão para as classes "boa", "neutra" e "ruim" são, respectivamente, azul, púrpura e preto e são aplicadas pela técnica de anotação de *links*. Considerando que texto normal é preto, este esquema de cor simula a técnica de ocultamento de *links*, neste caso, os *links* para páginas indesejadas são apresentados e até mesmo funcionam, mas não ficam claramente visíveis [BRA 2002b]. O usuário só percebe a existência do *link* quando move o ponteiro do *mouse* sobre o texto do *link*, porque o navegador normalmente alerta o usuário exibindo o nome do destino de um *link* na linha de mensagem [BRA 98b]. Remoção adaptativa de *links* no AHA! pode ser utilizada mudando a *tag* da âncora HTML para texto condicional [BRA 98b].

Links de páginas da apresentação da classe "condicional" são exibidos, após uma comparação do conceito que está sendo requisitado com o modelo do usuário. Se o usuário já possuir os requisitos para aquele conceito, a classe do *link* é mudada para "boa" ou "neutra" e a cor se torna azul ou púrpura por padrão. Se o usuário ainda não possuir os requisitos necessários, a classe do *link* se torna "ruim" e a cor correspondente é preta por padrão [BRA 98b].

Links de páginas da apresentação que não tenham sido definidos como da classe "condicional", são considerados sempre como desejados, ou seja, sua classe é sempre inicialmente "boa". A cor destes *links* é azul por padrão. Se o destino do *link* é uma

página que foi lida antes, a classe do *link* torna-se "neutra" e a cor muda para púrpura por padrão [BRA 98b].

Links que referenciam páginas externas à apresentação são coloridos em vermelho como padrão. Após um *link* externo ter sido acessado, sua cor muda para cinza como padrão, sempre ressaltando que qualquer definição de cor de *links* pode ser personalizada pelo usuário [BRA 98b].

Se o *link* consiste de uma imagem ao invés de texto, é a cor da borda da imagem que muda [BRA 98b].

No lado do servidor, a máquina adaptativa consiste de *Servlets* Java que são ativados quando o servidor *Web* recebe pedidos do navegador. Sempre que o usuário clica um *link*, a página requisitada será "filtrada" pela máquina adaptativa e o modelo do usuário será atualizado, levando em conta a página visitada (e seus relacionamentos de geração de valores para conceitos). Requisições podem também ser geradas através de código JavaScript que pode estar embutido nas páginas HTML, por exemplo, para atualizações de páginas *Web* que consistem de vários *frames*. Para a máquina adaptativa do AHA!, todas estas requisições são tratadas igualmente e manipuladas separadamente, sejam elas provenientes de aplicações baseadas em *frame* ou não baseadas em frame [BRA 2002b].

A arquitetura e mesmo a atual implementação do AHA! são suficientemente poderosas para suportar uma grande variedade de aplicações adaptativas baseadas na *Web*. Os projetistas do AHA! estão trabalhando para desenvolver ferramentas de autoria mais fáceis de serem usadas por autores não especialistas e também em ferramentas de análise para detectar problemas potenciais com relacionamentos de *links*, de geração de valores para conceitos e de requisitos de conceitos. Essas ferramentas irão advertir o autor sobre páginas que nunca se tornarão desejadas, ou que nem mesmo possam ser alcançadas, fragmentos que nunca serão incluídos, etc [BRA 2002b]. Além de *interfaces* mais amigáveis, os projetistas do AHA! pretendem que suas próximas versões contenham *links* para conceitos (e não apenas para páginas) e um método para selecionar a página mais adequada para ser apresentada quando um *link* for seguido, também pretendem desenvolver um mecanismo para definir regras genéricas, de forma de essas regras não precisem ser repetidas para toda página ou conceito a que ela se aplique [BRA 2002a].

As características do AHA! apresentadas neste capítulo confirmam sua adequação para construir apresentações com um bom grau de adaptatividade, contudo, o maior ou menor uso da adaptatividade em uma apresentação depende da habilidade e/ou experiência do autor da apresentação e não da ferramenta de autoria escolhida.

O próximo capítulo apresenta a importância de avaliar o grau de adaptatividade de uma apresentação, os motivos da escolha de apenas avaliar apresentações construídas no AHA!, as características e funcionamento do sistema desenvolvido para avaliar o grau de adaptatividade das apresentações, um curso desenvolvido usando o AHA! e os resultados obtidos com a avaliação do grau de adaptatividade do mesmo.

4 Avaliação de Apresentações Adaptativas Construídas no AHA!

A avaliação de apresentações adaptativas consiste em um processo de mensuração de seus aspectos adaptativos, buscando classificá-la no grau de adaptatividade adequado, considerando vários aspectos. A seção a seguir destaca a importância de avaliar o grau de adaptatividade de uma apresentação.

4.1 Importância de Avaliar o Grau de Adaptatividade de uma Apresentação

Mesmo que se perceba que o uso de uma ferramenta de autoria auxilia, e muito, o processo de construção de uma apresentação, ela não garante, por si só, que a apresentação possua um alto grau de adaptatividade. Uma apresentação com baixo grau de adaptatividade significa que ela foi construída com recursos adaptativos reduzidos ou insignificantes. Considerando o fato de que, numa apresentação, o autor pode definir que existe requisito de exibição para apenas uma página da apresentação e que este requisito é preenchido a partir do acesso a uma única página, mesmo percebendo que o grau de adaptatividade é mínimo, não é correto afirmar que tal apresentação não é adaptativa.

A partir da percepção desta limitação, foi construído um sistema capaz de medir o grau de adaptatividade de uma apresentação, o sistema foi nomeado AdaptAvaliador. O AdaptAvaliador apenas avalia apresentações construídas no AHA! pois, devido às diferenças de sintaxe das apresentações, não foi possível construir um sistema que conseguisse avaliar todo tipo de apresentação. A escolha do AHA! foi devida ao fato de que ele é um sistema que considera importantes características adaptativas, usa uma máquina adaptativa eficiente, está disponível para plataformas bastante difundidas e, além disso, é um sistema de código aberto distribuído gratuitamente.

O processo de avaliação de uma apresentação no AdaptAvaliador, consiste, de forma geral, em mensurar a quantidade de conceitos envolvidos no processo adaptativo e nas possibilidades de adaptação do conteúdo e dos *links* navegacionais da apresentação. Acredita-se que, quanto maior for o número de conceitos que participam do processo adaptativo do sistema e quanto mais adaptativas forem as páginas, maior o grau de adaptatividade e maior o número de usuários que poderão usar a apresentação de forma personalizada.

Em uma apresentação, acredita-se que quanto maior a quantidade de páginas que influenciam na adaptação da apresentação, maior o grau de adaptatividade da mesma. A influência de uma página na apresentação pode ser pela geração de valores para outros conceitos que ela pode fazer, e/ou por restrições que ela pode ter para sua exibição.

Além da influência que uma página pode ter para o todo da adaptatividade da apresentação, também é importante que a própria página possa ser apresentada de forma diferente para usuários com características diferentes. Assim sendo, acredita-se que quanto mais fragmentos e *links* condicionais uma página da apresentação tiver, mais adequada ao usuário ela tem condições de estar. Não é desejável que usuários com necessidades e requisitos diferentes recebam a mesma página.

É importante que o usuário atue de forma adaptável na apresentação pois, desta forma, ele pode informar o quanto já conhece de cada conceito, atualizando ou até

mesmo corrigindo os valores de seu modelo do usuário [BRA 2002b]. Assim sendo, acredita-se que quanto maior o número de conceitos que puderem ser atualizados diretamente pelo usuário, mais liberdade este terá para direcionar a apresentação para as suas reais necessidades e, desta forma, possivelmente, a apresentação atenderá melhor as necessidades dos usuários.

Se, por um lado, a atuação adaptável do usuário na apresentação é útil para possíveis atualizações ou correções do modelo do usuário, por outro, caso o usuário não tenha maturidade suficiente, com muita liberdade para modificar os valores do modelo do usuário, é possível que se perca qualquer confiança nos resultados obtidos.

A existência de um mapa navegacional global adaptativo ajuda o usuário a compreender a estrutura do hiperespaço completo e sua posição absoluta nele [BRU 98b], o que pode tornar mais agradável a navegação pela apresentação, evitando que o usuário sinta-se perdido nela.

4.2 Características e Funcionamento do AdaptAvaliador

O AdaptAvaliador foi desenvolvido em Java para analisar páginas XML de uma apresentação construída no AHA!, gerando várias informações estatísticas que são úteis para definir o grau de adaptatividade de uma apresentação em vários aspectos.

A figura 4.1 apresentada a tela inicial do AdaptAvaliador com os botões Abrir e Ajuda ativados e os botões Estatísticas, Opções e Avaliação desativados:

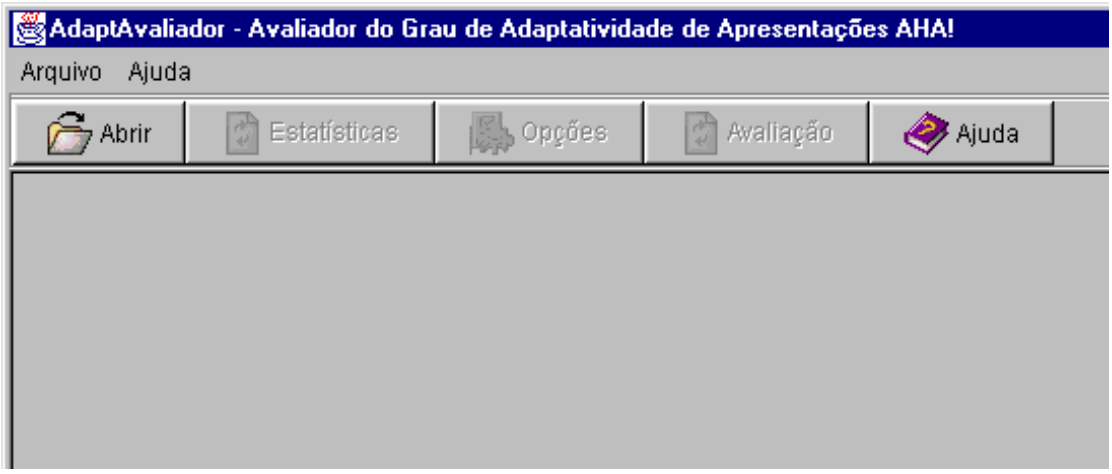

FIGURA 4.1 - Tela inicial do AdaptAvaliador

Os aspectos de adaptatividade considerados no AdaptAvaliador são: grau de adaptatividade do modelo do usuário na geração de atualizações, grau de adaptatividade em restrições do modelo de adaptação, grau de atuação adaptável do usuário na apresentação, grau de adaptação do conteúdo nas páginas, grau de adaptação da navegação nas páginas e condição do mapa navegacional adaptativo.

A avaliação de uma apresentação deve ser feita pelo próprio autor, ou por alguém que tenha acesso à apresentação completa, não é possível fazer esta verificação através de acesso remoto a uma apresentação. O processo de avaliação consiste em verificar os arquivos que contém as regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos e as regras de relacionamentos de requisitos dos conceitos, além de verificar as próprias páginas da apresentação.

A figura 4.2 representa graficamente a arquitetura do AdaptAvaliador.

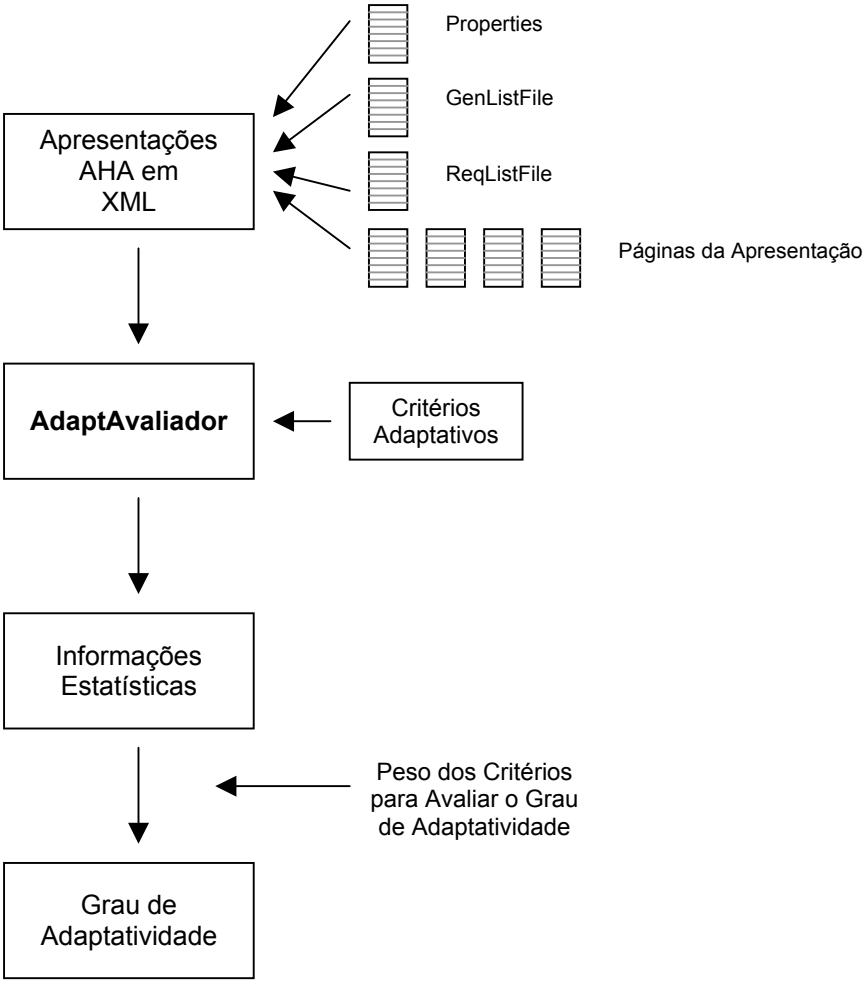

FIGURA 4.2 - Arquitetura do AdaptAvaliador

Conforme recomendações do AHA!, todos os arquivos da apresentação devem ser colocados a partir de uma pasta padrão onde o AHA! está instalado, normalmente jswdk. Dentro desta pasta, o próprio AHA! cria uma pasta nomeada www onde devem ser colocadas pastas com o nome de cada apresentação desenvolvida. Na pasta com o nome da apresentação estão os principais arquivos que definem a adaptatividade, como, por exemplo, os arquivos *genlistfile* e *reqlistfile*. Além destes arquivos, a pasta contém, dentre outros, um arquivo com o nome de todas as páginas da apresentação (*documentslistfile*), o arquivo *properties* que contém informações básicas da apresentação e também o nome físico de diversos arquivos da apresentação. Uma subpasta da pasta com o nome do curso, nomeada *xml*, deve conter todas as páginas XML da apresentação.

Conforme ilustrado pela figura 4.2, o início do processo de avaliação de uma apresentação, através do AdaptAvaliador, se dá pela leitura do arquivo *properties* da apresentação que, como informado, contém informações básicas de uma apresentação construída pelo AHA!. Estas informações incluem o nome físico dos arquivos *reqlistfile* e *genlistfile*, o nome físico do arquivo *documentslistfile* que contém uma lista de todas as páginas do curso, o nome físico do arquivo que contém os conceitos que podem ser

alterados diretamente pelo usuário, o nome da primeira página do curso e o nome do autor da apresentação.

Foi construído um curso para o ensino da linguagem SQL, o qual será apresentado logo adiante. Neste curso, o arquivo *properties* contém o seguinte conteúdo:

```
reqlistfile=xmlreqlist
genlistfile=xmlgenlist
documentslistfile=docs
userchangeableconceptsfile=changeableconcepts
firstdocument=index.xml
author=alessandra
```

Para rodar o AdaptAvaliador, executa-se o arquivo *adaptav.bat* que está na pasta principal do sistema. Inicialmente, é solicitado que seja informado o local do arquivo *adaptav.bat* e de uma pasta para gravar um arquivo temporário, que são as configurações feitas pelo autor. Para que o AdaptAvaliador leia o arquivo *properties* da apresentação, é preciso clicar o botão "Abrir", escolher a pasta onde está gravado o arquivo *properties* e selecioná-lo, conforme ilustrado na figura 4.3.

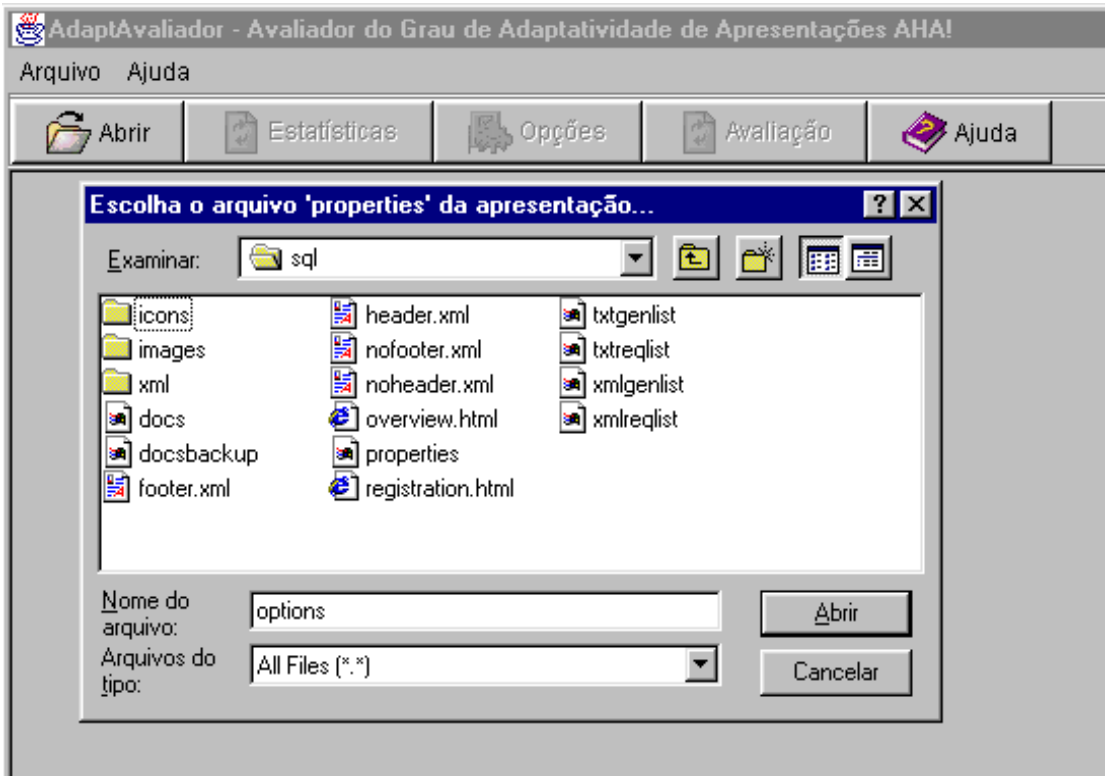

FIGURA 4.3 - Janela do AdaptAvaliador para escolha do local do arquivo *properties*

Após a escolha do arquivo *properties*, o AdaptAvaliador libera o botão "Estatísticas". Se o botão "Estatísticas" for clicado, o sistema inicia o processo de verificação dos principais arquivos da apresentação e gera várias informações estatísticas.

Conforme definições da arquitetura do AdaptAvaliador, ilustrada na figura 4.2, uma análise dos arquivos *reqlistfile* e *genlistfile* e uma varredura nas páginas XML da apresentação permitem obter informações relevantes que podem ser usadas para

avaliar o grau de adaptatividade de uma apresentação. As seguintes informações são geradas pelo sistema de avaliação das apresentações:

- *quantidade total de páginas da apresentação*. A informação sobre o número total de páginas da apresentação é útil para comparar a quantidade de páginas que atualizam outros conceitos, a quantidade de páginas que possuem restrição para sua exibição, a quantidade de páginas que possuem fragmentos condicionais, a quantidade de páginas que possuem *links* navegacionais condicionais, tudo isso, separadamente, em relação a este número total de páginas da apresentação. A quantidade total de páginas da apresentação é obtida pela contagem dos nomes de arquivos no arquivo *documentslistfile*;

- *quantidade total de conceitos da apresentação*. Os conceitos envolvidos na apresentação incluem todos os conceitos de página e também todos os conceitos abstratos e itens de menu envolvidos nas regras de relacionamentos e regras de fragmentos condicionais. A informação sobre a quantidade total de conceitos da apresentação não está sendo usada para avaliar os graus de adaptatividade no AdaptAvaliador, mas serve para ter uma idéia geral da quantidade de conceitos existentes na apresentação. Uma possibilidade de utilização desta informação poderia ser verificar quantos conceitos são usados nas expressões condicionais das páginas ou nas expressões condicionais do arquivo *reqlistfile*, comparado a este total de conceitos para saber qual o percentual de conceitos que são responsáveis pela liberação das páginas e fragmentos da apresentação. A quantidade total de conceitos do curso é obtida pela quantidade total de páginas do curso, mais todos os conceitos usados nos arquivos *genlistfile* e *reqlistfile* (sem repetição);

- *quantidade e quais são os conceitos de página e conceitos abstratos ou itens de menu (separadamente) que atualizam valores em outros conceitos, ou seja, possuem a eles associados regras de relacionamentos de geração de valores para outros conceitos*. No AdaptAvaliador, apenas a quantidade de conceitos de página que atualizam outros conceitos está sendo usada. Com esta informação, é possível comparar quantas páginas atualizam outros conceitos, em relação ao total de páginas da apresentação, sendo possível mensurar o percentual de páginas que são responsáveis pela modificação dos valores dos conceitos da apresentação, o que é chamado de avaliação do grau de adaptatividade do modelo do usuário na geração de atualizações. A quantidade de conceitos que atualizam valores em outros conceitos é obtida a partir da contagem e identificação dos nomes dos conceitos que aparecem entre `<name>` e `</name>` em cada uma das regras do arquivo *genlistfile* (desconsiderando repetições). A identificação de que um conceito é um conceito de página ou é um conceito abstrato ou item de menu é feita pela verificação do nome do conceito no arquivo *documentslistfile*. Caso o conceito exista neste arquivo, é um conceito de página, caso contrário, é um conceito abstrato ou item de menu.

- *quantidade e quais são os conceitos (de página ou abstratos) que podem ter seus valores no modelo do usuário atualizados diretamente pelo usuário*. Esta informação é interseccionada com os conceitos que são usados como restrições para outros conceitos e comparado ao total de conceitos que são usados como restrições para outros conceitos para mensurar o grau de atuação adaptável do usuário na apresentação. A informação dos conceitos que podem ter seus valores no modelo do

usuário atualizados diretamente pelo usuário é obtida pela verificação da existência da sentença `changeable="yes"` juntamente com a *tag* `<name>` no arquivo *genlistfile*. Mesmo existindo o arquivo *userchangeableconceptsfile* que informa quais são os conceitos que podem ser atualizados diretamente pelo usuário, não é necessária a verificação deste arquivo, visto que no próprio arquivo *genlistfile* existe esta informação. Na regra exibida a seguir, a informação `changeable="yes"` indica que o conceito *Conceito4* pode ser alterado diretamente pelo usuário através de um formulário, definido para isto pelo AHA!.

```
<genitem>
      <name changeable="yes">Conceito4</name>
      <genlist>Conceito3:+40</genlist>
</genitem>
```

A atuação adaptável do usuário na apresentação é útil, pois desta forma ele pode liberar muitos pré-requisitos a partir de conteúdos que ele informa que já conhece e, por exemplo, estudar somente uma parte mais avançada de conteúdo, no caso de um curso.

- *quantidade e quais são os conceitos de página, conceitos abstratos e itens de menu (separadamente) que são atualizados por outros conceitos, ou seja, possuem regras de geração de valores para eles.* Esta informação não está sendo utilizada pelo AdaptAvaliador, mas uma avaliação interessante que poderia ser obtida seria comparar a quantidade de conceitos que são atualizados por outros conceitos com a quantidade total de conceitos da apresentação para saber o percentual de conceitos que podem ter seus valores atualizados durante a execução da apresentação. A informação sobre os conceitos que são atualizados por outros conceitos é obtida através de uma verificação do arquivo *genlistfile*, analisando os elementos que aparecem entre as *tags* `<genlist>` e `</genlist>` (sem repetição). Neste caso, a identificação de que um conceito é conceito de página, conceito abstrato ou item de menu se dá pela verificação do tipo de valor que está sendo usado na atualização e da presença ou não do conceito no arquivo *documentslistfile*. As regras de atualização do AHA! definem que se a atualização do conceito ocorrer através de valores relativos (usando sinal de adição ou subtração), o conceito atualizado é abstrato; se a atualização for feita através de valores absolutos e o conceito existir no arquivo *documentslistfile*, o conceito é de página; e se a atualização for feita através de valores absolutos, mas o conceito não existir no arquivo *documentslistfile*, é item de menu.

- *quantidade e quais são os conceitos de página, conceitos abstratos ou itens de menu (separadamente) que possuem restrições para sua apresentação, ou seja, possuem regras de relacionamentos de requisitos associadas a eles.* No AdaptAvaliador, apenas a informação sobre os conceitos de página que possuem restrições para sua exibição é utilizada. Ela é usada para mensurar o grau de adaptatividade em restrições do modelo de adaptação, comparando esta informação com o total de páginas da apresentação. A informação da quantidade de conceitos que possuem restrições para sua exibição é obtida a partir da contagem e identificação dos nomes dos conceitos que aparecem entre `<conceptname>` e `</conceptname>` no arquivo *reqlistfile*;

- *quantidade e quais são os conceitos de página, conceitos abstratos ou itens de menu (separadamente) que são restrições para outros conceitos, ou seja, estão presentes nas expressões condicionais das regras de relacionamentos de requisitos dos conceitos*. Esta informação é interseccionada com os conceitos que podem ser atualizados diretamente pelo usuário e comparada a ela mesma (total de conceitos que são usados como restrições para outros conceitos) para mensurar o grau de atuação adaptável do usuário na apresentação. A quantidade de conceitos que são restrições para outros conceitos é obtida pela verificação do arquivo *reqlistfile*, analisando os elementos que aparecem entre as *tags* `<relationexpression>` e `</relationexpression>`;

- *quantidade e quais são as páginas da apresentação que possuem fragmentos que são exibidos condicionalmente*. Esta informação é usada para mensurar o grau de adaptação do conteúdo nas páginas, comparando a informação obtida com o total de páginas da apresentação. A informação sobre as páginas que possuem fragmentos que são exibidos condicionalmente é obtida a partir da verificação do código fonte das páginas XML em busca de expressões como `<if expr="Conceito1>50">`, seguindo a sintaxe definida pelo próprio AHA!;

- *quantidade e quais são os conceitos abstratos ou itens de menu que são usados nas expressões condicionais*. Esta informação não está sendo usada pelo AdaptAvaliador para mensurar o grau de adaptatividade das apresentações, mas é uma informação útil para o autor verificar se as expressões condicionais, responsáveis pela exibição dos fragmentos, são dependentes de poucos ou de vários conceitos. A informação sobre os conceitos que são usados nas expressões condicionais é obtida através da mesma análise anterior, considerando agora o(s) conceito(s) usado(s) nas expressões. Na regra `<if expr="Conceito1>50>`, o *Conceito1* é usado na expressão;

- *quantidade e quais são as páginas da apresentação que possuem links que são exibidos condicionalmente*. Esta informação é usada para mensurar o grau de adaptação da navegação nas páginas, comparando a informação obtida com o total de páginas da apresentação. A informação sobre as páginas da apresentação que possuem *links* que são exibidos condicionalmente é também obtida a partir da verificação do código fonte das páginas XML em busca de *links* que contenham uma indicação de que são condicionais, como `<a href="pag1.xml" class="conditional">`;

As informações obtidas acima são usadas em comparações com o total de páginas da apresentação ou outras informações, para mensurar o grau de adaptatividade da apresentação em vários aspectos.

Após as estatísticas terem sido geradas, o sistema libera os botões "Opções" e "Avaliação". Com base nas informações estatísticas, ao clicar o botão "Avaliação", o AdaptAvaliador analisa vários aspectos e os mensura conforme descrição a seguir:

a) *Grau de adaptatividade do modelo do usuário na geração de atualizações:* é mensurado pelo percentual de conceitos de páginas que atualizam outros conceitos, em relação ao total de páginas da apresentação. Quando apenas uma pequena quantidade de páginas atualiza outros conceitos, significa que a maioria das páginas não influencia na apresentação.

b) *Grau de adaptatividade em restrições do modelo de adaptação:* é mensurado pelo percentual de páginas da apresentação que possuem restrição para sua exibição, em relação ao total de páginas da apresentação. Se poucas páginas têm restrições para exibição, a apresentação tende a ser muito similar para usuários com características diferentes.

c) *Grau de atuação adaptável do usuário na apresentação:* é mensurado pelo percentual de conceitos que podem ser alterados diretamente pelo usuário e são usados como requisitos em restrições para outros conceitos em relação ao número total de conceitos usados como requisitos em restrições para outros conceitos.

A máquina adaptativa do AHA! reconhece a existência de fragmentos de conteúdo e de *links* condicionais nas páginas da apresentação. A existência destes elementos condicionais possibilita que uma mesma página seja exibida de forma diferente para usuários com modelos de usuário (referente aos pré-requisitos) distintos.

O AdapAvaliador verifica cada uma das páginas XML da apresentação em busca de fragmentos e *links* condicionais. Informa a quantidade e o nome de todas as páginas que possuem fragmentos condicionais, mostrando quantos fragmentos condicionais a página possui e quais conceitos são usados nestes fragmentos. De forma semelhante, o sistema também informa a quantidade e o nome de todas as páginas que possuem *links* condicionais, juntamente com a quantidade destes na página.

A informação sobre as páginas que possuem fragmentos e *links* condicionais permite mensurar o grau de adaptação de conteúdo nas páginas e o grau de adaptação da navegação nas páginas, respectivamente.

d) *Grau de adaptação do conteúdo nas páginas:* é mensurado pelo percentual de páginas que possuem fragmentos condicionais em relação ao total de páginas da apresentação. Quanto maior a quantidade de páginas com fragmentos condicionais, maior a possibilidade da página estar adaptada para cada usuário.

e) *Grau de adaptação da navegação nas páginas:* é mensurado pelo percentual de páginas que possuem *links* condicionais em relação ao total de páginas da apresentação. Quanto maior a quantidade de páginas com *links* condicionais, maior a possibilidade da página estar adaptada para cada usuário.

A definição do grau de adaptatividade em cada um dos aspectos apresentados acima é feita por intervalos percentuais que são definidos como padrão pelo sistema, mas que podem ser alterados conforme os critérios do autor da apresentação. Por padrão, se o percentual obtido for inferior a 20% o grau é considerado baixo, se for de 20% a 40% é considerado médio e se for maior que 40% é considerado alto. No AdaptAvaliador, existe um formulário onde o autor pode definir estes intervalos percentuais, bastando clicar o botão "Opções". Os valores definidos pelo autor são usados para analisar todas as apresentações seguintes. Quando o autor desejar voltar a utilizar os valores padrões, deverá clicar o botão "Padrão" do formulário de definição dos valores. A figura 4.4 apresenta o formulário de definição dos intervalos percentuais no AdaptAvaliador, onde o autor especifica apenas os limites superior dos graus baixo e médio, os demais valores são assumidos automaticamente, dentro do intervalo 0 a 100.

FIGURA 4.4 - Formulário para definição dos intervalos do grau de adaptatividade em cada um dos aspectos

f) *Condição do mapa navegacional adaptativo:* é verificado a partir da análise da página inicial do curso (indicada no arquivo *properties*). Nesta análise é verificado se ela está definida usando *frames*. Se uma das páginas referenciada em um dos *frames* da página inicial possuir *links* para pelo menos 80% das páginas da apresentação e, se pelo menos 80% desses *links* estiverem dentro de uma condição, existe um *mapa navegacional completamente adaptativo*. Se existir *links* para pelo menos 80% das páginas da apresentação, mas se menos de 80% destes *links* estiverem dentro de restrições, existe um *mapa navegacional parcialmente adaptativo*. Se existir *links* para pelo menos 80% das páginas da apresentação, mas estes *links* não estiverem dentro de uma condição, existe um *mapa navegacional não-adaptativo*. Se nenhuma das páginas possuir *links* para pelo menos 80% das páginas da apresentação, *não existe um mapa navegacional*, ou este estaria incompleto e seria considerado pelo AdaptAvaliador como não existente.

Inicialmente, conforme apresentado em [CIN 2002], o AdaptAvaliador informava, com valores lógicos, a existência de um mapa navegacional adaptativo a partir da presença de itens de menu atualizados por regras no arquivo *genlistfile*. Entretanto, o mapa navegacional pode ser construído usando apenas os conceitos da apresentação e não usando conceitos associados a menus, o que inviabilizou o teste na forma inicial.

O uso de um mapa navegacional garante a existência de suporte à orientação global. Segundo Brusilovsky, o objetivo do suporte à orientação global é auxiliar o usuário a compreender a estrutura do hiperespaço completo e sua posição absoluta nele [BRU 98b].

4.3 Apresentação de um Curso Construído Usando o AHA!

Utilizando o AHA!, foi construído um curso para o ensino da linguagem SQL. Todas as páginas do curso são arquivos XML, assim como os arquivos *genlistfile* e *reqlistfile*, que são chamados, respectivamente, *xmlgenlist* e *xmlreqlist*. Estes últimos arquivos, como já informado, podem ser encontrados nos anexos 4 e 6, respectivamente.

Todos os cursos construídos usando a ferramenta de autoria do AHA! devem possuir duas páginas HTML responsáveis pelo acesso do usuário à apresentação. A página Overview.html recebe a identificação do usuário e sua senha e envia para o AHA! consistir. A figura 4.5 ilustra a página Overview. Caso o usuário ainda não esteja cadastrado, ele deve seguir o *link* formulário de registro para se cadastrar como usuário da apresentação.

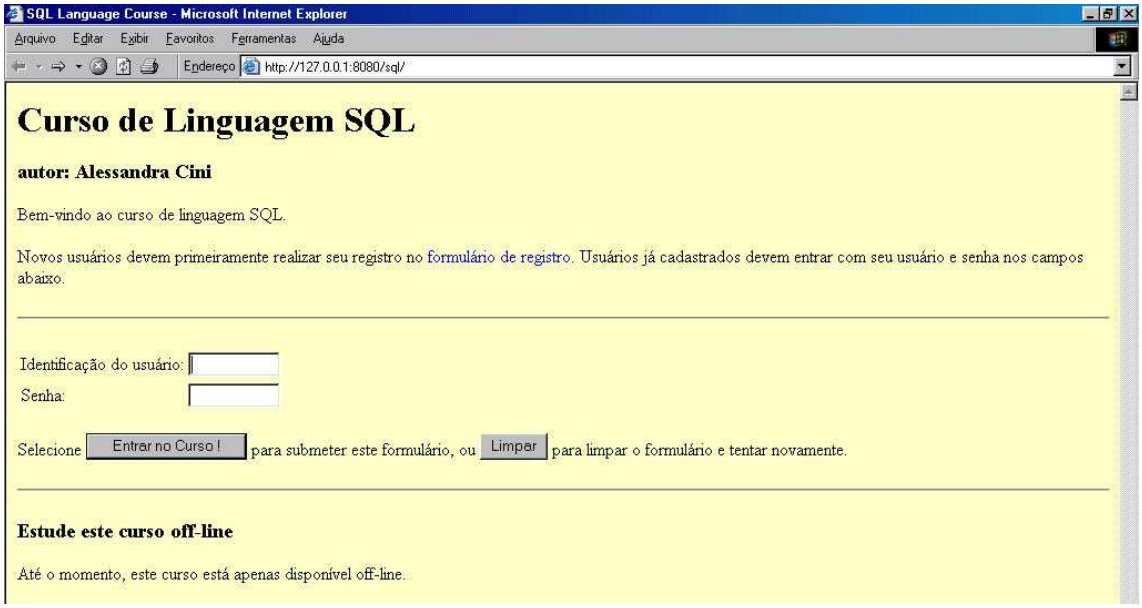

FIGURA 4.5 - Página de identificação do curso de linguagem SQL

Quando o usuário obtiver acesso à apresentação, o sistema direciona-o para a página inicial da apresentação, definida no arquivo *properties*.

Nas duas páginas seguintes, figura 4.6, é apresentado um esquema gráfico do curso desenvolvido para o ensino da linguagem SQL. O esquema, que foi desenhado manualmente usando um software de edição gráfica, representa através de retângulos as páginas e conceitos abstratos e através de linhas direcionadas, os relacionamentos de geração de valores para conceitos, os relacionamentos de requisitos dos conceitos e os links entre páginas.

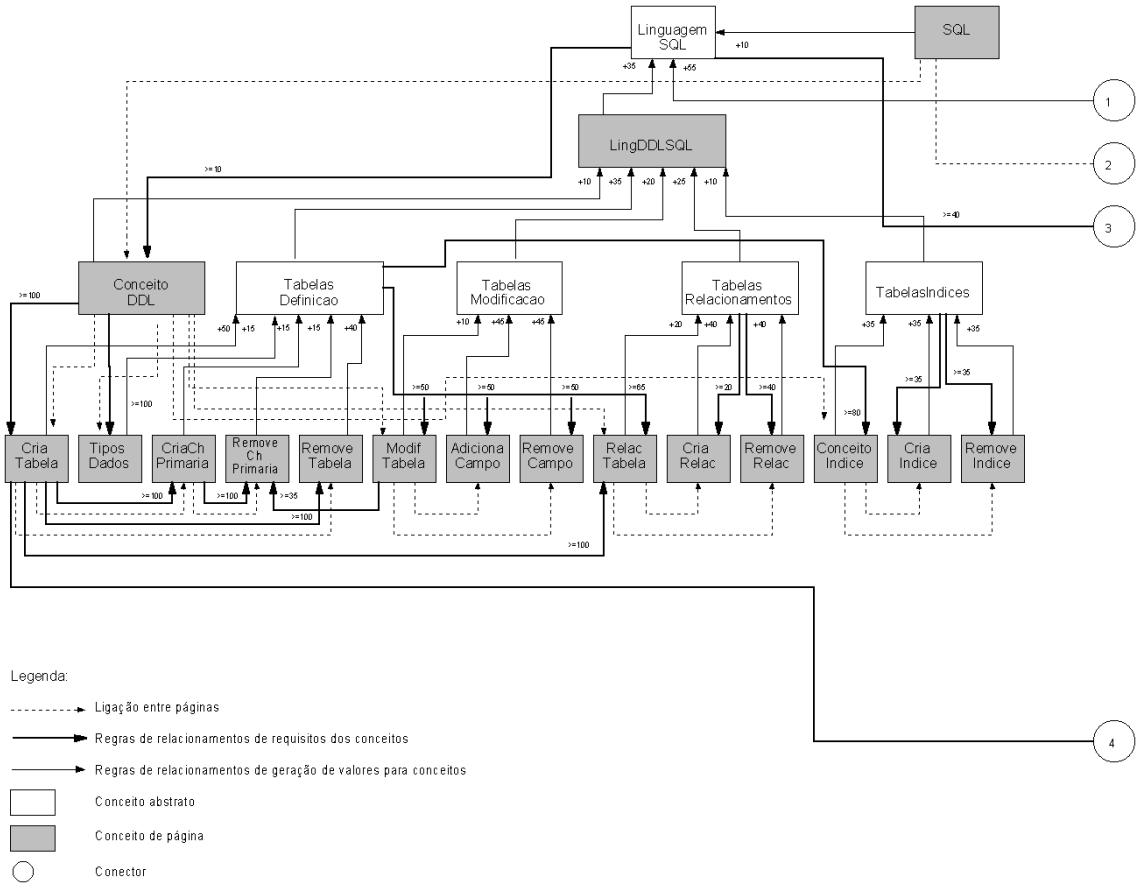

FIGURA 4.6a – 1ª parte do esquema gráfico do curso de linguagem SQL

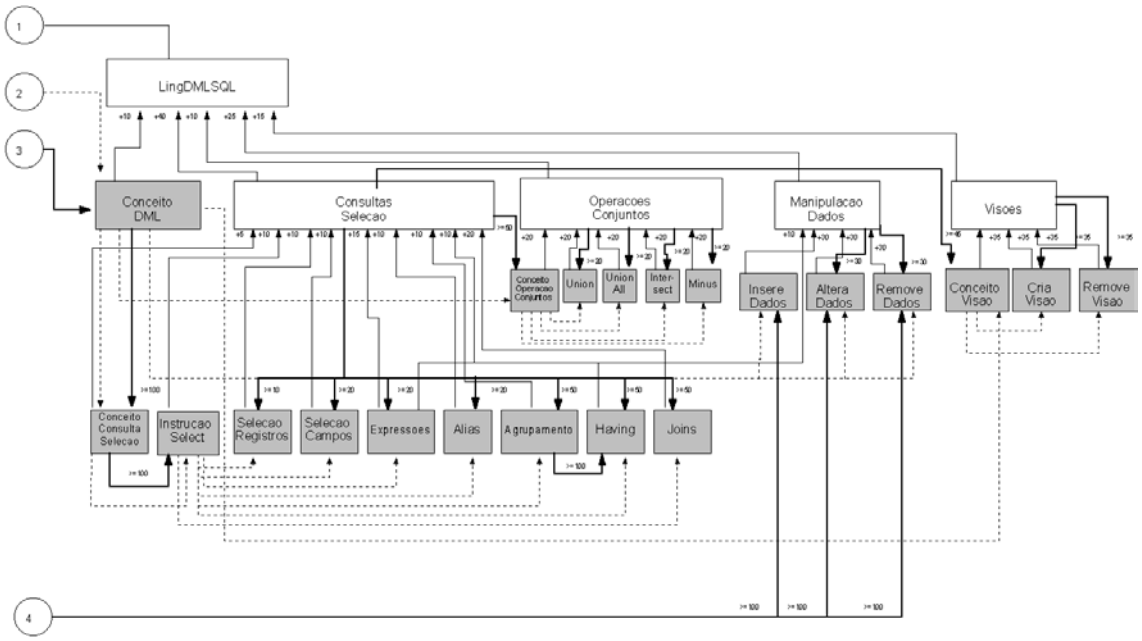

FIGURA 4.6b – 2ª parte do esquema gráfico do curso de linguagem SQL

No curso de Linguagem SQL a página inicial da apresentação foi nomeada Index.xml. Esta página contém dois *frames*, um que fica à esquerda, e é o *frame* navegacional, e outro, onde são apresentadas as páginas do curso. A página de introdução deste curso é chamada Welcome, onde é dada uma visão geral do curso. A figura 4.7 ilustra a página Welcome no *frame* da direita e o mapa navegacional no frame da esquerda.

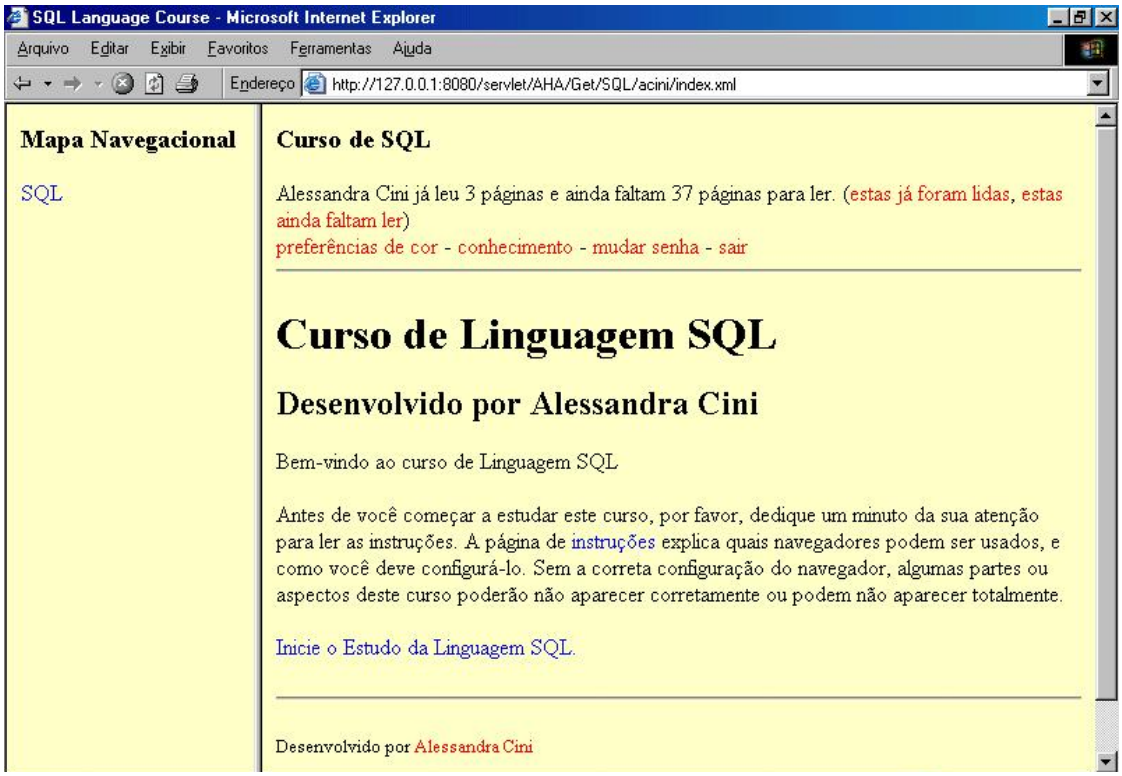

FIGURA 4.7 - Página de introdução do curso de linguagem SQL

Como ilustrado na figura 4.7, na página Welcome existe um *link* para uma página que contém instruções sobre o funcionamento técnico do curso, configurações do navegador, etc. Na página Welcome também existe um *link* para iniciar o estudo da linguagem SQL. Este *link* é sempre desejado, pois a página SQL, a qual o *link* se refere, não possui pré-requisito. Um *link* com a mesma finalidade é exibido à esquerda no mapa navegacional.

Quando o usuário acessa a página SQL, ele obtém uma visão geral sobre a linguagem e é gerado +10% de conhecimento no conceito abstrato LinguagemSQL. Na página SQL existem dois *links* que dão acesso às páginas que apresentam os conceitos das linguagens DDL/SQL e DML/SQL, as quais estão nomeadas, respectivamente, como ConceitoDDL e ConceitoDML. Por ter acessado a página SQL, o usuário já vê como desejado o *link* para a página ConceitoDDL, cujo pré-requisito é que o conceito abstrato LinguagemSQL seja maior ou igual a 10. O *link* para a página ConceitoDML só se tornará visível para o usuário quando o conceito abstrato LinguagemSQL for maior ou igual a 40. A figura 4.8 ilustra a página SQL com o *link* para a página ConceitoDDL visível para o usuário.

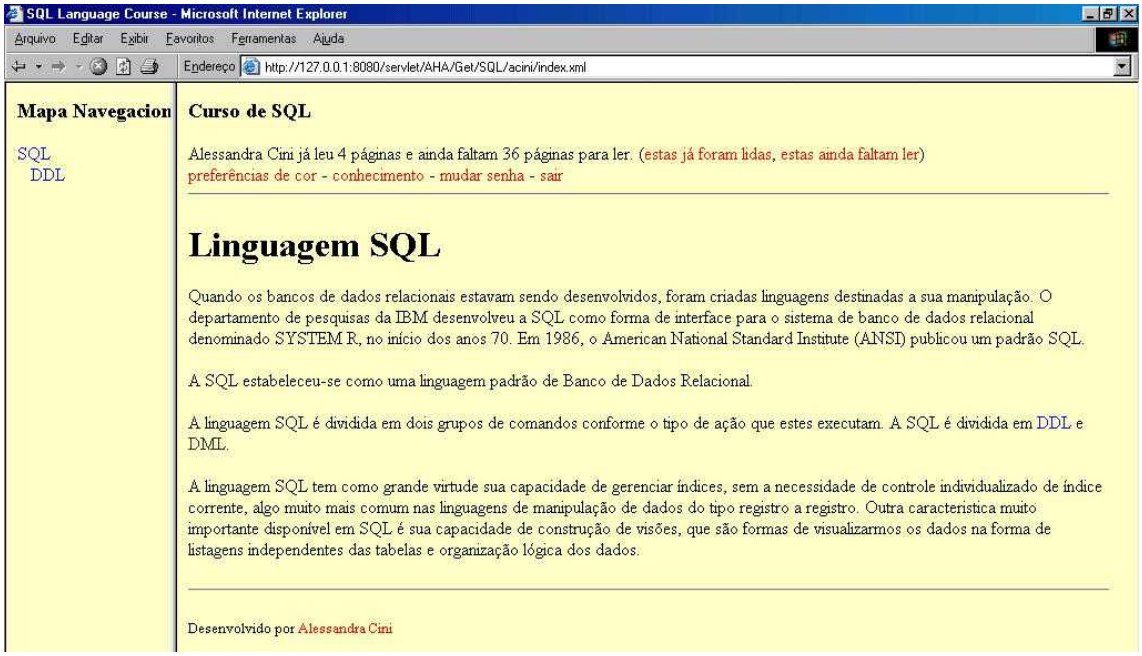

FIGURA 4.8 - Página SQL do curso de linguagem SQL

O conceito abstrato LinguagemSQL terá seu valor aumentado quando, além da página SQL que aumenta seu valor em 10%, o valor dos conceitos ConceitoDDL, TabelasDefinicao, TabelasModificacao, TabelasRelacionamentos e/ou TabelasIndices for atualizado. Cada uma destes conceitos gera, respectivamente, um aumento de 10%, 35%, 20%, 25% e 10%, do valor de seu aumento, no valor do conceito abstrato LinguagemDDLSQL, o qual, por sua vez, gera um aumento de 35%, do valor de seu aumento, no valor do conceito abstrato LinguagemSQL.

A página ConceitoDDL apresenta uma visão geral dos comandos que compõem esta linguagem, e nela, existem *links* para os conceitos de página CriaTabela, TiposDados, ModifTabela, RelacTabela e ConceitoIndice. As páginas CriaTabela e TiposDados serão consideradas desejadas quando a página ConceitoDDL tiver sido acessada, e com isso, seu valor passar a ser igual a 100. As páginas ModifTabela, RelacTabela e ConceitoIndice serão desejadas quando o valor do conceito TabelasDefinicao for maior ou igual a 50, maior ou igual a 65 ou maior ou igual a 80, respectivamente.

A figura 4.9 mostra a página ConceitoDDL com os *links* CriaTabela e TiposDados visíveis tanto no *frame* de informação quanto no mapa navegacional.

FIGURA 4.9 - Página ConceitoDDL do curso de linguagem SQL

A página CriaTabela exibe a sintaxe SQL para a criação de tabelas e algumas outras informações, como, por exemplo, *links* para as páginas CriaChavePrimaria e RemoveTabela, que se tornam visíveis quando a página CriaTabela é acessada. Quando isto acontece, o valor do conceito abstrato TabelasDefinicao passa a ser 50. Com isso, as páginas ModifTabela, AdicionaCampo e RemoveCampo tornam-se desejadas. A figura 4.10 ilustra a página CriaTabela e os *links* visíveis quando o valor do conceito abstrato TabelasDefinicao for igual a 50, tanto no frame de informação quanto no mapa navegacional.

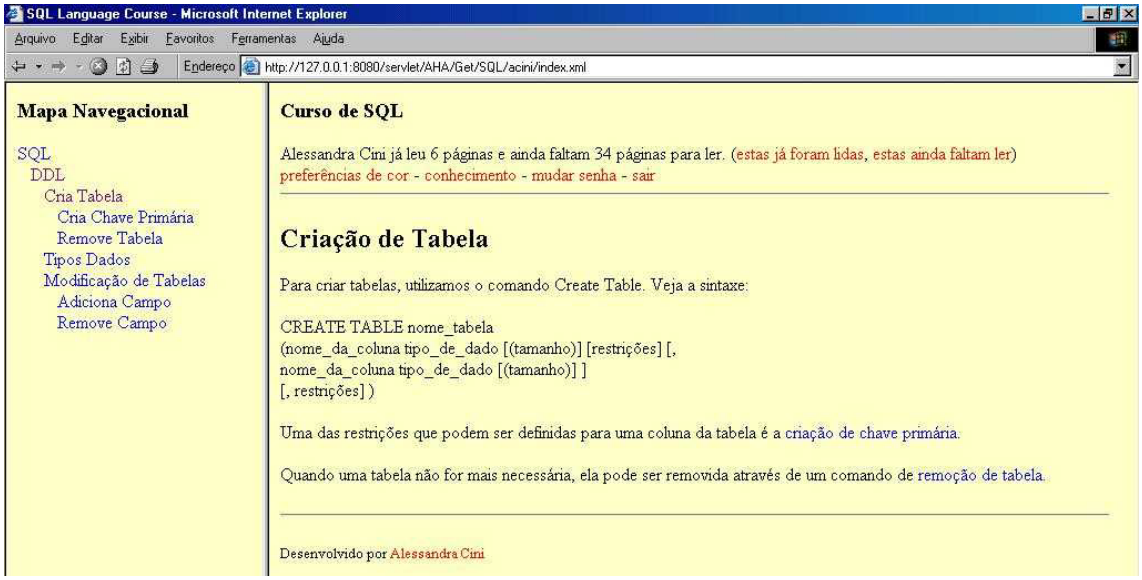

FIGURA 4.10 - Página CriaTabela do curso de linguagem SQL

Quando a página CriaChPrimaria, que exemplifica formas de definir a chave primária de uma tabela, for acessada, ela torna visível um *link* para a página RemoveChPrimaria, que apresenta a sintaxe SQL para a remoção da definição de uma chave primária. Tanto a página CriaChPrimaria quanto a página RemoveTabela, quando forem acessadas, aumentam o valor do conceito abstrato TabelasDefinicao e o *link* para

a página ConceitoIndice é tornado visível. A página RemoveTabela mostra o comando SQL para remover uma tabela do banco de dados, juntamente com um exemplo.

Quando, além da página CriaTabela ter sido acessada, também a página TiposDados, que mostra a definição dos tipos de dados padrão Oracle e seus valores permitidos, tiver sido acessada, o *link* para a página RelacTabela é tornado visível, já que o valor do conceito abstrato TabelasDefinicao passa a ser 65. As páginas CriaChPrimaria, RemoveChPrimaria e RemoveTabela aumentam o valor do conceito TabelasDefinicao em 15%, 15% e 50%, respectivamente. Uma característica interessante do conceito abstrato TabelasDefinicao é que seu valor pode chegar a 100, mesmo que nem todas as páginas que aumentam seu valor tenham sido acessadas.

A página ModifTabela apresenta uma visão geral e formas de utilização do comando ALTER TABLE do SQL. Nela existem *links* para as páginas AdicionaCampo e RemoveCampo, que mostram exemplos de consultas para, respectivamente, adicionar e remover campos das tabelas. Estas duas páginas, como já comentado, tornam-se desejadas quando o valor do conceito abstrato TabelasDefinicao for maior ou igual a 50. As páginas ModifTabela, AdicionaCampo e RemoveCampo aumentam o valor do conceito abstrato TabelasModificacao em 10%, 45% e 45%, respectivamente.

À medida que o valor de alguns conceitos é alterado, as páginas são também atualizadas. Por exemplo, após a atualização do conceito TabelasDefinicao, a página que apresenta o conceito da linguagem DDL/SQL mostra como visíveis alguns *links* (modificar tabela, relacionar as tabelas, definir índices) que antes estavam ocultos. A figura 4.11 ilustra claramente a situação.

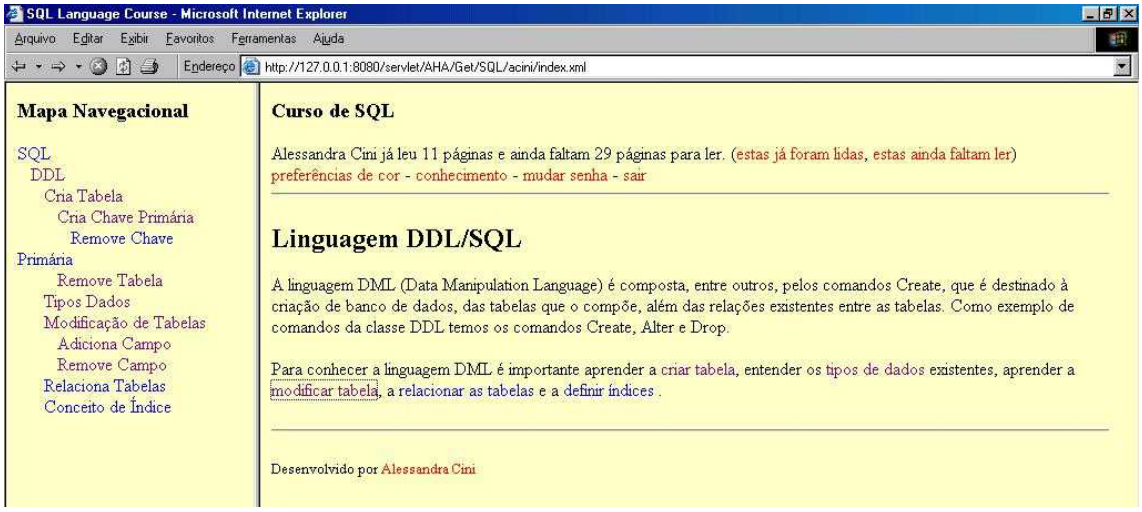

FIGURA 4.11 - Página ConceitoDDL do curso de linguagem SQL

A página RelacTabela apresenta a utilidade de definir relacionamentos entre tabelas. Esta página, que passou a ser desejada quando o valor do conceito abstrato TabelasDefinicao tornou-se maior ou igual a 65, contém *links* para as páginas CriaRelac e RemoveRelac, que exemplificam, respectivamente, a criação e remoção de relacionamentos entre tabelas. A página RelacTabela aumenta o valor do conceito abstrato TabelasRelacionamentos em 20% do valor de seu aumento e só quando o valor deste conceito for maior ou igual a 20 é que o *link* para a página CriaRelac torna-se disponível. Por sua vez, quando a página CriaRelac for acessada, ela contribui com mais 40% do valor de seu aumento no valor do conceito abstrato TabelasRelacionamentos, o que torna possível acessar a página RemoveRelac que se torna desejada apenas quando o conceito abstrato TabelasRelacionamentos for maior ou igual a 40. A página

RemoveRelac, assim como a CriaRelac, contribui com mais 40% do valor de seu aumento no valor do conceito abstrato TabelasRelacionamentos, para que o mesmo se torne completamente conhecido.

A página ConceitoIndice apresenta o conceito e a utilidade de índices. Quando ela, que se tornou-se desejada quando o valor do conceito abstrato TabelasDefinicao passou a ser maior do que 80, for acessada, ela contribui com mais 35% do valor de seu aumento no valor do conceito abstrato TabelasIndices. Quando o valor do conceito abstrato TabelasIndices for maior ou igual a 35, os *links* para as páginas CriaIndice e RemoveIndice que estão na página ConceitoIndice tornam-se visíveis, indicando que as páginas a que se referem são desejadas. As páginas CriaIndice e RemoveIndice apresentam a sintaxe e um exemplo de criação e remoção de índices, respectivamente. Estas duas últimas páginas citadas aumentam, cada uma, o valor do conceito abstrato TabelasIndices em 35% do valor de seu aumento.

Após a página SQL ter sido acessada e o conceito abstrato LinguagemDDLSQL ter seu valor igual ou próximo de 100 (por a página ConceitoDDL ter sido acessada e os conceitos abstratos TabelasDefinicao, TabelasModificacao, TabelasRelacionamentos e TabelasIndices terem seus valores iguais ou próximos a 100), o *link* para a página ConceitoDML é tornado visível. A página ConceitoDML apresenta o conceito da linguagem DML/SQL e os *links* para as páginas ConceitoConsultaSelecao, ConceitoOperacoesConjuntos, InsereDados, AlteraDados e RemoveDados. A página ConceitoConsultaSelecao é desejada a partir da página ConceitoDML ser desejada e ter sido acessada e a página InsereDados se torna desejada após a página CriaTabela ser desejada e ter sido acessada. As páginas AlteraDados e RemoveDados, tornaram-se desejadas após a página CriaTabela ser desejada e ter sido acessada e o conceito abstrato ManipulacaoDados ter seu valor maior ou igual a 30, o que se torna verdadeiro, após a página InsereDados ser desejada e ter sido acessada. As páginas InsereDados, AlteraDados e RemoveDados contribuem, cada uma, com um aumento de 30% no valor do conceito abstrato ManipulacaoDados. A figura 4.12 ilustra a página ConceitoDML, com seu conteúdo e *links*, quando os conceitos abstratos ConsultaSelecao e ManipulaçãoDados estiverem com seus valores iniciais.

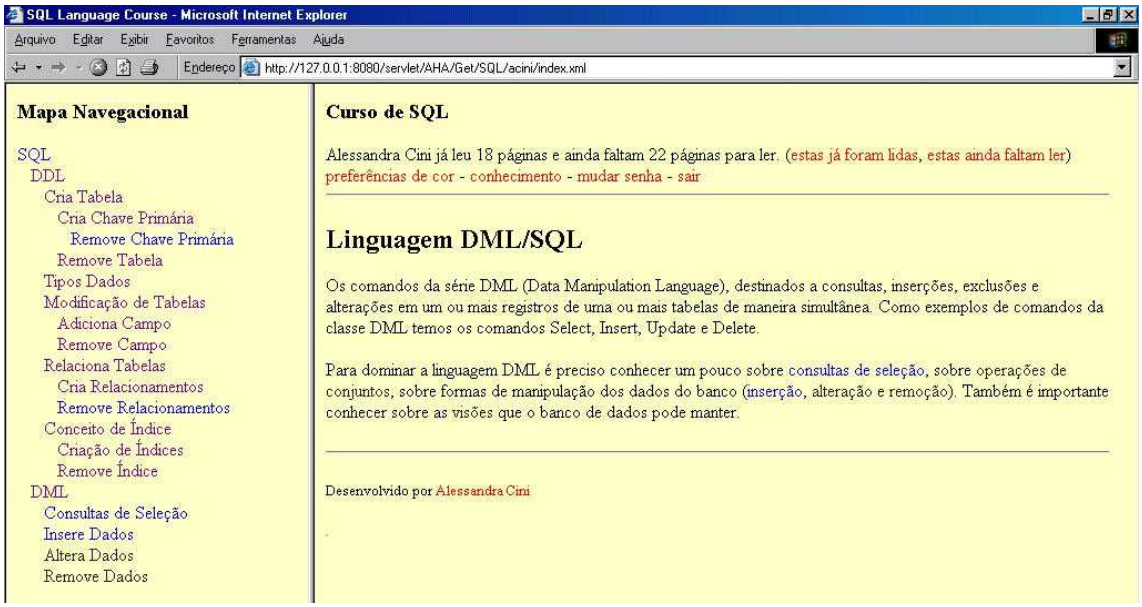

FIGURA 4.12 - Página ConceitoDML do curso de linguagem SQL

A página ConceitoConsultaSelecao apresenta uma idéia geral da utilidade do comando SELECT para acesso às informações do banco de dados. Ela contribui com um aumento de 5% no valor do conceito abstrato ConsultasSelecao e contém um *link* para a página InstrucaoSelect, que se torna desejada quando a página ConceitoConsultaSelecao for desejada e acessada. A página InstrucaoSelect, por sua vez, apresenta a sintaxe do comando SELECT e contribui com um aumento de 10% no valor do conceito abstrato ConsultasSelecao. A página InstrucaoSelect contém *links* para diversas páginas: SelecaoRegistros, SelecaoCampos, Expressoes, Alias, Agrupamento, Having e Joins, as quais tornam-se desejadas quando o valor do conceito abstrato ConsultasSelecao for, respectivamente, maior ou igual a 10, maior ou igual a 20, maior ou igual a 20, maior ou igual a 20, maior ou igual a 50, maior ou igual a 50 e maior ou igual a 50. A página Having precisa também, para se tornar desejada, que a página Agrupamento seja desejada e tenha sido acessada. As páginas SelecaoRegistros, SelecaoCampos, Expressoes, Alias, Agrupamento, Having e Joins também geram, respectivamente, um aumento de 10%, 10%, 15%, 10%, 10%, 10% e 20% do valor de seu aumento no valor do conceito abstrato ConsultasSelecao, sendo que a página Expressoes também gera um aumento de 10% do valor de seu aumento no valor do conceito abstrato ManipulacaoDados.

A página SelecaoRegistros mostra a diferença de utilização das cláusulas ALL e DISTINCT para a seleção de registros do banco de dados em uma consulta SELECT, já a página SelecaoCampos mostra que é possível selecionar apenas alguns campos da tabela ou todos os campos, usando "*". Tanto a página SelecaoRegistros, quanto a página SelecaoCampos apresentam exemplos para facilitar a compreensão. A página Expressoes mostra a utilidade de uso de expressões na cláusula WHERE de uma consulta de seleção, juntamente com exemplos de expressões. A página Alias esclarece a utilidade dos *alias* e exemplos de uso do mesmo em campos, tabelas e expressões. A página Agrupamento mostra a utilidade do uso das funções de agrupamento COUNT, SUM, MIN, MAX E AVG e exemplos de sua utilização. A página Having apresenta a necessidade de utilizar a cláusula HAVING para definir condições envolvendo as funções de agrupamento e a página Joins mostra a sintaxe SQL de consultas de seleção que utilizam mais de uma tabela.

O *link* para a página ConceitoOperacaoConjuntos, que está na página ConceitoDML é tornado visível quando o valor do conceito abstrato ConsultasSelecao passa a ser maior ou igual a 50. A página ConceitoOperacaoConjuntos apresenta uma visão geral da utilidade de uso das operações Union, UnionAll, Intersect e Minus e contém *links* para as página, de mesmo nome, que apresentam estas operações. As páginas Union, UnionAll, Intersect e Minus tornam-se desejadas quando a página ConceitoOperacaoConjuntos for desejada e tiver sido acessada e contribuem, cada uma, com um acréscimo de 20% no valor do conceito abstrato OperacoesConjuntos.

Quando o conceito abstrato ConsultasSelecao tiver seu valor maior ou igual a 45, a página ConceitoVisao torna-se desejada. A página ConceitoVisao apresenta o conceito e a utilidade das visões em um banco de dados. Ela possui dois *links*: um para a página CriaVisao e outro para a página RemoveVisao, que mostram a sintaxe SQL para, respectivamente, criar e remover visões do banco de dados. Os dois *links* tornam-se visíveis a partir do acesso à página ConceitoVisao. As páginas ConceitoVisao, CriaVisao e RemoveVisao contribuem, cada uma, com um aumento de 35% no valor do conceito abstrato Visoes.

Quando o valor do conceito de página ConceitoDML e dos conceitos abstratos ConsultasSelecao, OperacoesConjuntos, ManipulacaoDados e Visoes for atualizado, eles aumentam o valor do conceito abstrato LinguagemDMLSQL em, respectivamente,

10%, 40%, 10%, 25% e 15% do valor de sua atualização. E, por sua vez, o conceito abstrato LinguagemDMLSQL, quando atualizado, aumenta o valor do conceito abstrato LinguagemSQL em 55% do valor de sua atualização.

4.4 Avaliação de um Curso usando o AdaptAvaliador

As regras do curso da linguagem SQL, responsáveis pela parte principal do controle adaptativo estão nos arquivos *xmlgenlist* e *xmlreqlist* que são apresentados nos anexos 3 e 5, respectivamente. Como dito anteriormente, o AdaptAvaliador faz uso destes arquivos e das próprias páginas da apresentação para avaliar cada um dos aspectos já apresentados.

As estatísticas geradas pelo AdaptAvaliador para o curso sobre linguagem SQL são apresentadas a seguir:

```
Análise da apresentação construída no AHA! para verificar seu grau de adaptatividade:

Quantidade total de páginas da apresentação: 37

Quantidade total de conceitos da apresentação: 49

-------------------------------------------------------------------------------------------

Análise das regras de relacionamentos de geração de valores para conceitos:

Quantidade de conceitos de página que atualizam valores em outros conceitos: 37
            SQL
            ConceitoDDL
            CriaTabela
            TiposDados
            CriaChPrimaria
            RemoveChPrimaria
            RemoveTabela
            ModifTabela
            AdicionaCampo
            RemoveCampo
            RelacTabela
            CriaRelac
            RemoveRelac
            ConceitoIndice
            CriaIndice
            RemoveIndice
            ConceitoDML
            ConceitoConsultaSelecao
            InstrucaoSelect
            SelecaoRegistros
            SelecaoCampos
            Expressoes
            Alias
            Agrupamento
            Having
            Joins
            ConceitoOperacaoConjuntos
            Union
            UnionAll
            Intersect
            Minus
            InsereDados
            AlteraDados
            RemoveDados
            ConceitoVisao
            CriaVisao
            RemoveVisao

Quantidade de conceitos abstratos ou itens de menu que atualizam valores em outros
conceitos: 10
            LingDDLSQL
```

```
            LingDMLSQL
            TabelasDefinicao
            TabelasModificacao
            TabelasRelacionamentos
            TabelasIndices
            ConsultasSelecao
            OperacoesConjuntos
            ManipulacaoDados
            Visoes

Quantidade de conceitos que podem ter seus valores no modelo do usuário atualizados
diretamente pelo usuário: 8
              TabelasDefinicao
              TabelasModificacao
              TabelasRelacionamentos
              TabelasIndices
              ConsultasSelecao
              OperacoesConjuntos
              ManipulacaoDados
              Visoes

Quantidade de conceitos de página atualizados por outros conceitos por regras de
atualização absolutas ou próprias: 0

Quantidade de conceitos abstratos atualizados por outros conceitos por regras de
atualização monotônicas: 11
              LinguagemSQL
              LingDDLSQL
              TabelasDefinicao
              TabelasModificacao
              TabelasRelacionamentos
              TabelasIndices
              LingDMLSQL
              ConsultasSelecao
              ManipulacaoDados
              OperacoesConjuntos
              Visoes

Quantidade de conceitos abstratos atualizados por outros conceitos por regras de
atualização não-monotônicas: 0

Quantidade de itens de menu com regras de atualização absolutas: 0

-------------------------------------------------------------------------------------------

Análise das regras de relacionamento de requisitos dos conceitos:

Quantidade de conceitos de página que possuem restrições para sua exibição: 36
              ConceitoDDL
              CriaTabela
              TiposDados
              CriaChPrimaria
              RemoveChPrimaria
              RemoveTabela
              ModifTabela
              AdicionaCampo
              RemoveCampo
              RelacTabela
              CriaRelac
              RemoveRelac
              ConceitoIndice
              CriaIndice
              RemoveIndice
              ConceitoDML
              ConceitoConsultaSelecao
              InstrucaoSelect
              SelecaoRegistros
              SelecaoCampos
              Expressoes
              Alias
              Agrupamento
              Having
              Joins
              ConceitoOperacaoConjuntos
              Union
              UnionAll
              Intersect
```

```
              Minus
              InsereDados
              AlteraDados
              RemoveDados
              ConceitoVisao
              CriaVisao
              RemoveVisao

Quantidade de conceitos abstratos ou itens de menu que possuem restrições para sua
exibição: 0

Quantidade de conceitos de página que são restrições para outros conceitos: 7
              ConceitoDDL
              CriaTabela
              CriaChPrimaria
              ModifTabela
              ConceitoDML
              ConceitoConsultaSelecao
              Agrupamento

Quantidade de conceitos abstratos ou itens de menu que são restrições para outros
conceitos: 8
              LinguagemSQL
              TabelasDefinicao
              TabelasRelacionamentos
              TabelasIndices
              ConsultasSelecao
              OperacoesConjuntos
              ManipulacaoDados
              Visoes

-------------------------------------------------------------------------------------

Análise dos fragmentos condicionais nas páginas:

Quantidade de páginas que possuem fragmentos que são exibidos condicionalmente: 3
            CriaChPrimaria.xml
            InstrucaoSelect.xml
            ConceitoVisao.xml

Quantidade de conceitos abstratos ou itens de menu que são usados nestas restrições: 3
            ModifTabela
            Agrupamento
            Alias

-------------------------------------------------------------------------------------

Análise dos links condicionais nas páginas:

Quantidade de páginas que possuem links que são exibidos condicionalmente: 0
```

Executando a avaliação pelo AdaptAvaliador no curso construído sobre linguagem SQL, foram obtidos os seguintes dados em relação a cada um dos graus de adaptatividade avaliados:

a) *Grau de adaptatividade do modelo do usuário na geração de atualizações:* o curso para ensino da linguagem SQL possui 37 conceitos de página e todos atualizam outros conceitos. Tem-se um índice de 100% dos conceitos de página que atualizam outros conceitos da apresentação, logo, o grau de adaptatividade do modelo do usuário na geração de atualizações é considerado alto.

b) *Grau de adaptatividade em restrições do modelo de adaptação:* no curso avaliado, o grau de adaptatividade em restrições do modelo de adaptação é considerado alto, visto que o percentual de conceitos que possuem restrição para sua exibição é de 97% em relação ao total de conceitos da apresentação (36 conceitos de página possuem restrições para sua exibição).

c) *Grau de atuação adaptável do usuário na apresentação:* no curso avaliado, são 7 os conceitos que podem ser alterados diretamente pelo usuário e são usados como requisitos em restrições para outros conceitos. Esse número é comparado com o número total de conceitos usados como restrições para outros conceitos, que é 15, de onde se obtém um percentual de 47%, obtendo assim que o grau de atuação adaptável do usuário na apresentação é alto.

d) *Grau de adaptação do conteúdo nas páginas:* no curso avaliado, o grau de adaptação de conteúdo nas páginas foi considerado baixo, apenas 8% das páginas possuem adaptação de conteúdo.

e) *Grau de adaptação da navegação nas páginas:* no curso avaliado, o grau de adaptação da navegação nas páginas foi considerado baixo. Nenhuma página apresenta *links* condicionais.

f) *Condição do um mapa navegacional adaptativo:* no curso para ensino da linguagem SQL, o mapa navegacional é completamente adaptativo.

A figura 4.13 ilustra a tela de avaliação do AdaptAvaliador para o curso da linguagem SQL.

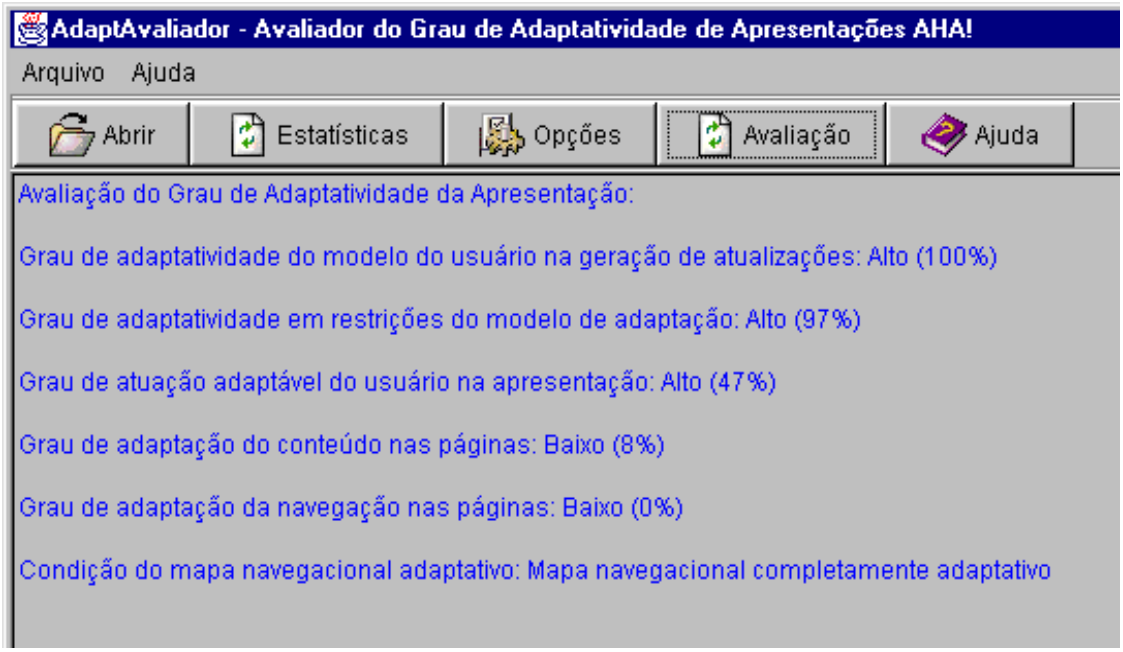

FIGURA 4.13 - Tela do AdaptAvaliador da avaliação do curso de linguagem SQL

Os resultados obtidos com a avaliação permitem que o autor da apresentação verifique em quais aspectos a apresentação já possui grau alto de adaptatividade e em quais aspectos ela precisa ser melhorada. Mesmo quando não deseja modificar a apresentação, com o AdaptAvaliador, o autor passa a ter consciência do grau de adaptatividade da apresentação em cada um dos aspectos.

5 Conclusão

O estudo realizado neste trabalho aponta o aumento do interesse na área de hipermídia adaptativa e sua crescente importância para que usuários possam receber apresentações completamente adequadas às suas características pessoais e de seu ambiente de trabalho. As apresentações hipermídia adaptativas podem ser utilizadas em qualquer plataforma, mas ganham maior relevância quando utilizadas no ambiente *Web*, por poderem ser utilizadas por um conjunto maior de usuários.

Das diversas áreas que utilizam a hipermídia adaptativa, a que continua recebendo mais atenções é a área de hipermídia educacional, a qual é suportada pelo maior número de sistemas e para a qual existe a maior quantidade de apresentações desenvolvidas.

As tecnologias de hipermídia adaptativa definidas por Brusilovsky: apresentação adaptativa e suporte à navegação adaptativa são bastante amplas e a classificação de novas técnicas de adaptação em uma das duas tecnologias é por vezes bastante difícil. A adaptação do *layout* das páginas da apresentação ainda não é comum nos sistemas adaptativos disponíveis atualmente. Ela possibilita apresentar o mesmo conteúdo, com os mesmos *links*, mas organizado com um *layout* diferente. A adaptação do *layout* poderia se considerada como uma terceira tecnologia de adaptação, separada da apresentação adaptativa e do suporte à navegação adaptativa.

O foco da adaptação, considerado neste trabalho, é a adaptação de acordo com as características dos usuários. Não foram consideradas características relacionadas a necessidades especiais nem a aspectos do ambiente e da utilização que podem ter significativa importância.

A adaptação do tipo de mídia utilizado é um aspecto muito importante que pode estar relacionado a necessidades do ambiente ou a necessidades especiais dos usuários. A transformação de áudio em texto, ou vice-versa, pode ser muitas vezes necessária para fazer a apresentação adaptar-se, por exemplo, a locais muito barulhentos ou a usuários com necessidades especiais auditivas, entretanto, isso não significa que todo áudio precise ser traduzido para texto, pois muitas vezes alguma parte do áudio seja irrelevante, como por exemplo, uma música de fundo que pode ser simplesmente eliminada.

A percepção automática, por parte do sistema, das necessidades do usuário, algumas vezes pode ser difícil e exige uma processo de análise acurado. Se um usuário não compreende o que está sendo apresentado, pode ser que ele tenha necessidades especiais visuais ou auditivas, conforme o caso, ou pode ocorrer que ele não esteja entendendo o idioma. A falta de compreensão também pode ser decorrente do nível da linguagem, por exemplo, uma criança pode não estar compreendendo uma apresentação definida em uma linguagem adulta.

Já existe um número considerável de sistemas de hipermídia adaptativa, os quais, em geral, realizam a adaptação considerando várias características: do ambiente, da utilização e, principalmente, do usuário. A maior deficiência destes sistemas é a autoria que, mesmo com ferramentas específicas para isto, ainda é uma tarefa bastante árdua e, possivelmente, até inviável para autores não especializados. O aspecto positivo é que a maioria dos sistemas disponíveis está passando por melhorias, especialmente com o objetivo de tornar a autoria um processo mais simples.

A maioria dos sistemas estudados faz adaptação de apresentações de texto, entretanto, em sistemas que utilizam multimídia contínua, como áudio e vídeo, uma

adaptação importante é a utilização de sincronização temporal, útil para adequar a apresentação ao ambiente de execução e ao ambiente de rede.

Os sistemas de hipermídia adaptativa desenvolvidos nos últimos anos não seguiram nenhum modelo, o que dificulta a compreensão de sua arquitetura e a comparação dos mesmos. A definição do modelo AHAM foi uma grande evolução nesta área, pois estabeleceu um padrão que tende a ser adotado por um grande número dos sistemas que serão desenvolvidos a partir de agora.

O sistema desenvolvido para avaliar o grau de adaptatividade de apresentações construídas no AHA!, o AdapAvaliador, pode trazer contribuições valiosas para os autores das apresentações. No curso desenvolvido sobre Linguagem SQL, o AdaptAvaliador apontou um alto grau de adaptatividade em alguns aspectos, mas indicou que a apresentação possui baixo grau de adaptação do conteúdo e da navegação nas páginas, o que significa que as páginas, quando têm seus pré-requisitos satisfeitos, são apresentadas de forma muito similar a usuários com características diferentes. Uma modificação futura no curso é que as páginas sejam modificadas para que elas disponibilizem, individualmente, mais possibilidades de adaptação do conteúdo e da navegação.

O curso de Linguagem SQL foi utilizado por uma turma de alunos do Centro Tecnológico Universidade de Caxias do Sul. Ele foi utilizado apenas como apoio às aulas tradicionais por não estar disponível desde o início do ano. Quando os alunos passaram a utilizar o curso construído no AHA!, muitos dos pré-requisitos já estavam cumpridos, mesmo assim, demonstraram gostar da metodologia adotada. Alunos que apresentavam mais dificuldades, passaram a utilizar o curso extra-classe, como um reforço às aulas. O curso está sendo melhorado nos aspectos de adaptação do conteúdo e da navegação nas páginas, apontados como de grau baixo pelo AdaptAvaliador. A intenção é que o curso seja utilizado como a principal forma de tutoria no próximo ano e, com isso, obtidas estatísticas mais reais, comparando os resultados do próximo ano com os dos anos anteriores.

No AdaptAvaliador, os percentuais definidos para mensurar o grau de adaptatividade em cada um dos aspectos analisados foram estabelecidos por análises preliminares. Uma forma de avaliar os resultados obtidos com o sistema seria construir uma apresentação com dois graus de adaptatividade, uma classificada pelo AdaptAvaliador como de grau mais alto e outra como de grau mais baixo de adaptatividade. As duas apresentações usariam as mesmas páginas de conteúdo, apenas as informações dos arquivos *reqlistfile* e *genlistfile* seriam diferenciadas, assim como os fragmentos e *links* condicionais das páginas. Grupos diferentes de usuários poderiam usar as duas apresentações e, posteriormente, os grupos seriam avaliados para verificar o grau de satisfação com a apresentação e a quantidade de conhecimento adquirida, para, a partir daí, ser possível afirmar que apresentações indicadas pelo AdaptAvaliador como sendo de grau mais alto de adaptatividade são realmente mais adequadas.

Futuramente, novos estudos precisam ser feitos para ampliar o AdaptAvaliador com avaliação de outros aspectos de adaptatividade, como os relacionados à utilização de conceitos no processo adaptativo, e não apenas de páginas, aspectos relacionados com suporte a múltiplos idiomas, adaptação de mídias, etc.

A avaliação das apresentações adaptativas parece despertar interesse na comunidade de hipermídia adaptativa. Uma percepção disso, é que os desenvolvedores do AHA! disponibilizaram todas as informações necessárias para que o sistema apresentado neste trabalho fosse desenvolvido e em seus relatórios de trabalho na *Web*, referenciam a existência de estudos com o AHA! nesta Universidade. Além disso, desenvolvedores do sistema NetCoach estão buscando informações para desenvolver

um sistema similar ao apresentado neste trabalho para avaliar apresentações desenvolvidas no NetCoach.

Anexo 1 DTD do Modelo do Usuário

```
<!ELEMENT usermodel (person, colors, knowledgelist, visitedlist)>

<!ELEMENT person (name, email, id, passwd, institute, department)>
<!ELEMENT colors
(goodlink,badlink,neutrallink,externallink,externalvisitedlink,activelink)>
<!ELEMENT knowledgelist (knowledgeitem)*>
<!ELEMENT knowledgeitem (knowledgename,knowledgeperc)>
<!ELEMENT visitedlist (visitedlistitem)*>
<!ELEMENT visitedlistitem (visitedname,visitedperc)>

<!ELEMENT name (#PCDATA)>
<!ELEMENT email (#PCDATA)>
<!ELEMENT id (#PCDATA)>
<!ELEMENT passwd (#PCDATA)>
<!ELEMENT institute (#PCDATA)>
<!ELEMENT department (#PCDATA)>

<!ELEMENT goodlink (#PCDATA)>
<!ELEMENT badlink (#PCDATA)>
<!ELEMENT neutrallink (#PCDATA)>
<!ELEMENT externallink (#PCDATA)>
<!ELEMENT externalvisitedlink (#PCDATA)>
<!ELEMENT activelink (#PCDATA)>

<!ELEMENT knowledgename (#PCDATA)>
<!ELEMENT knowledgeperc (#PCDATA)>
<!ELEMENT visitedname (#PCDATA)>
<!ELEMENT visitedperc (#PCDATA)>
```

Anexo 2 Modelo do Usuário


```
<usermodel>
  <person>
    <name>Alessandra Cini</name>
    <email>alessandra@malbanet.com.br</email>
    <id>acini</id>
    <passwd>555555</passwd>
    <institute>UCS/CETEC</institute>
    <department>Informatica</department>
  </person>
  <colors>
    <goodlink>0000ff</goodlink>
    <badlink>202020</badlink>
    <neutrallink>7c007c</neutrallink>
    <externallink>ff0000</externallink>
    <externalvisitedlink>7f0000</externalvisitedlink>
    <activelink>808080</activelink>
  </colors>
  <knowledgelist>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>CriaRelac</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>RemoveTabela</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>ModifTabela</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>ConceitoDDL</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>SQL</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>RemoveRelac</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>RelacTabela</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>CriaTabela</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>RemoveCampo</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>RemoveIndice</knowledgename>
      <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>LinguagemSQL</knowledgename>
      <knowledgeperc>54</knowledgeperc>
    </knowledgeitem>
    <knowledgeitem>
      <knowledgename>TabelasRelacionamentos</knowledgename>
```

```
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>ConceitoIndice</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>RemoveChPrimaria</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>TabelasModificacao</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>LingDDLSQL</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>TabelasIndices</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>welcome</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>content</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>CriaChPrimaria</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>TabelasDefinicao</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>CriaIndice</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>index</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>AdicionaCampo</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
  <knowledgeitem>
    <knowledgename>TiposDados</knowledgename>
    <knowledgeperc>100</knowledgeperc>
  </knowledgeitem>
</knowledgelist>
<visitedlist>
  <visitedlistitem>
    <visitedname>RemoveChPrimaria</visitedname>
    <visitedperc>100</visitedperc>
  </visitedlistitem>
  <visitedlistitem>
    <visitedname>welcome</visitedname>
    <visitedperc>100</visitedperc>
  </visitedlistitem>
  <visitedlistitem>
    <visitedname>CriaTabela</visitedname>
    <visitedperc>100</visitedperc>
  </visitedlistitem>
```

```
<visitedlistitem>
  <visitedname>CriaIndice</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>Joins</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>ConceitoConsultaSelecao</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>RemoveRelac</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>SelecaoCampos</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>SQL</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>CriaChPrimaria</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>CriaVisao</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>InsereDados</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>content</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>ConceitoDDL</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>ConceitoIndice</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>Expressoes</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>ConceitoOperacaoConjuntos</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>Union</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>ConceitoDML</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>InstrucaoSelect</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
```

```
<visitedlistitem>
  <visitedname>RemoveCampo</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>Alias</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>RemoveDados</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>CriaRelac</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>index</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>ConceitoVisao</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>SelecaoRegistros</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>AlteraDados</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>Agrupamento</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>RelacTabela</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>AdicionaCampo</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>RemoveVisao</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>RemoveTabela</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>TiposDados</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>RemoveIndice</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>ModifTabela</visitedname>
  <visitedperc>100</visitedperc>
</visitedlistitem>
<visitedlistitem>
  <visitedname>Minus</visitedname>
  <visitedperc>0</visitedperc>
</visitedlistitem>
```

```
    <visitedlistitem>
      <visitedname>Intersect</visitedname>
      <visitedperc>0</visitedperc>
    </visitedlistitem>
    <visitedlistitem>
      <visitedname>Having</visitedname>
      <visitedperc>0</visitedperc>
    </visitedlistitem>
    <visitedlistitem>
      <visitedname>UnionAll</visitedname>
      <visitedperc>0</visitedperc>
    </visitedlistitem>
  </visitedlist>
</usermodel>
```

Anexo 3 DTD do GenListFile

```
<!ELEMENT generatelist (genitem*)>
<!ELEMENT genitem (name,genlist)>

<!ELEMENT name (#PCDATA)>
<!ATTLIST name
      changeable (yes|no) 'no'
>
<!ELEMENT genlist (#PCDATA)>
```

Anexo 4 Arquivo GenListFile


```
<generatelist>
  <genitem>
    <name>SQL</name>
    <genlist>LinguagemSQL:+10</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>LingDDLSQL</name>
    <genlist>LinguagemSQL:+35</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>LingDMLSQL</name>
    <genlist>LinguagemSQL:+55</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>ConceitoDDL</name>
    <genlist>LingDDLSQL:+10</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name changeable="yes">TabelasDefinicao</name>
    <genlist>LingDDLSQL:+35</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name changeable="yes">TabelasModificacao</name>
    <genlist>LingDDLSQL:+20</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name changeable="yes">TabelasRelacionamentos</name>
    <genlist>LingDDLSQL:+25</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name changeable="yes">TabelasIndices</name>
    <genlist>LingDDLSQL:+10</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>CriaTabela</name>
    <genlist>TabelasDefinicao:+50</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>TiposDados</name>
    <genlist>TabelasDefinicao:+15</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>CriaChPrimaria</name>
    <genlist>TabelasDefinicao:+15</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>RemoveChPrimaria</name>
    <genlist>TabelasDefinicao:+15</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>RemoveTabela</name>
    <genlist>TabelasDefinicao:+40</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>ModifTabela</name>
    <genlist>TabelasModificacao:+10</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>AdicionaCampo</name>
    <genlist>TabelasModificacao:+45</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>RemoveCampo</name>
    <genlist>TabelasModificacao:+45</genlist>
```

```
</genitem>
<genitem>
  <name>RelacTabela</name>
  <genlist>TabelasRelacionamentos:+20</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>CriaRelac</name>
  <genlist>TabelasRelacionamentos:+40</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>RemoveRelac</name>
  <genlist>TabelasRelacionamentos:+40</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>ConceitoIndice</name>
  <genlist>TabelasIndices:+35</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>CriaIndice</name>
  <genlist>TabelasIndices:+35</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>RemoveIndice</name>
  <genlist>TabelasIndices:+35</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>ConceitoDML</name>
  <genlist>LingDMLSQL:+10</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name changeable="yes">ConsultasSelecao</name>
  <genlist>LingDMLSQL:+40</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name changeable="yes">OperacoesConjuntos</name>
  <genlist>LingDMLSQL:+10</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name changeable="yes">ManipulacaoDados</name>
  <genlist>LingDMLSQL:+25</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name changeable="yes">Visoes</name>
  <genlist>LingDMLSQL:+15</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>ConceitoConsultaSelecao</name>
  <genlist>ConsultasSelecao:+5</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>InstrucaoSelect</name>
  <genlist>ConsultasSelecao:+10</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>SelecaoRegistros</name>
  <genlist>ConsultasSelecao:+10</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>SelecaoCampos</name>
  <genlist>ConsultasSelecao:+10</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>Expressoes</name>
  <genlist>ConsultasSelecao:+15 ManipulacaoDados:+10</genlist>
</genitem>
<genitem>
  <name>Alias</name>
  <genlist>ConsultasSelecao:+10</genlist>
```

```
  </genitem>
  <genitem>
    <name>Agrupamento</name>
    <genlist>ConsultasSelecao:+10</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>Having</name>
    <genlist>ConsultasSelecao:+10</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>Joins</name>
    <genlist>ConsultasSelecao:+20</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>ConceitoOperacaoConjuntos</name>
    <genlist>OperacoesConjuntos:+20</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>Union</name>
    <genlist>OperacoesConjuntos:+20</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>UnionAll</name>
    <genlist>OperacoesConjuntos:+20</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>Intersect</name>
    <genlist>OperacoesConjuntos:+20</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>Minus</name>
    <genlist>OperacoesConjuntos:+20</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>InsereDados</name>
    <genlist>ManipulacaoDados:+30</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>AlteraDados</name>
    <genlist>ManipulacaoDados:+30</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>RemoveDados</name>
    <genlist>ManipulacaoDados:+30</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>ConceitoVisao</name>
    <genlist>Visoes:+35</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>CriaVisao</name>
    <genlist>Visoes:+35</genlist>
  </genitem>
  <genitem>
    <name>RemoveVisao</name>
    <genlist>Visoes:+35</genlist>
  </genitem>
</generatelist>
```

Anexo 5 DTD do ReqListFile

```
<!ELEMENT conceptrelations (concept*)>
<!ELEMENT concept (conceptname, relationexpression)>

<!ELEMENT conceptname (#PCDATA)>
<!ELEMENT relationexpression (#PCDATA)>
```

Anexo 6 Arquivo ReqListFile


```
<conceptrelations>
<concept>
  <conceptname>
    ConceitoDDL
  </conceptname>
  <relationexpression>
    LinguagemSQL>=10
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    CriaTabela
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConceitoDDL>=100
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    TiposDados
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConceitoDDL>=100
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    CriaChPrimaria
  </conceptname>
  <relationexpression>
    CriaTabela>=100
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    RemoveChPrimaria
  </conceptname>
  <relationexpression>
    CriaChPrimaria>=100 and ModifTabela>=35
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    RemoveTabela
  </conceptname>
  <relationexpression>
    CriaTabela>=100
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    ModifTabela
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasDefinicao>=50
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    AdicionaCampo
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasDefinicao>=50
  </relationexpression>
```

```
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    RemoveCampo
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasDefinicao>=50
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    RelacTabela
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasDefinicao>=65 and CriaTabela>=100
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    CriaRelac
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasRelacionamentos>=20
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    RemoveRelac
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasRelacionamentos>=40
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    ConceitoIndice
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasDefinicao>=80
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    CriaIndice
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasIndices>=35
  </relationexpression>
</concept>
<concept>
  <conceptname>
    RemoveIndice
  </conceptname>
  <relationexpression>
    TabelasIndices>=35
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    ConceitoDML
  </conceptname>
  <relationexpression>
    LinguagemSQL>=40
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    ConceitoConsultaSelecao
  </conceptname>
  <relationexpression>
```

```
    ConceitoDML>=100
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    InstrucaoSelect
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConceitoConsultaSelecao>=100
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    SelecaoRegistros
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=10
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    SelecaoCampos
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=20
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    Expressoes
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=20
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    Alias
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=20
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    Agrupamento
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=50
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    Having
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=50 and Agrupamento>=100
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    Joins
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=50
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    ConceitoOperacaoConjuntos
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=50
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    Union
```

```
  </conceptname>
  <relationexpression>
    OperacoesConjuntos>=20
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    UnionAll
  </conceptname>
  <relationexpression>
    OperacoesConjuntos>=20
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    Intersect
  </conceptname>
  <relationexpression>
    OperacoesConjuntos>=20
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    Minus
  </conceptname>
  <relationexpression>
    OperacoesConjuntos>=20
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    InsereDados
  </conceptname>
  <relationexpression>
    CriaTabela>=100
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    AlteraDados
  </conceptname>
  <relationexpression>
    CriaTabela>=100 and ManipulacaoDados>=30
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    RemoveDados
  </conceptname>
  <relationexpression>
    CriaTabela>=100 and ManipulacaoDados>=30
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    ConceitoVisao
  </conceptname>
  <relationexpression>
    ConsultasSelecao>=45
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    CriaVisao
  </conceptname>
  <relationexpression>
    Visoes>=35
  </relationexpression>
</concept><concept>
  <conceptname>
    RemoveVisao
  </conceptname>
  <relationexpression>
    Visoes>=35
  </relationexpression>
</concept></conceptrelations>
```

Referências

[BRA 92] BRA, P. D.; HOUBEN, G. J.; KORNATZKY, Y. An Extensible data model for hyperdocuments. In: EUROPEAN CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1992, Milan. **Proceedings...** New York: ACM, 1992. p.222-231. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~debra/echt92/final.ps>. Acesso em: 10 jan. 2001.

[BRA 98a] BRA, Paul De. Adaptive hypermedia on the Web: Methods, techniques and applications. In: AACE WEBNET CONFERENCE, 1998, Orlando. **Proceedings...** Orlando: AACE, 1998. p.220-225. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~debra/public.html>. Acesso em: 20 jul. 2000.

[BRA 98b] BRA, Paul De; CALVI, Licia. AHA: a Generic Adaptive Hypermedia System. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE HYPERTEXT AND HYPERMEDIA, 2., 1998, Pittsburgh. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1998. p.5-11. Disponível em: <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/HT98_workshop/DeBra.html>. Acesso em: 14 set. 2001.

[BRA 99a] BRA, Paul De; BRUSILOVSKY, Peter; HOUBEN, Geert-Jan. Adaptive hypermedia: From systems to framework. **ACM Computing Surveys**, New York, v. 31, Dec. 1999. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~debra/public.html>. Acesso em: 16 nov. 2001.

[BRA 99b] BRA, Paul De. Design issues in adaptive hypermedia application development. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE SYSTEMS AND USER MODELING ON THE WWW, 2., 1999, Toronto. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1999. p.29-39. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/asum99/debra/debra.html>. Acesso em: 21 abr. 2000.

[BRA 99c] BRA, Paul De; AERTS, Ad; HOUBEN, Geert-Jan; WU, Hongjing. AHAM: a dexter-based reference model for adaptive hypermedia. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT AND HYPERMEDIA, 10., 1999, Darmstadt. **Proceedings...** New York: ACM Press, 1999. p.147-156. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~debra/public.html>. Acesso em: 14 set. 2001.

[BRA 2000] BRA, Paul De; AERTS, Ad; HOUBEN, Geert-Jan; WU, Hongjing. Making general-purpose adaptive hypermedia work. In: WEBNET CONFERENCE, 2000, San Antonio. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2000. p.117-123. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~debra/public.html>. Acesso em: 6 jul. 2001.

[BRA 2002a] BRA, Paul De; AERTS, Ad; SMITS, David; STASH, Natalia. AHA! The next generation. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT AND

HYPERMEDIA, 2002, Maryland. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2002. p.21-22. Disponível em: <http://aha.win.tue.nl/publications.html>. Acesso em: 23 jul. 2002.

[BRA 2002b] BRA, Paul De; RUITER, Jan-Peter. AHA! Adaptive hypermedia for all. In: SANE CONFERENCE, 2002, Maastricht. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2002. p.411-412. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~wsinatma/recentpublications.html>. Acesso em: 23 jul. 2002.

[BRU 97] BRUSILOVSKY, Peter. Efficient techniques for adaptive hypermedia. In: NICHOLAS, C.; MAYFIELD, J. **Intelligent hypertext:** advanced techniques for the world wide web. Berlin: Springer-Verlag, 1997. p.12-30. (Lecture Notes in Computer Science, v.1326). Disponível em: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers.html>. Acesso em: 10 jan. 2001.

[BRU 98a] BRUSILOVSKY, Peter. Adaptive educational systems on the world-wide-web: a review of available technologies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 4., 1998, San Antonio. **Proceedings....** Disponível em: <http://manic.cs.umass.edu/~stern/webits/itsworkshop/brusilovsky.html>. Acesso em: 21 jul. 2000.

[BRU 98b] BRUSILOVSKY, Peter. Methods and techniques of adaptive hypermedia. In: BRUSILOVSKY, Peter et al. **Adaptive Hypertext and Hypermedia.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. 251p. p.1-43.

[BRU 98c] BRUSILOVSKY, Peter; EKLUND, John; SCHWARZ, Elmar. Web-based education for all: a tool for development adaptive courseware. **Computer Networks and ISDN Systems**, [S.l.], v.30, n.1-7, p.291-300, Apr. 1998. Disponível em: <http://ww7.scu.edu.au/programme/fullpapers/1893/com1893.htm>. Acesso em: 23 mar. 2001.

[BRU 99] BRUSILOVSKY, Peter. Adaptive and Intelligent technologies for Web-based education. **KI - Kunstliche Intelligenz**, v.13, n.4, p.19-25, 1999. Disponível em: <http://www.contrib.andrew.smu.edu/~plb/papers/KI-review.html>. Acesso em: 23 mar. 2001.

[BRU 2001] BRUSILOVSKY, Peter. Adaptive hypermedia. **User Modeling and User Adapted Interaction**, Netherlands, p.87-110, 2001. Disponível em: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers.html>. Acesso em: 18 jul. 2002.

[BUL 98] BULTERMAN, Dick C. A. User-centered abstractions for adaptive hypermedia presentations. In: ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA, 6., 1998, Bristol. **Proceedings...** New York: ACM Press, 1998. 466p. p.247-256. Disponível em: <http://www.acm.org/sigmm/MM98/eletronic_proceedings/bulterman/index.html>. Acesso em: 10 jan. 2000.

[CIN 2002] CINI, Alessandra; LIMA, José Valdeni de. Adaptivity conditions evaluation for the user of hypermedia presentations built with AHA! In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADAPTIVE HYPERMEDIA AND ADAPTIVE WEB BASED SYSTEMS, 2., 2002, Malaga. **Proceedings...** Germany: Springer, 2002. 615p. p.497-500.

[CAR 99a] CARRO, Rosa María; PULIDO, Estrella; RODRÍGUEZ, Pilar. TANGOW: Task-based adaptive learner guidance on the www. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE SYSTEMS AND USER MODELING ON THE WWW AT THE EIGHTH INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE, 2., 1999, Toronto. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1999. p.49-57. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/asum99/carro/carro.html>. Acesso em: 21 jul. 2000.

[CAR 99b] CARVER, Curtis A. Jr.; HILL, John M. D.; POOCH, Udo W. Third generation adaptive hypermedia systems. In: WORLD CONFERENCE ON THE WWW AND INTERNET, WEBNET, 1999, Honolulu. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1999. p.177-182. Disponível em: <http://206.96.207.5/curt/>. Acesso em: 28 set. 2001.

[ESP 96] ESPINOZA, Frederik; HÖÖK, Kristina. A WWW interface to an adaptive hypermedia system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION ON THE PRACTICAL APPLICATION OF INTELLIGENT AGENTS & MULTI-AGENT TECHNOLOGY, 1., 1996, London. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1996. p.143-167. Disponível em: <http://www.sics.se/~espinoza/publications.html>. Acesso em: 21 abr. 2000.

[FRE 2002] FREITAS, Veronice de; MARÇAL, Viviane P.; GASPARINI, Isabela, AMARAL, Marília A.; PROENÇA Jr., Mario Lemes ; BRUNETTO, Maria Angélica C., PIMENTA, Marcelo S., RIBEIRO, Cora H. F. Pinto, de LIMA, José Valdeni, PALAZZO M. de Oliveira, José. AdaptWeb: an adaptive web-based courseware. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION, ICTE, 2002, Badajoz. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2002. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/~tapejara/publicacoes/>. Acesso em: 18 jul. 2002.

[GAR 93] GARZOTTO, F.; SCHWABE, D.; PAOLINI, P. HDM - A Model Based Approach to Hypermedia Application Design. **ACM Transaction on Information Systems**, New York, v.11, n.1, p.1-26, Jan. 1993.

[HAL 94] HALASZ, Frank; SCHWARTZ, Mayer. The Dexter hypertext reference model. **Communications of the ACM**, New York, v.37, n.2, p.30-39, 1994. Disponível em: <http://ei.cs.vt.edu/~mm/pdf/dexter.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2000.

[KAV 98] KAVCIC, Alenka. **Adaptation and Navigation Techniques in Educational Adaptive Hypermedia Systems**. 1998. Disponível em: <http://www.ocg.or.at/confpaper/tt/kaveia/kavcic>. Acesso em: 10 jun. 2000.

[KAY 97] KAY, Judy; KUMMERFELD, Bob. User models for customized hypertext. In: NICHOLAS, C.; MAYFIELD, J. **Intelligent hypertext:** advanced techniques for the world wide web. Berlin: Springer-Verlag, 1997. p.47-69. (Lecture Notes in Computer Science, v.1326).

[MUR 2000] MURRAY, Tom; SHEN, Tina; PIEMONTE, Janette; CONDIT, Chris; THIBEDEAU, Jason. Adaptivity in the metalinks hyper-book authoring framework. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADAPTIVE AND INTELLIGENT WEB-BASED EDUCATIONAL SYSTEMS, 2000, Montreal. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2000. Disponível em: <http://virtcampus.cl-ki.uni-osnabrueck.de/ its-2000/paper/murray/ws2-paper-7.htm>. Acesso em: 8 mar. 2001.

[PAS 92] PASSARDIÈRE, Brigitte de LA; DUFRESNE, Aude. Adaptative navigational tools for educational hypermedia. In: TOMEK, I. (ed.). **Computer Assisted Learning**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. p.555-567. Disponível em: <http://mutate.echiron.com/document_source/collected/ical91/ical91.htm>. Acesso em: 21 abr. 2000.

[ROU 99] ROUSSEAU, Franck; GARCÍA-MACÍAS, J. Antonio; LIMA, José Valdeni de; DUDA, Andrzey. User adaptable multimedia presentations for the WWW. In: INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE, 8., 1999, Toronto. **Proceedings...** Toronto: A. Mendelzon (Ed.), 1999. Disponível em: <http://drakkar.imag.fr/publications/www8>. Acesso em: 15 jul. 2000.

[SCH 95] SCHWABE, D.; ROSSI, G.; BARBOSA, S. **Systematic Hypermedia Application Design with OOHDM**. Disponível em: <http://www.inf.puc-rio.br/~schwabe/>. Acesso em: 14 set. 2001.

[SIL 98] SILVA, Denise Pilar da; DURM, Rafaël Van; OLIVIÉ, Henk. Concepts and documents for adaptive educational hypermedia: a model and a prototype. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE HYPERTEXT AND HYPERMEDIA, 2., 1998, Pittsburgh. **Proceedings...** New York: ACM, 1998. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/ah98/Pilar/Pilar.html>. Acesso em: 21 abr. 2000.

[SOU 2002] SOUTO, Maria Aparecida Martins; VERDIN, Regina; WAINER, Ricardo; MADEIRA, Milton J. P.; WARPECHOWSKI, Mariúsa; SOUZA, Karine Beschoren de; ZANELLA, Renata; CORREA, Juarez Segabin; VICCARI, Rosa Maria; OLIVEIRA, Jose Palazzo Moreira de. Towards an adaptive Web training environment based on cognitive style of learning: an empirical study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADAPTIVE HYPERMEDIA AND ADAPTIVE WEB BASED

SYSTEMS, 2., 2002, Malaga. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2002. 615p. p.338-347.

[SPE 99] SPECHT, Marcus; KOBSA, Alfred. Interaction of domain expertise and interface design in adaptive educational hypermedia. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE SYSTEMS AND USER MODELING ON THE WWW, 2., 1999, Toronto. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1999. p.89-93. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/asum99/specht/specht.html>. Acesso em: 14 out. 2000.

[WEB 2001] WEBER, Gerhard; KUHL, Hans-Christian; WEIBELZAHL, Stephan. Developing adaptive internet based courses with the authoring system netcoach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON USER MODELING, 8., 2001, Sonthofen. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2001. p.41-54. Disponível em: <http://home.ph-freiburg.de/weibelza/>. Acesso em: 5 mai. 2002.

[WU 99] WU, Hongjing; HOUBEN, Geert-Jan; DE BRA, Paul. Authoring support for adaptive hypermedia applications. In: ED-MEDIA CONFERENCE, 1999, Seattle. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1999. p.364-369. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~hongjing/pub/edmedia99.html>. Acesso em: 18 ago. 2000.

[WU 2000] WU, Hongjing; DE BRA, Paul; AERTS, Ad; HOUBEN, Geert-Jan. Adaptation control in adaptive hypermedia systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADAPTIVE HYPERMEDIA AND ADAPTIVE WEB-BASED SYSTEMS, 2000, Trento. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 2000. p.250-259. Disponível em: <http://wwwis.win.tue.nl/~debra/public.html>. Acesso em: 27 jun. 2001.