

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E
GESTÃO DO CONHECIMENTO**

Marília Abrahão Amaral

**Modelo RHA – Retroalimentação em Hipermídia
Adaptativa**

Tese de Doutorado

Florianópolis
2008

MARÍLIA ABRAHÃO AMARAL

**Modelo RHA – Retroalimentação em Hipermídia
Adaptativa**

Documento de Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientadora: Prof^a Dr^a Vania Ribas Ulbricht

**Florianópolis, SC.
2008**

A485m Amaral, Marília Abrahão

Modelo RHA – Retroalimentação em hipermídia adaptativa / Marília Abrahão Amaral; orientadora Vania Ribas Ulbricht. – Florianópolis, 2008. 189f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Hipermídia adaptativa. 2. Modelo de referência. 3. Estilo cognitivo. 4. Avaliação de aprendizagem. I. Ulbricht, Vania Ribas. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. III. Título.

CDU: 659.2

MARÍLIA ABRAHÃO AMARAL

Modelo RHA – Retroalimentação em Hipermídia Adaptativa

Este documento de Tese foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento** no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 11 de Julho de 2008.

Prof. Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento

Banca Examinadora:

Prof^a. Alice T. Cybis Pereira, Dr^a.
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Marília Matos Gonçalves, Dr^a.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Edson Luiz Bugay, Dr.
Faculdades Barddal de Artes Aplicadas

Prof. Tarsício Vanzin, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fernando Alvaro Ostuni Gauthier, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Vania Ribas Ulbricht, Dr^a.
(Orientadora)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Luiz Antonio M Palazzo, Dr.
Universidade Católica de Pelotas

À Júlio Amaral Neto, irmão e companheiro de todas as horas.

Agradecimentos

À Afife e Homero Amaral, por sempre me incentivarem a seguir nos caminhos da área acadêmica e principalmente por serem pais maravilhosos.

À Ary A. Perez Jr por contribuir e me apoiar intensa e incondicionalmente neste momento.

À Professora Vânia R. Ulbricht pela paciência, presteza e dedicação em me orientar neste trabalho.

À minha cunhada Daniele Arazawa e à minha Tia Heloísa Amaral, que sempre tiveram paciência em me ouvir.

Aos companheiros de todas as horas, os CCs, que estão presentes em minha vida pessoal e profissional e que me apoiaram durante o desenvolvimento desta pesquisa: Ailton Sérgio Bonifácio, Glauco Carlos Silva e Roberto Vedoato.

Aos professores do EGC, Alice T. Cybis Pereira, Fernando Gauthier e Tarcísio Vanzin, pelas contribuições a este trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, deram a sua contribuição a esta Tese.

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo propor uma extensão para modelos de referência em hipermídia adaptativa de acordo com resultados de avaliação de aprendizagem e estilos cognitivos dos aprendizes. É proposto, portanto, um modelo denominado RHA, Modelo de Retroalimentação em Hipermídia Adaptativa, que utiliza os resultados obtidos com as avaliações de aprendizagem e as definições derivadas dos estilos cognitivos dos aprendizes a fim de prover a retroalimentação dos demais modelos existentes em um hipermídia adaptativo. Na concepção do RHA foi adotada a representação por meio da UML (*Unified Modeling Language*) com objetivo de diminuir o risco de ambigüidade, facilitar o processo de modelagem computacional, proporcionar o reaproveitamento do modelo e otimizar a implementação do mesmo. Para apoiar a criação do RHA, foi adotado o modelo de referência Munich. Este utiliza UML e apresenta uma arquitetura que contempla módulos tradicionais dos hipermídias adaptativos, tais como: modelo de domínio, de usuário e de adaptatividade; porém, como os demais modelos de referência atuais, este não contempla a definição de itens explícitos à reutilização dos dados obtidos com as avaliações de aprendizagem. O modelo RHA foi criado como uma extensão do Munich, com concepção fundamentada em duas dimensões de estilos cognitivos estabelecidos (MESSICK, 1976), que nortearam a escolha de instrumentos de avaliação de aprendizagem destinados à modalidade ensino a distância. Os instrumentos de avaliação de aprendizagem abrangem atividades definidas de acordo com um grupo de ferramentas de comunicação e interação (síncronas e assíncronas) amplamente adotadas no ensino a distância. A modelagem do RHA envolve aspectos relativos a UML, como a criação das classes com seus atributos e métodos e os relacionamentos entre as classes já existentes no Munich. Para simular a aplicação do modelo RHA, foi definido um domínio de conhecimento relacionado à área de apoio ao ensino sobre Mercado de Capitais. Este tema se mostrou adequado, pois dada à quantidade de materiais e informações disponíveis sobre o assunto, é relevante a adoção de diferentes estilos de aprendizagem com tipos particulares de conteúdos e empregos das ferramentas de comunicação e interação, visando à avaliação de aprendizagem, para públicos distintos. Atualmente o número de cursos a distância no referido domínio de conhecimento é escasso, o que o torna ainda mais relevante para exploração.

Palavras-chave: Hipermídia Adaptativa, Modelo de Referência, Estilo Cognitivo, Avaliação de Aprendizagem.

Abstract

This research proposes an extension to the reference models in adaptive hypermedia according to learning evaluation results and cognitive styles of apprentices. It is proposed, therefore, a model called RHA, Feedback Model in Adaptive Hypermedia, which uses the learning evaluation results and the definitions derived from the apprentices' cognitive styles in order to provide feedback to the other existing models in an adaptive hypermedia. The RHA designing adopted the UML (Unified Modeling Language) representation in order to reduce the risk of ambiguity, facilitate the computer modeling process, providing the model reuse and optimize the implementation of it. To support the RHA creation was adopted Munich Reference Model. It uses UML and presents an architecture that includes modules of traditional adaptive hypermedia, such as: the domain model, user and adaptatividade, however, like other current reference models; this does not include the explicit items definition to data obtained reuse with the assessments of learning. The RHA model was created as an extension of Munich, with design based on four dimensions of cognitive styles (MESSICK, 1976) that guided the assessment tools choice for e-learning mode. The assessment instruments for learning covering activities determined by a group of communication and interaction tools (synchronous and asynchronous) widely adopted in e-learning. The RHA modeling involves aspects of the UML, as the creation of classes with their attributes and methods and the relationships between the classes existing in Munich. To simulate the RHA application was defined an area of knowledge related to education on the Capital Market. This theme was appropriate because the materials and information amount available on the subject, is relevant to the different learning styles adoption with particular content types and communication and interaction tools jobs, targeting the learning assessment, to public different. Currently the e-learning courses number in that expertise area is scarce which makes it even more relevant to exploitation.

Keywords: Adaptive Hypermedia, Reference Model, Cognitive Styles, Learning Evaluations.

Sumário

1	Introdução.....	12
1.1	Apresentação do Tema.....	12
1.2	Origem do Trabalho.....	14
1.3	Estabelecimento do Problema – Questão Central da Pesquisa.....	15
1.4	Objetivos.....	15
1.4.1	<i>Objetivo Geral</i>	16
1.4.2	<i>Objetivos Específicos</i>	16
1.5	Justificativa e Relevância da Pesquisa.....	16
1.5.1	<i>Caracterização da Proposta no Escopo do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento</i>	17
1.6	Procedimentos Metodológicos.....	18
1.7	Pressuposto da Pesquisa.....	20
1.8	Limitações do trabalho.....	20
1.9	Ineditismo.....	20
2	Sistemas Hipermídia: Conceitos, Características e Evolução.....	22
2.1	Sistemas Hipermídia.....	22
2.1.1	<i>Hipertexto</i>	22
2.1.2	<i>Hipermídia</i>	25
2.2	Sistemas Hipermídia Adaptativo.....	26
2.3	Adaptatividade no Ensino a Distância (EaD).....	29
2.4	O que pode ser adaptado em Sistemas Hipermídia Adaptativos.....	30
2.4.1	<i>Adaptatividade no Suporte a Navegação</i>	31
2.4.2	<i>Métodos para Adaptatividade no Suporte a Navegação</i>	32
2.4.3	<i>Condução Global</i>	32
2.4.4	<i>Condução Local</i>	33
2.4.5	<i>Suporte à Orientação Local (Local orientation)</i>	34
2.4.6	<i>Suporte à Orientação Global (Global orientation)</i>	35
2.4.7	<i>Técnicas para Adaptatividade no Suporte à Navegação</i>	37
2.4.8	<i>Orientação Direta (Direct Guidance)</i>	37
2.4.9	<i>Adaptatividade de Apresentação</i>	41
2.4.10	<i>Métodos e Técnicas para Adaptatividade no Suporte a Apresentação</i>	42
2.4.11	<i>Características adicionais que podem ser utilizadas para prover adaptação</i>	47
3	Modelo de Referência para SHA.....	51
3.1	Modelo Dexter.....	51
3.2	O Modelo de Referência AHAM.....	53
3.3	Modelo de Referência Munich.....	56
3.3.1	<i>Arquitetura do Modelo Munich</i>	57
3.3.2	<i>Camada de Armazenamento do Modelo Munich</i>	59
3.3.3	<i>O Meta-modelo de Domínio</i>	60
3.3.4	<i>Meta-modelo de Usuário</i>	61
3.3.5	<i>Meta-modelo de Adaptatividade</i>	63
4	Estilos Cognitivos e Ensino a Distância.....	65
4.1	Utilização de Estilos Cognitivos no EAD.....	69
4.1.1	<i>Estilos Cognitivos e Ambiente Virtual de Aprendizagem</i>	69
4.1.2	<i>Estilos Cognitivos e Sistema Hipermídia Adaptativo</i>	73
4.1.3	<i>Considerações sobre Estilos Cognitivos</i>	81
5	Avaliação de Aprendizagem em Ensino a Distância.....	82
5.1	Definições sobre Avaliação de Aprendizagem.....	83
5.2	Avaliação de Aprendizagem e seu Contexto.....	85
5.3	Tipos de Avaliação de Aprendizagem.....	86
5.3.1	<i>Avaliação diagnóstica</i>	86
5.3.2	<i>Avaliação formativa</i>	86
5.3.3	<i>Avaliação somativa</i>	87
5.4	Considerações sobre os Tipos de Avaliação de Aprendizagem.....	88
5.5	Enfoques da Avaliação de Aprendizagem.....	88
5.5.1	<i>Avaliação Tradicional</i>	89

5.5.2	<i>Avaliação Integral</i>	89
5.6	Funções da Avaliação de Aprendizagem	91
5.7	Passos da Avaliação de Aprendizagem	93
5.8	Avaliação em Sistemas Web	94
5.9	Seleção de Sistemas e Ferramentas Web	99
5.9.1	<i>Webeduc</i>	99
5.9.2	<i>AulaNet</i>	101
5.9.3	<i>AHA!</i>	102
5.9.4	<i>MOT</i>	105
5.10	Conclusões sobre Avaliação de Aprendizagem em Ensino a Distância	107
6	Modelo Proposto – RHA	111
6.1	Considerações sobre o Modelo de Munich	112
6.2	O uso de UML e UWE	113
6.3	A Triagem dos Estilos Cognitivos	116
6.4	Modelagem dos Estilos Cognitivos	118
6.5	Modelagem das Ferramentas de Avaliação de Aprendizagem	125
6.6	Integração do RHA com o Modelo de Munich	130
6.6.1	<i>O Meta-modelo de Domínio e o RHA</i>	133
6.6.2	<i>O Meta-modelo de Usuário e o RHA</i>	134
6.6.3	<i>O Meta-modelo de Adaptação e o RHA</i>	136
6.7	O Modelo RHA	139
6.8	Diagrama de Classe do Modelo RHA	139
6.9	Sondagem Inicial	141
6.10	Modelo de Banco de Dados	144
6.10.1	<i>Atributos Relevantes</i>	146
6.11	A Retroalimentação	149
7	Simulação do Modelo RHA	150
7.1	Ambiente Virtual de Aprendizagem Adotado	150
7.1.1	<i>Aspectos Técnicos do Ambiente Virtual de Aprendizagem Adotado</i>	154
7.2	O Modelo de Usuário	154
7.3	Modelo de Domínio e a Avaliação de Aprendizagem	158
7.4	O Modelo RHA na Simulação	161
8	Considerações Finais e Trabalhos Futuros	169
8.1	Atendimento ao Objetivo da Tese	172
8.2	Resposta à Questão Pesquisa	172
8.3	Recomendações para Trabalhos Futuros	172
9	REFERÊNCIAS	174

1 Introdução

1.1 Apresentação do Tema

A partir do surgimento da WWW (*World Wide Web*), em 1990, foram criados diversos tipos de aplicações com objetivo de atender as mais diferentes áreas de atuação humana. Devido ao seu caráter distribuído e global, as aplicações *Web* agregam uma grande quantidade de requisitos. Apesar de bastante diversificadas, uma pequena parte das aplicações *Web* está relacionada ao compartilhamento de informações multimídia, organizadas de forma não-linear, com base hipertextual. Essa maneira de tratar a informação é conhecida como hipermídia e constitui a base para o desenvolvimento da WWW.

O dinamismo inerente à *Web* permite que uma quantidade maior de usuários com perfis distintos acesse a mesma informação. Portanto, um requisito particularmente difícil de ser tratado diz respeito à diversidade do público-alvo. É relevante, então, que o conteúdo hipermídia seja disponibilizado diretamente para usuários com os mais variados objetivos, preferências, interesses, conhecimento do domínio e grau de formação.

Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA) provêm acesso personalizado de maneira automática às informações hipermídia. A maioria dos sistemas hipermídia adaptativos possui adaptatividade no que tange à navegação e à apresentação do conteúdo. A estruturação dos *links* ou sua apresentação podem ser diferentes para cada grupo de usuário. O conteúdo das páginas e sua apresentação também podem ser diferenciados (AMARAL, 2002). Os Sistemas Hipermídia Adaptativos que possuem seu conteúdo disponibilizado na *Web* tornam-se mais complexos pelo dinamismo inerente à *Web*, que permite uma maior quantidade de usuários com perfis distintos acessando a mesma informação (WU, 2001), (BROWN, 2005), (PRIMUS, 2005), (BRAVO, 2006).

De acordo com Brusilovsky (2000), a Hipermídia adaptativa é uma alternativa para a abordagem tradicional genérica e estática dos sistemas hipermídia. Pode ser aplicada nas mais diversas áreas, inclusive na área educacional (BRUSILOVSKY, 1996), (BRUSILOVSKY, 1999), (DE BRA, 1999), (STASH, 2004), (STYNES, 2006). Os Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA) refletem algumas características dos usuários em modelos e aplicam essa informação na adaptação de diversos aspectos visíveis do sistema (BROWN, 2005), (BUGAY, 2006).

Um mecanismo fundamental em SHA é o modelo de usuário, que representa características variáveis do usuário, tais como suas preferências e conhecimento do domínio. O modelo de usuário é constantemente atualizado e é usado pelo sistema para guiar o usuário na direção de informações relevantes (BUGAY, 2006). As aplicações de hipermídia adaptativa tipicamente também são adaptáveis, isto é, permitem que o usuário defina suas preferências explicitamente ou inicie seu modelo de usuário através de formulários (DE BRA, 1999).

Os Sistemas Hipermídia Adaptativos são sistemas complexos e seu desenvolvimento exige um projeto cuidadoso que contemple estudos de viabilidade, planejamento dos modelos de usuário e de domínio, bem como experiência da equipe para determinar técnicas de adaptação adequadas à aplicação sendo projetada.

No desenvolvimento deste tipo de SHA, é interessante identificar as abstrações comuns existentes e modularizá-las. Na literatura, esse tipo de definição é também conhecido como modelo de referência (HALASZ, 1990), (KOCH, 2002), (BUGAY, 2006) (OLIVEIRA, 2006). Existem vários modelos de referência, entre eles o modelo Dexter (HALASZ, 1990), que é o precursor de alguns importantes modelos, como o AHAM (DE BRA, 1999), o LAOS (CRISTEA, 2003) e o Munich (KOCH, 2002). De modo geral, um modelo de referência provê um *framework*¹ para expressar a funcionalidade de qualquer sistema hipermídia adaptativo.

Segundo Koch (2002) e Oliveira (2006), o objetivo de um modelo de referência é encontrar abstrações comuns em um mesmo sistema hipermídia adaptativo para prover sua base de desenvolvimento. Além disso, um modelo de referência deve abranger todas as ferramentas que são utilizadas nos SHA.

É válido destacar que os modelos de referência diferem das implementações em Sistemas Hipermídia Adaptativos por não terem a pretensão de ser uma aplicação, mas sim a de definir um conjunto de elementos que possam representar qualquer instância de um sistema hipermídia adaptativo. Como exemplo desta afirmação, tem-se o trabalho de pesquisa desenvolvido por Primus (2005), no qual fica bem denotado que a aplicação AHA! foi criada com base no modelo de referência AHAM, e a aplicação MOT foi desenvolvida com base no modelo de referência LAOS.

¹ No desenvolvimento do *software*, um *framework* ou arcabouço é uma estrutura de suporte definida em que um outro projeto de *software* pode ser organizado e desenvolvido. Em orientação a objeto, *framework* é um conjunto de classes com objetivo de reutilização de um *design*, provendo um guia para uma solução de arquitetura em um domínio específico de *software*.

Em sua grande parte, os modelos de referência (Dexter, AHAM, Munich) possuem uma arquitetura dividida em módulos que contemplam basicamente os seguintes elementos: modelo de domínio, de usuário e de adaptatividade. Nestes modelos, não são contemplados itens explícitos para a avaliação de aprendizagem; além disso, os eventuais resultados obtidos durante avaliações não são utilizados para uma retroalimentação dos demais modelos para auxiliar na definição e escolha dos estilos cognitivos dos aprendizes.

O objetivo desse trabalho é desenvolver o modelo RHA (Retroalimentação em Hipermídia Adaptativa) que possa suprir as lacunas supracitadas. Para isso, propõe-se o uso de UML (*Unified Modeling Language*) (BOOCH, 1999) como forma de representação dos modelos e regras a serem definidos no RHA.

O uso de UML para modelagem de aplicações *Web* é bem difundido. O modelo de referência de Munich (KOCH, 2000), (ANDREJKO, 2005), citado anteriormente, utiliza uma extensão da UML denominada UWE (*UML-based Web Engineering*) (KOCH, 2000), (KOCH, 2002), (KURUC, 2005), (BIELIKOVÁ, 2006). A UWE está sendo utilizada em várias áreas e diversas pesquisas estão propondo melhorias, novas abordagens e aplicações que podem ser visualizadas nas mais diversas pesquisas (ZHANG, 2005), (MELIÁ, 2005), (BAUMEISTER, 2005), (KNAPP, 2006). Nos sistemas hipermídia adaptativos, ela é utilizada para tratar requisitos específicos, tais como: adaptação de conteúdo, adaptação de navegação e modelagem de usuário.

1.2 Origem do Trabalho

Esse trabalho de doutorado teve sua origem nas pesquisas realizadas durante o desenvolvimento da dissertação de mestrado (AMARAL, 2002), inserida no projeto AdaptWeb, um ambiente hipermídia adaptativo para *Web* que utiliza conceitos de adaptatividade com a finalidade de disponibilizar um mesmo conteúdo para aprendizes de grupos distintos.

O referido ambiente propõe dois níveis de adaptatividade: no conteúdo a ser apresentado, em que a estrutura do conteúdo é adaptada ao perfil do usuário, e na navegação, apresentando ou não informações ao usuário com base em seu ambiente tecnológico, que será informado pelo usuário por intermédio de um questionário, e nos pré-requisitos estabelecidos pelo autor (OLIVEIRA, 2002). O projeto funciona como um consórcio entre as Universidades Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Estadual de Londrina (UEL). O trabalho de

mestrado apresentou um modelo de domínio estruturado em XML desenvolvido especificamente para o AdaptWeb.

Neste contexto, foi desenvolvida uma dissertação de mestrado e vários dos artigos já publicados, os quais possibilitaram a continuidade da pesquisa em HiperMídia Adaptativa na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPEGC), mais especificamente no HiperLab.

O grupo de pesquisa que compõe o HiperLab já desenvolveu diversos trabalhos na área de HiperMídia, entre eles: (ULBRICHT, 2000), (FERREIRA, 2001), (PEREIRA, 2004), (VIEIRA, 2005), (VANZIN, 2005b), (BRAGA, 2006), (ULBRICHT, 2006). Além destes trabalhos, que possuem como foco a hiperMídia clássica, o HiperLab agrega pesquisas relacionadas com o uso de HiperMídia Adaptativa, UML, e também UWE, que podem ser comprovadas nas seguintes publicações: (VANZIN, 2005), (AMARAL, 2006a), (AMARAL, 2006b), (AMARAL, 2006c), (AMARAL, 2006d), (BUGAY, 2006), (ZANCHETT, 2006), (KAMINSKY, 2006).

1.3 Estabelecimento do Problema – Questão Central da Pesquisa

O problema de pesquisa que norteia o trabalho proposto pode ser definido por meio da seguinte questão:

Como utilizar os resultados da avaliação de aprendizagem e estilo cognitivo para retro-alimentar os demais elementos de um modelo de referência de SHA?

Podem se relacionar a este problema de pesquisa os seguintes fatos:

- Não foram encontrados, na base bibliográfica consultada, modelos de referência que contemplem o módulo de avaliação;
- O processo de avaliação ainda não está bem definido no EaD;
- Não foi encontrada, na base bibliográfica consultada, integração de modelos de ferramentas utilizadas para avaliações de aprendizagem na *Web* com modelos de referência em sistemas hiperMídia adaptativos.

1.4 Objetivos

Para o desenvolvimento deste estudo foram definidos os seguintes objetivos:

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver, com paradigma orientado a objetos, o modelo RHA, que utiliza os resultados de avaliação de aprendizagem e dos conceitos de estilos cognitivos para retroalimentação dos demais módulos de um sistema hipermídia adaptativo.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos compreendem:

- Propor o modelo RHA utilizando definições e características de estilos cognitivos;
- Utilizar os resultados da avaliação de aprendizagem no modelo RHA para retroalimentação dos modelos de usuário, domínio e adaptação;
- Utilizar UML (paradigma orientado a objetos) para explicitar o modelo RHA;
- Propor a convergência de elementos relevantes do modelo de aluno, domínio e adaptação no modelo RHA, contemplando estilos cognitivos e estratégias de aprendizagem;
- Propor utilização das regras que envolvem os resultados de avaliação de aprendizagem e os estilos cognitivos em ambientes hipermídia adaptativos;
- Aplicar o modelo RHA em pelo menos um dos modelos de referência existentes;
- Realizar uma simulação do modelo RHA.

1.5 Justificativa e Relevância da Pesquisa

Nos SHA, um modelo de referência define os componentes básicos de um sistema hipermídia adaptativo, que é um conjunto de abstrações que modelam as características e tarefas relativas a estes sistemas. Para o desenvolvimento de um sistema hipermídia adaptativo, torna-se necessária a utilização de um modelo de referência.

De acordo com De Bra (1999), modelos de referência são conceituais e abstratos, e apóiam a especificação de sistemas constituídos por distintos componentes, em que cada componente é representado por um modelo específico. Para Oliveira (2006), um modelo de referência específico para Sistemas Hipermídia Adaptativos Educacionais (SHAE) refere-se a um modelo composto por outros modelos distintos que representam aspectos específicos do modelo maior.

Grande parte dos modelos de referência que se aplicam a sistemas hipermídia adaptativos, AHAM (DE BRA, 1999), Munich (KOCH, 2002), Laos (CRISTEA, 2003), modelo de referência para SHAE (OLIVEIRA, 2006), entre outros, possui uma arquitetura dividida em módulos que contemplam basicamente os seguintes elementos: modelo de domínio, de usuário e de adaptatividade.

Nestes modelos não são contemplados itens explícitos para a avaliação de aprendizagem. Além disso, os eventuais resultados obtidos durante avaliações não são utilizados para uma retroalimentação dos demais modelos, considerando aspectos do estilo cognitivo do aprendiz.

É importante, na aprendizagem, utilizar os resultados das avaliações, pois estes irão determinar o grau de compreensão que um aprendente obteve sobre um determinado domínio. Desta forma, esta pesquisa propõe-se empregar estes resultados para adequar e aprimorar as regras de adaptação e os dados a serem armazenados no modelo de usuário. Para tanto, será desenvolvido o modelo RHA utilizando como base a UML e suas variações aplicadas na *Web*, tal como a UWE.

A UML está sendo utilizada amplamente para modelagem de sistemas *Web* (GRONMO, 2004), (PEAK, 2004), (STURM, 2004), (ZANG, 2005a), (ZANG, 2005b), (ARAKAKI, 2006), (RAMADA, 2006), (WU, 2006), (FU, 2006) e, na área de hipermídia, diversas pesquisas utilizam e destacam as vantagens de se utilizar a orientação a objeto para modelar sistemas hipermídia *Web* (DOLOG, 2002), (CUZZOCREA, 2004) (BAUMEISTER, 2005), (KNAPP, 2005), (PAPASALOUROS, 2005), (TERÊNCIO, 2005), (ESCALONA, 2006), (OLIVEIRA, 2006).

Como mencionado anteriormente, o modelo RHA tem sua modelagem orientada a objetos e sua principal funcionalidade é retroalimentar os demais modelos existentes em um hipermídia adaptativo (usuário, domínio, adaptação), utilizando os resultados das avaliações de aprendizagem e as características dos estilos cognitivos do aprendiz.

1.5.1. Caracterização da Proposta no Escopo do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento

O Programa de Pós-Graduação de Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPEGC) tem foco no ensino, na pesquisa, no desenvolvimento e na implementação de métodos e técnicas para a promoção da criação, da codificação, do gerenciamento e da disseminação do

conhecimento entre a universidade e os diversos segmentos da sociedade, independentemente da localização geográfica ou temporal dos agentes desse processo.

A presente pesquisa está vinculada ao PPEGC com aderência à área de pesquisa de Mídia e Conhecimento, pois correlaciona temas como: representação do conhecimento, desenvolvimento para *Web*, ambientes hipermídia adaptativos, mídia e conhecimento.

A proposta também tem nuances que sinalizam sua integração com a área de Engenharia do Conhecimento, pois utiliza conceitos e técnicas de Inteligência Artificial, no tocante aos aspectos de adaptação do ambiente virtual. Também é relevante destacar o relacionamento com a área de Engenharia de *Software*, já que foi realizado estudo sobre Modelagem Orientada a Objetos, mais especificamente UML, para a concepção do modelo RHA. A área de Gestão do Conhecimento é relacionada à pesquisa na abordagem de avaliação de aprendizagem e representação e manipulação do conhecimento.

Além de receber influência destas áreas, o trabalho está agregado, também, às pesquisas no contexto educacional, de aprendizagem e ciências cognitivas.

Dentro do escopo do PPEGC, trata-se de uma pesquisa que tem por objetivo definir um modelo para a implementação de um ambiente que, de forma efetiva, prima por disseminar o conhecimento da academia e integrá-lo a outras instituições, sem considerar barreiras geográficas, praticando conceitos que são oriundos da missão do PPEGC.

1.6 Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa é definida como uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (LAKATOS, 1993). No caso do trabalho proposto, pretende-se gerar conhecimento sobre modelos de referência para Sistemas Hipermídia Adaptativos, inserindo uma visão relativa à utilização dos resultados de avaliação de aprendizagem e estilos cognitivos dos aprendizes, já que estes elementos, em conjunto, não são atualmente abordados nos modelos supracitados.

Quando se considera a forma de abordagem do problema, esta pode ser considerada uma pesquisa qualitativa, pois se baseia em uma abordagem holística, enfatizando o comportamento humano e sua complexidade. A pesquisa qualitativa trata os temas dentro de seu meio natural, interpretando os significados pertencentes aos indivíduos (LAKATOS, 1993). Os autores Halasz (1990), De Bra (1999), Koch (2002), Cristea (2003), Bugay (2006) e Oliveira (2006) conceberam modelos de referência utilizando como escopo, para os

parâmetros de adaptação, o conteúdo, a estrutura e a apresentação desse mesmo conteúdo em uma hipermídia adaptativa. Na presente pesquisa, pretende-se maximizar a abordagem holística do ser humano e, neste caso, acrescentam-se como parâmetro de adaptação, aos já mencionados, os resultados obtidos nas avaliações de aprendizagem além de características relativas ao estilo cognitivo do aprendiz.

Em relação aos objetivos, esta pesquisa é exploratório-descritiva. Exploratória por pretender proporcionar maior familiaridade com o problema, identificando, nos modelos de referência citados, outros parâmetros para se realizar a adaptação, bem como uma maneira de realimentar os módulos já existentes nas arquiteturas dos modelos existentes. Além disso, procura-se utilizar o paradigma orientado a objetos para a representação da proposta aqui presente.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa é definida como bibliográfica. Para tanto, segue uma pesquisa bibliográfica realizada por meio de fontes primárias impressas ou digitais.

A bibliografia existente evidencia a possibilidade de fazer convergir temas como: sistemas hipermídia adaptativos, estilos cognitivos, avaliação de aprendizagem, modelo de referência para SHA e modelagem baseada no paradigma orientado a objetos em uma proposta de construção de um modelo que permita estruturar e contribuir para o projeto de um SHA, visando ao domínio do conhecimento, bem como a arquitetura destes sistemas. Para tanto, a metodologia utilizada prevê as seguintes atividades:

- Pesquisar, em documentos digitais e impressos, modelos de referência já desenvolvidos. Detalhar cada um dos módulos desses modelos pesquisados e verificar seus relacionamentos e atributos;
- Estabelecer uma comparação entre os modelos de referência estudados, com base em pesquisas bibliográficas;
- Pesquisar estilos cognitivos para identificar suas aplicações em sistemas de ensino/aprendizagem na *Web*, não necessariamente hipermídia adaptativa;
- Delimitar os estilos cognitivos que possam ser utilizados especificamente em modelos de SHA;
- Estabelecer regras para utilização dos resultados de avaliações de aprendizagem que já ocorrem em SHA. Não serão considerados, aqui, os métodos de avaliação, apenas os resultados obtidos por meio da avaliação;

- Modelar o RHA utilizando orientação a objetos, com base nos diagramas e definições da UML e suas variações propostas para *Web*;
- Inserir e aplicar o modelo RHA em um dos modelos de referência já existentes.

1.7 Pressuposto da Pesquisa

Os resultados das avaliações de aprendizagem são dados que representam a forma de pensamento do aprendente em um determinado momento, interferem diretamente no modelo de usuário de um SHA e auxiliam no processo de retroalimentação dos elementos do modelo de referência.

1.8 Limitações do trabalho

É necessário esclarecer que esta pesquisa se propõe utilizar os resultados das avaliações de aprendizagem, definidas pelo especialista do domínio (professor) para desenvolver o modelo RHA. Além disso, é interessante ressaltar que este estudo não abordará as diferentes teorias de aprendizagem nem as avaliações de aprendizagem que delas advêm, pois a pesquisadora entende que a escolha da melhor pedagogia a ser utilizada é a de competência e prerrogativa do especialista do domínio.

1.9 Ineditismo

O modelo RHA se pauta na utilização conjunta dos resultados de avaliação de aprendizagem e das características do perfil cognitivo do aprendiz para retroalimentar os demais módulos de um modelo de referência. Na literatura existem pesquisas que já utilizam estilos cognitivos nos SHA (CRISTEA, 2003), (STASH, 2004), (BROWN, 2005). Porém estas pesquisas são mais focadas no processo de autoria dos sistemas hipermídia adaptativos do que no modelo de referência em si (PRIMUS, 2005). Pode-se concluir que as pesquisas relacionadas são mais focadas no produto SHA do que no processo de modelagem e desenvolvimento de um SHA.

Este trabalho foca o processo de modelagem e desenvolvimento de um SHA. Além de agregar conceitos relativos às pesquisas supracitadas, existe ainda a inserção da modelagem dos resultados de avaliação de aprendizagem.

Aproveitando a natureza modular dos modelos de referência para SHA, o modelo RHA poderá ser inserido como uma extensão dos modelos de referência já existentes. A sua base de concepção terá predominantemente a orientação a objetos como paradigma referencial. Portanto, modelos que se apropriem dos conceitos de classe e objetos (KOCH, 2002), (OLIVEIRA, 2006), (DE BRA, 1999), (BROWN, 2005) são recomendados para adotarem o RHA como extensão, já que não possuem um módulo específico para trabalhar com os conceitos e entidades contidas no modelo RHA.

A proposta é que o modelo RHA cumpra o papel de preencher o processo de retroalimentação, trabalhando com avaliação de aprendizagem formativa e com os seguintes estilos cognitivos: Dependência de Campo – Independência de Campo; Impulsividade – Reflexividade de Resposta; Convergência – Divergência de Pensamento e Holista – Serialista, discutidos no capítulo 2 desse mesmo trabalho.

2 Sistemas Hipermídia: Conceitos, Características e Evolução

Este capítulo tem como foco o estudo dos sistemas hipermídia adaptativos. Porém, antes de detalhar suas características e propriedades, faz-se necessário definir os sistemas hipermídia, pois estes são precursores da presente área de pesquisa.

Para desenvolver este estudo, foi proposta a seguinte organização de tópicos: primeiro, serão tratados os sistemas hipermídia. Com base neles, tem-se a caracterização dos sistemas hipermídia adaptativos (SHA) e os modelos de referência existentes. Com a finalidade de propor um aprimoramento nos modelos de referência de SHA, que é a proposta desta tese, devem ser estudados modelos de avaliação de aprendizagem e modelos baseados em estudos sobre estilos cognitivos.

2.1 Sistemas Hipermídia

Nos últimos anos, vem sendo observado um crescente aumento no interesse em multimídia, hipertextos e sistemas hipermídia. Literaturas e seminários têm sido produzidos no sentido de definir o que é necessário para aplicações de sistemas hipermídia adaptativos. Segundo Fernandes (1997), a área da hipermídia é fundamentalmente importante, possuindo potencial intenso para revolucionar o desenvolvimento e a liberação de aplicações, bem como para sofisticar a usabilidade dessas aplicações.

Os sistemas hipermídia são a base de pesquisa para os sistemas hipermídia adaptativos, sendo que ambos são desenvolvidos tomando como princípio o conceito de hipertexto.

2.1.1 Hipertexto

Vannevar Bush concebeu a primeira idéia de um sistema hipertextual em 1945, quando idealizou o Memex, um sistema de documentos distribuídos em uma estrutura não-linear. De acordo com Bush (1945), a maior parte dos sistemas de indexação e organização de informações em uso na comunidade científica da época lhe parecia artificial, pois considerava apenas uma ordenação puramente hierárquica (classes, subclasses, etc.). Em contrapartida, a mente humana não opera dessa forma, mas sim por meio de associações, navegando de uma representação para outra ao longo de uma rede de elementos associados.

Em 1968, Douglas Engelbart criou o sistema NLS (*oN Line System*), que funcionava como um assistente computacional para aumentar a capacidade e a produtividade humana. Em

paralelo, Theodor (Ted) Nelson, atuando no projeto Xanadu, definiu os termos hipertexto e hipermídia para denotar uma organização não-linear de informação que se assemelha à forma do ser humano pensar (ULBRICHT, 2000).

Para Levy (1993), hipertexto é um conjunto de nós ligados por conexões. Pode-se considerar um nó como sendo uma unidade de informação, ou seja: uma palavra, uma página, imagem, gráfico, parte de um texto, uma seqüência sonora ou mesmo um documento complexo que pode ser tratado como um hipertexto. Estes itens de informação não são conectados de maneira linear. Navegar em um hipertexto significa, portanto desenhar um percurso em uma rede, que pode ser tão complicada quanto possível, porque cada nó pode, por sua vez, conter uma rede inteira.

Nos hipertextos, a liberdade inerente ao leitor o torna autor de um novo texto e receptor daquilo que lê. A possibilidade de múltiplos trajetos de leitura cria essa dicotomia entre leitor e escritor, além de viabilizar a criação de novos textos. Pode-se considerar que cada trajeto de leitura é um novo texto.

De acordo com Nanard (1994), os hipertextos são a composição de um conjunto de documentos e, por conseqüência, de um conjunto de conhecimentos, estes conectados por ligações denominadas *links*. Este autor considera que:

“Um hipertexto é um agente que auxilia os seres humanos nas tarefas de leitura ativa, aproximando informações pertinentes segundo o contexto de leitura passada e presente considerando o hipertexto como um agente, ou um conjunto de agentes; eles devem cooperar entre si, se apoiando em seus próprios conhecimentos ou na divisão destes conhecimentos, para garantir ao leitor o acesso à informação.” (NANARD, 1994, p. 10)

Pode-se afirmar, então, que os hipertextos formam um conjunto de conhecimento, no qual cada fragmento do conhecimento é uma unidade ou uma ilha de informação, denominada nós, ou nodos. Estes elementos são conectados por meio de ligações, ou *links*. O uso de hipertexto possibilita explicitar diversas análises de níveis distintos sobre um mesmo elemento, além de apresentar os vários pontos de vista que existem sobre um determinado conteúdo.

Segundo Lévy (1993), o hipertexto possui seis princípios abstratos que permitem preservar as múltiplas interpretações do modelo de hipertexto:

1. “O princípio da metamorfose – a rede de hipertexto está em constante construção e renegociação com todos os elementos que a compõe, sejam eles humanos ou objetos midiáticos”;

2. “O princípio da heterogeneidade – os elementos de conexão são heterogêneos. Permite colocar em jogo pessoas, grupos, artefatos, forças naturais de todos os tamanhos, com todos os tipos de associações que sejam possíveis imaginar entre eles”;
3. “O princípio da multiplicidade e de encaixe de escalas – coloca a capacidade de organização de forma fractal. Qualquer nó ou conexão pode ser analisado como parte de toda uma rede”;
4. “O princípio de exterioridade – seu universo depende de um exterior indeterminado. Seu crescimento e diminuição dependem de novos elementos, externos a ele”.
5. “O princípio de topologia” – a rede não está no espaço, ela é o espaço. “Tudo funciona por proximidade”;
6. “O princípio de mobilidade dos centros – a rede possui diversos centros saltando de um nó a outro. Não existe um centro único”.

Ainda de acordo com as pesquisas de Lévy (1993):

“Funcionalmente, o hipertexto é um tipo de programa para a organização de conhecimentos ou dados, a aquisição de informações e a comunicação. (...). Estes programas (...) permitem (...) a construção de bases de dados com acesso associativo, muito imediato, intuitivo, combinando som, imagem e texto. (...) Um sistema de hipertexto retoma e transforma antigas interfaces da escrita.” (LÉVY, 1993, p. 33)

Neste sentido, a escolha de trabalhar com hipertexto na educação vai ao encontro das teorias pedagógicas que defendem a autonomia, a interação e construção de conhecimentos. A memória humana compreende melhor aquilo que está organizado em esquemas e com representações espaciais. O hipertexto é uma representação espacial que permite acesso por meio de redes e tramas. Essa representação propicia a interatividade e pode favorecer a compreensão melhor do que se conhece. Um sistema de hipertexto apresenta três características (LÉVY, 1993):

1. Aleatoriedade ao acesso à informação;
2. Flexibilidade para ir e voltar;
3. Forma estrutural de rede.

A utilização de hipertextos permite duas abordagens complementares: a forma usuário e a forma autor. Na forma usuário, utiliza-se a navegação entre os nós e *links* do documento, numa interação autônoma – o leitor constrói o seu texto à medida que forma seqüências diferenciadas, conforme seu interesse, ou seja, ele decide a navegação que faz no hipertexto.

Na forma autor, cria-se uma rede semântica entre as informações do hipertexto e os elementos midiáticos que o amplificam. Em ambas as formas, a lógica da exploração do documento se dá pela não-linearidade.

2.1.2 *Hipermídia*

Sistemas hipermídia podem ser definidos a partir da relação entre os conceitos de hipertexto e multimídia. A multimídia compreende os múltiplos meios que podem ser usados na representação de uma informação, como: texto, imagem, áudio, animação e vídeo. Este termo pode se referir a um sistema computacional ou a outros suportes não informatizados. Por hipertexto, entende-se um sistema computacional que apresenta informação em geral na forma de texto, organizada não seqüencialmente, por meio de ligações entre palavras-chave (vínculos), destacadas em geral pela cor, e que permitem a navegação do usuário entre nós relacionados (REZENDE, 2005).

Segundo Balasubramanian (1997), as características básicas dos sistemas hipermídia são: uma interface normalmente gráfica e uma visão geral de diagrama; um sistema de autoria com ferramentas para a criação e administração de nós e *links*; mecanismos tradicionais de recuperação de informação e uma máquina de hipermídia para administrar a informação contida nos nós e nos *links*. Nesses sistemas, o armazenamento pode ser feito através de um gerenciador de arquivos, uma base de conhecimento, um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional ou um sistema de gerenciamento de banco de dados.

Para melhor entendimento, são apresentados a seguir alguns conceitos relacionados com a hipermídia (BALASUBRAMANIAN, 1997):

- **Hiperdocumento:** pode ser visto como um banco de dados, organizado como uma estrutura de rede, em que os nós, unidos por *links*, contêm trechos de informação;
- **Nó:** é a menor unidade de informação e contém um trecho de informações definidas pelo autor. Um nó é, normalmente, associado a uma janela exibida na tela e sua manipulação tenta imitar o manuseio de livros. Geralmente representa um conceito e pode conter texto, gráficos, animação, áudio, vídeo, imagens ou programas;
- **Link:** representa o relacionamento definido pelo autor entre dois trechos de informação. Um nó é mostrado na tela com uma ou mais palavras marcadas (âncoras), através das quais o usuário ativa um *link*, abrindo uma janela de novas informações ou informações de origem. Tem como funções associar idéias diferentes em diferentes

nós, conectar nós a outros nós, conectar anotações e comentários aos textos aos quais pertencem, oferecer informação organizacional, como estabelecer relações entre duas partes de textos ou entre o índice de conteúdo do texto e suas seções, e conectar informações explicativas e documentos a um mapa, figura ou gráfico, auxiliando seu entendimento.

As definições de cunho técnico, citadas acima, comprovam que falar em hipermídia significa dispor de informações no formato de texto, devendo ser acrescido de gráficos, imagens animadas, vídeos gravados, áudio digitalizado ou outros elementos que são possíveis graças à tecnologia. É importante ressaltar que o conceito de hipermídia não envolve apenas a natureza de exibição das informações, mas também como elas podem ser consultadas (DE BRA, 1992).

Um dos principais campos de aplicação da hipermídia é o da Educação e Treinamento. Os outros incluem: ilustração, anotação, documentação *on-line*, acesso e recuperação de informações, entre outras. A hipermídia é apropriada para aplicações que incluem treinamento e educação, principalmente em virtude da flexibilidade que a tecnologia oferece. Esta flexibilidade se reflete no acesso não-linear à informação, ou seja, o usuário escolhe entre início, meio ou fim de um texto (BIELAWSKI, 1991).

Uma das linhas de pesquisa de alta relevância no campo das Tecnologias da Informação e Comunicação é a que propõe o desenvolvimento de sistemas hipermídia e o estudo de processos de aprendizagem a partir de sua utilização (REZENDE, 2005). Esta é considerada uma tecnologia chave para a presente década e vem despertando grande interesse da comunidade de informações nos últimos anos, inclusive como tema de congressos, jornais e publicações internacionais (PALAZZO, 2001).

Os sistemas hipermídia, além de oferecerem nova maneira de aprender, também fornecem um novo caminho para aprender a estudar (MARCHIONINI, 1988). Estes ambientes levam a uma constante tomada de decisões e a uma avaliação contínua por parte do usuário, acarretando, desta forma, o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

2.2 Sistemas Hipermídia Adaptativo

Nos últimos anos, a popularidade dos Sistemas Hipermídia (SH) vem aumentando principalmente por serem aplicações que auxiliam no direcionamento do acesso à informação. Dentro do conceito de SH, os Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA) são uma nova

tendência de pesquisa, cuja meta é aumentar a funcionalidade dos SH, tornando-os personalizados, ou seja, adaptados às necessidades do usuário (BRUSILOVSKY, 1996).

No contexto da Ciência da Computação, pode-se considerar o estudo dos Sistemas Hipermídia Adaptativos como sendo a área que estuda o desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hiperdocumentos e hipermídia em geral às expectativas, necessidades, preferências e desejos de seus usuários (PALAZZO, 1999), (PALAZZO, 2004).

Sistemas Hipermídia Adaptativos provêm acesso personalizado de maneira automática às informações hipermídia. A maioria dos SHA possui adaptatividade no que tange à navegação e à apresentação do conteúdo. A estruturação ou a apresentação dos *links* pode ser diferente para cada grupo de usuário, bem como o conteúdo das páginas. Grande parte dos sistemas hipermídia adaptativos possui seu conteúdo disponibilizado na *Web*, o que os torna mais complexos pelo dinamismo (inerente à *Web*), ou seja, pode-se ter uma quantidade maior de usuários com perfis diferentes acessando a mesma informação (WU, 2001).

Os SHA estruturam um modelo tomando como base objetivos, preferências e conhecimento dos aprendizes e utilizam estas informações juntamente com informações relacionadas à interação com o sistema, para adaptar o conteúdo de acordo com o usuário (BRUSILOVSKY, 1996), (FALKEMBACH, 2000), (BRUSILOVSKY, 2002), (CARRO, 2002), (CANDOTTI, 2006).

Sabendo dos objetivos e do conhecimento do usuário, o papel dos SHA é apoiar o usuário na navegação, limitando seu espaço navegacional, sugerindo os *links* mais relevantes e fornecendo comentários adaptativos para os *links* visíveis. Segundo Candotti (2006), um SHA deve satisfazer os seguintes critérios mínimos: ser um sistema hipermídia, possuir um modelo de usuário e adaptar-se de acordo com este modelo.

A utilização de grupos com características comuns para divisão dos perfis de usuário pode ser considerada uma forma de adaptatividade. Em sistemas hipermídia adaptativos voltados para educação a distância, prover ao usuário um ambiente com características específicas para o perfil de seu grupo auxilia tanto o instrutor, que pode tornar seu material mais organizado e de fácil manutenibilidade, como o aluno, que tem o foco de seu estudo mais centrado (BRUSILOVSKY, 2001).

A referida adaptação pode, então, ser provida com base nos conteúdos e recursos hipermídia, vindos de qualquer fonte, bancos de dados e *Internet*, entre outros, e podem ser

apresentados em qualquer formato, texto, áudio ou vídeo, e suas combinações são elaboradas de acordo com o perfil ou modelo de seus usuários (PALAZZO, 2001).

A visão clássica do laço de adaptação do sistema ao modelo do usuário é apresentada na figura 1.

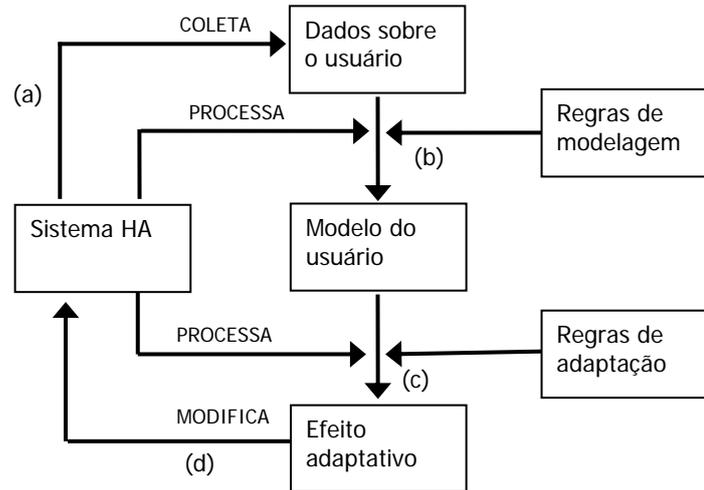


Figura 1. O laço clássico: modelo do usuário – adaptação. Fonte: Palazzo (2001).

A adaptação do sistema é tratada da seguinte forma: inicialmente, é realizada a coleta dos dados do usuário, que pode ser visualizada, na figura 1, por meio do passo (a). Esses dados são processados dentro dos moldes estabelecidos nas regras de modelagem escolhidas (passo (b) da figura 1), alimentando o modelo do usuário. As regras de adaptação interagem com os dados do modelo de usuário para produzir o efeito adaptativo (passo (c) da figura 1) que, ao final do laço, modificará o SHA (passo (d) da figura 1).

Nota-se, portanto, que a figura 1 reflete o esquema dos SHA tradicionais, que tentam atingir as necessidades de informações de um usuário, considerando o conteúdo da informação, sua recuperação e apresentação de forma personalizada, além das preferências dos usuários relativas aos seus objetivos e mídias. Geralmente, esses sistemas suportam um conjunto de técnicas de adaptatividade (CONLAN, 2006).

As considerações sobre adaptatividade e as formas de adaptação existentes derivam das definições citadas na presente seção. Os detalhes relativos aos métodos e técnicas que definem e implementam a adaptatividade no ensino a distância são discutidos adiante, no presente capítulo.

2.3 Adaptatividade no Ensino a Distância (EaD)

Antes de se detalhar e estender as reflexões sobre adaptatividade, é prioritário definir e diferenciar os termos adaptativo e adaptável. Segundo Koch (2001), existe uma distinção sobre os tipos de sistemas hipermídias (incluindo *Websites*) capazes de executar algum tipo de personalização. Eles podem ser customizáveis, também chamados de adaptáveis, ou podem ser adaptativos e, em ambos os casos, o usuário possui um papel fundamental para que o sistema possa oferecer a personalização. A diferença entre eles é a maneira que a adaptação ocorre:

– **Hipermídias Adaptáveis/Ajustáveis (*Adaptable Hypermedia*):** o usuário pode fornecer algum perfil (através de um diálogo ou de um questionário). Baseado neste perfil, o sistema fornece uma versão da aplicação da hipermídia que corresponde ao perfil selecionado. Os ajustes podem incluir determinadas preferências da apresentação (cores, tipo de mídia, estilo da aprendizagem, etc.) e características do usuário (qualificações, conhecimento sobre conceitos, etc.) (DE BRA, 1999). Exemplos comuns são *sites* de comércio eletrônico e de cadastro de *e-mail* gratuito, em que o usuário deve fazer um cadastro com suas preferências, seu perfil econômico, social, etc., e pode mudá-lo quando achar necessário.

– **Hipermídias Adaptativos/Adaptáveis (*Adaptive Hypermedia*):** o sistema monitora o comportamento do usuário e adapta a apresentação adequadamente. A evolução das preferências do usuário e de seu conhecimento pode ser deduzida dos acessos da página. Às vezes, o sistema necessita utilizar questionários ou testes para ter uma impressão mais exata do estado do usuário. A maioria das adaptações, entretanto, é baseada nas ações de navegação do usuário, e possivelmente também no comportamento de outros usuários (DE BRA, 1999). A adaptação pode ser feita modificando-se apresentações e formas de acesso preestabelecidas ou construindo-as com partes da informação. Neste caso, quando existe uma geração dinâmica de páginas, esses sistemas também são conhecidos como hipermídias dinâmicos (KOCH, 2001).

A presente pesquisa trata de Sistemas Hipermídias Adaptativos (*Adaptive Hypermedia System*), sendo este definido em Brusilovsky (1996) como “o estudo de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de sistema hipermídia e hiperdocumento em geral aos objetivos, necessidades, preferências e desejos de seus usuários”.

Nora Koch explica que:

“Sistemas hipermídias adaptativos são tanto sistemas hipermídias e sistemas adaptativos. Eles combinam a hipermídia com os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) guiados pela adaptação da informação, da interface e do *layout* apresentados, ou pelo

modo de como as unidades de informação são visualizadas, isto é, como a navegação é proposta.” (KOCH, 2001, p. 15).

Esses conceitos são denotados nesta tese.

2.4 O que pode ser adaptado em Sistemas Hipermídia Adaptativos

Generalizando, hipermídias consistem em conjuntos de nós ou hiperdocumentos (chamados aqui de páginas) conectados por *links*. Cada página contém algumas informações locais e um número de *links* para páginas relacionadas. Sistemas hipermídias podem, também, incluir um índice e um mapa global que provêm *links* para todas as páginas acessíveis. Sistemas adaptativos podem se beneficiar da diferenciação entre adaptação de conteúdo, interface e navegação (BRUSILOVSKY, 1999), (KOCH, 2001). O conteúdo consiste em trechos de informação inclusos nas aplicações hipermídias como textos, imagens, vídeos, animações. A estrutura representa a organização do conteúdo com a especificação de quais itens poderão ser vistos e como eles serão visitados pela navegação. A apresentação da interface é a visualização do conteúdo, dos elementos interativos e da navegação, que suportam as funcionalidades da hipermídia.

Duas tecnologias diferentes de adaptabilidade são apresentadas por Brusilovsky (1996): a adaptação do conteúdo das páginas (*content-level adaptation*) e a adaptação de seus *links*, páginas de índices e mapas (*link-level adaptation*). A adaptação no nível de conteúdo (*content-level adaptation*) e adaptação no nível de ligamentos (*link-level adaptation*) são mostradas como duas classes de adaptação chamadas, respectivamente, de apresentação adaptativa (*adaptive presentation*) e suporte de navegação adaptativa (*adaptive navigation support*).

Outra adaptação possível, quanto à apresentação, é mudar o *layout* da aplicação (não afetando o conteúdo propriamente dito), como as cores, os tipos e tamanhos das fontes. Essa adaptação pode ser definida como outra tecnologia para prover adaptabilidade como adaptação da apresentação da interface conforme definido em (KOCH, 2001). Este trabalho trata como apresentação adaptativa os dois níveis: o conteúdo e a interface.

Um esquema das categorias de tecnologias de adaptabilidade pode ser visualizado na figura 2.

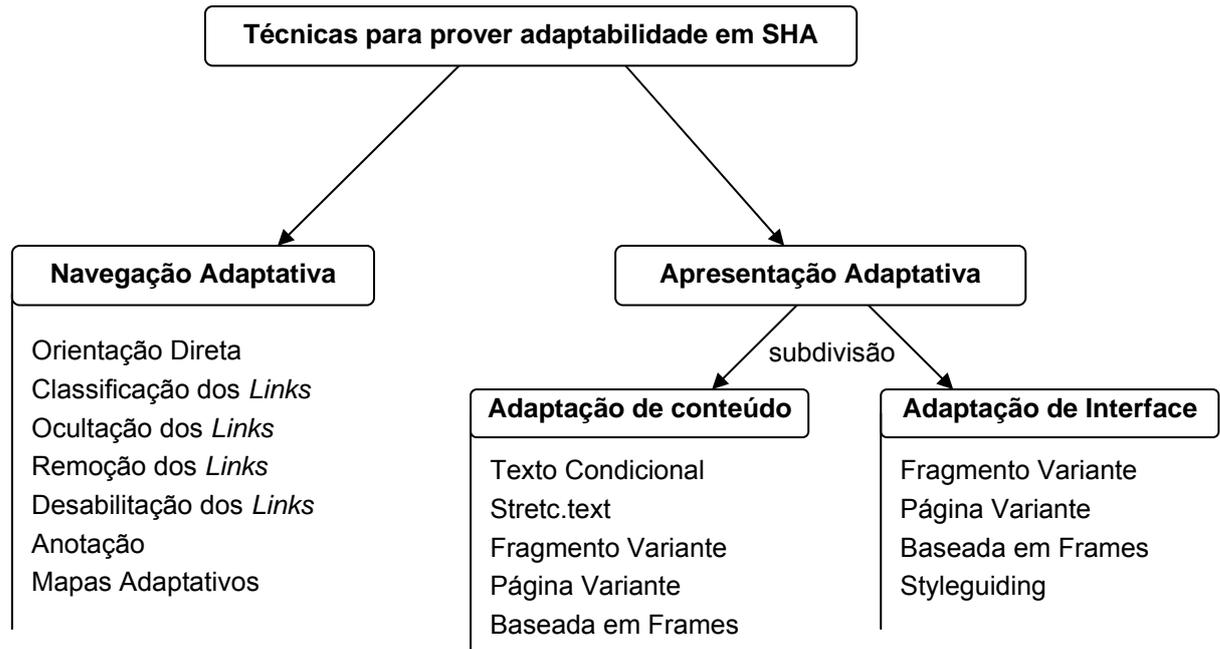


Figura 2. Tecnologias para adaptabilidade. Fonte: Gasparini (2003).

De modo geral, a apresentação adaptativa, ou adaptatividade de apresentação, pode resolver o problema dos sistemas hipermídia utilizados por diferentes classes de usuários, enquanto a navegação adaptativa, ou adaptatividade de suporte à navegação, é utilizada para prover algum tipo de suporte navegacional e prevenir que o usuário se perca no hiperespaço.

As próximas seções deste capítulo discutem algumas das tecnologias apresentadas na figura 2.

2.4.1 Adaptatividade no Suporte a Navegação

A idéia dos métodos e técnicas de adaptatividade no suporte à navegação é auxiliar o usuário a encontrar seus caminhos no hiperespaço, prevenindo que o usuário não se perca. Os métodos de suporte à navegação podem ser assim resumidos (PALAZZO, 2002): condução global, condução local, suporte à orientação local, suporte à orientação global e visões personalizadas. As técnicas de adaptatividade no suporte à navegação, segundo (BRUSILOVSKY, 1996), são cinco: percurso orientado, ou guia direto (*direct guidance*); sorteio (*sorting*); ocultação (*hiding*); anotação (*annotation*); e adaptação de mapa (*map adaptation*).

Na presente seção, serão explorados, inicialmente, os métodos de adaptação ao suporte à navegação e, posteriormente, as técnicas.

2.4.2 Métodos para Adaptatividade no Suporte a Navegação

Em geral, esses métodos são implementados por meio da adaptação da forma de apresentar os *links* aos objetivos, conhecimento e outras características do usuário. A adaptatividade no suporte à navegação pode ser aplicada tanto em *links* contextuais como não-contextuais. Suporte de navegação adicional, como mapas, tabelas de conteúdos, índices e listas de histórico navegacionais, podem ser aproveitados para as técnicas de navegação (GASPARINI, 2003).

Como citado anteriormente, os métodos de suporte à navegação podem ser resumidos em:

1. Condução Global;
2. Condução Local;
3. Suporte à Orientação Local (Conhecimento);
4. Suporte à Orientação Local (Objetivos);
5. Suporte à Orientação Global.

2.4.3 Condução Global

O objetivo da condução global é auxiliar o usuário a encontrar o menor caminho para a informação que ele está procurando ou quer aprender. Ela ocorre quando os usuários possuem algum objetivo global de informação, que se encontra em um ou mais nodos, que estão em um determinado lugar do hiperespaço e são “conduzidas” pelo sistema nesta direção.

A forma mais clara de oferecer condução global é, para cada passo da navegação, sugerir ao usuário os *links* mais apropriados a atingir a partir da página corrente. Este método é empregado no sistema *WebWatcher* (FREITAG, 1995), (BRUSILOVSKY, 1996), que pode ser visualizado na figura 3. Outra forma que apóia a condução global é a classificação dos *links* que serão sugeridos ao usuário em sua ordem de relevância (observando o modelo do usuário). Os sistemas *Adaptive HyperMan* e *HYPERFLEX* (BRUSILOVSKY, 1996) implementam este método.



Figura 3. Exemplo de aplicação do método Condução Global. Fonte: Freitag (1995).

2.4.4 Condução Local

O objetivo do método de condução local é ajudar o usuário em seu próximo passo de navegação, isto é, encontrar o(s) melhor(es) *link(s)* a seguir a partir da página corrente (KOCH, 2002). A condução local sugere os melhores *links* de acordo com as preferências dos usuários, seus conhecimentos e seu *background*, ou seja, tudo que seja relevante para a aplicação. Uma forma de obter a condução local é classificar os *links* de acordo com as preferências do usuário (como nos sistemas *Adaptive HyperMan* e *HYPERFLEX* (BRUSILOVSKY, 1996)), e/ou de acordo com seu *background* (como o sistema *Adaptive HyperMan*).

De acordo com Flores (2004), o *InterBook* apresenta a utilização do método de Condução Local, pois sugere ao estudante a página seguinte do material que deve ser acessada. A figura 4 mostra uma das telas do *InterBook*.

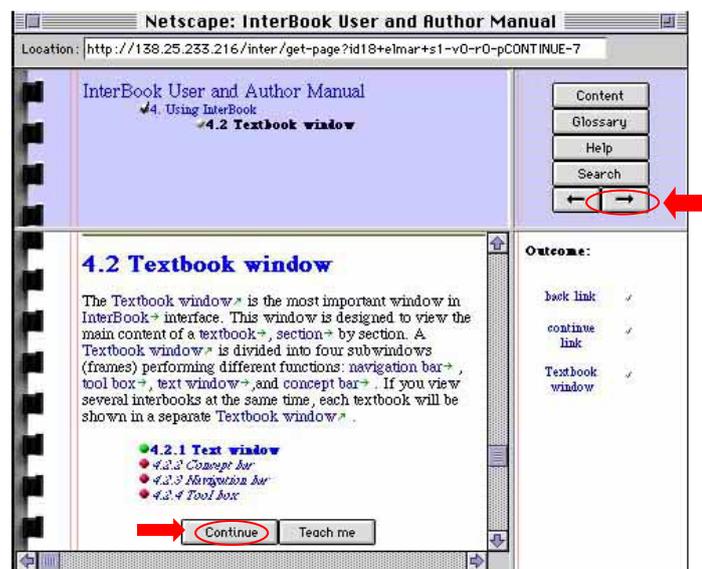


Figura 4. InterBook exemplificando condução local. Fonte: Flores (2004).

2.4.5 Suporte à Orientação Local (*Local orientation*)

O objetivo deste método é auxiliar o usuário a entender o seu posicionamento na rede do hipertexto local, ou seja, a sua posição referente ao domínio do sistema. Portanto, presta-se a apoiar o usuário para que ele entenda as diferentes possibilidades de navegação de uma determinada posição significativa e ajudá-lo a seguir o *link* apropriado.

Os SHA existentes implementam esse método de duas maneiras distintas: provendo informação adicional sobre as páginas disponíveis de uma página corrente (utilizando a técnica de anotação) e limitando o número de oportunidades navegacionais para diminuir a sobrecarga cognitiva, deixando o usuário livre para analisar os *links* mais relevantes (utilizando a técnica de ocultação, que esconde para o usuário toda a informação que não é relevante para seus objetivos em um dado momento) (PALAZZO, 2002), (GASPARINI, 2003).

Um exemplo prático pode ser visualizado em *sites* que oferecem notícias de todo o mundo nas mais variadas categorias possíveis, como mostra a figura 5. Em um sistema com orientação local, se o usuário possui preferências por notícias de conteúdo científico, então, serão apresentados *links* de notícias de ciências (figura 5 – a) e não de política ou esporte (figura 5 – b).



Figura 5. Exemplo de aplicação de Suporte à Orientação Local.

Da mesma maneira que foi empregado no exemplo ilustrado na figura 5, o Suporte à Orientação Local pode ser utilizado em sistemas educacionais. Nos sistemas *ISIS-Tutor*, *HyperTutor* e *Hypadapter*, os *links* para páginas que o usuário ainda não está preparado para

aprender são ocultados, tendo como foco o aspecto relativo ao conhecimento do usuário (geralmente, isso significa que a página corrente possui páginas que são pré-requisitos para ela e que ainda não foram aprendidas pelo usuário). Da mesma forma, são também ocultados *links* que pertencem a outros objetivos educacionais e estão fora dos objetivos correntes, neste caso tendo como foco o aspecto relativo aos objetivos do usuário (BRUSILOVSKY, 1996).

2.4.6 Suporte à Orientação Global (*Global orientation*)

O método de Orientação Global tem como objetivo prover ao usuário o entendimento sobre toda a estrutura do hiperespaço, ou seja, do domínio de navegação do sistema. Nos sistemas não-adaptativos, isto é obtido por marcas visuais e mapas globais, que auxiliam o usuário a se localizar em relação ao contexto global.

Nos SHA, o suporte à orientação global pode ser implementado por meio das tecnologias de ocultação e anotação de *links*. A anotação funciona como uma marca, pois os usuários podem perceber mais facilmente as páginas que foram estudadas (ou lidas) e, assim, reconhecer onde está no hiperespaço. A ocultação reduz o número de *links* visíveis no hiperespaço e pode simplificar o aprendizado e auxiliar na orientação.

Exemplos de sistemas educacionais clássicos que utilizam o processo de ocultar conceitos que ainda não estão prontos para serem aprendidos pelo usuário são ISIS-Tutor, HyperTutor e Hypadapter. Outra forma de suporte à orientação global é aumentar gradualmente o número de *links* visíveis, na medida em que vai crescendo a experiência do usuário no hiperespaço considerado. Isto ocorre nos sistemas HyperTutor e Hynecosum (BRUSILOVSKY, 1996).

Atualmente, a implementação de tal método pode ser visualizada nas pesquisas de (SOSNOVSKY, 2006). O método da orientação global utiliza a tecnologia de anotação no *QuizGuide: Adaptive Annotation for SelfAssessment Quizzes*, uma ferramenta para criação de avaliações que, além de realizar a avaliação, informa ao aprendiz sobre seu grau de conhecimento no domínio, progresso e delimita as suas metas correntes de aprendizado por meio de anotação adaptativa.

O *link* de cada tópico é anotado com um ícone indicando um alvo com ou sem setas. O número de setas (de zero a três setas) reflete o grau de entendimento do aprendiz sobre esse determinado tópico: nenhuma seta representa um grau de conhecimento baixo, três setas representam o máximo nível de conhecimento. Isto pode ser visualizado na figura 6.

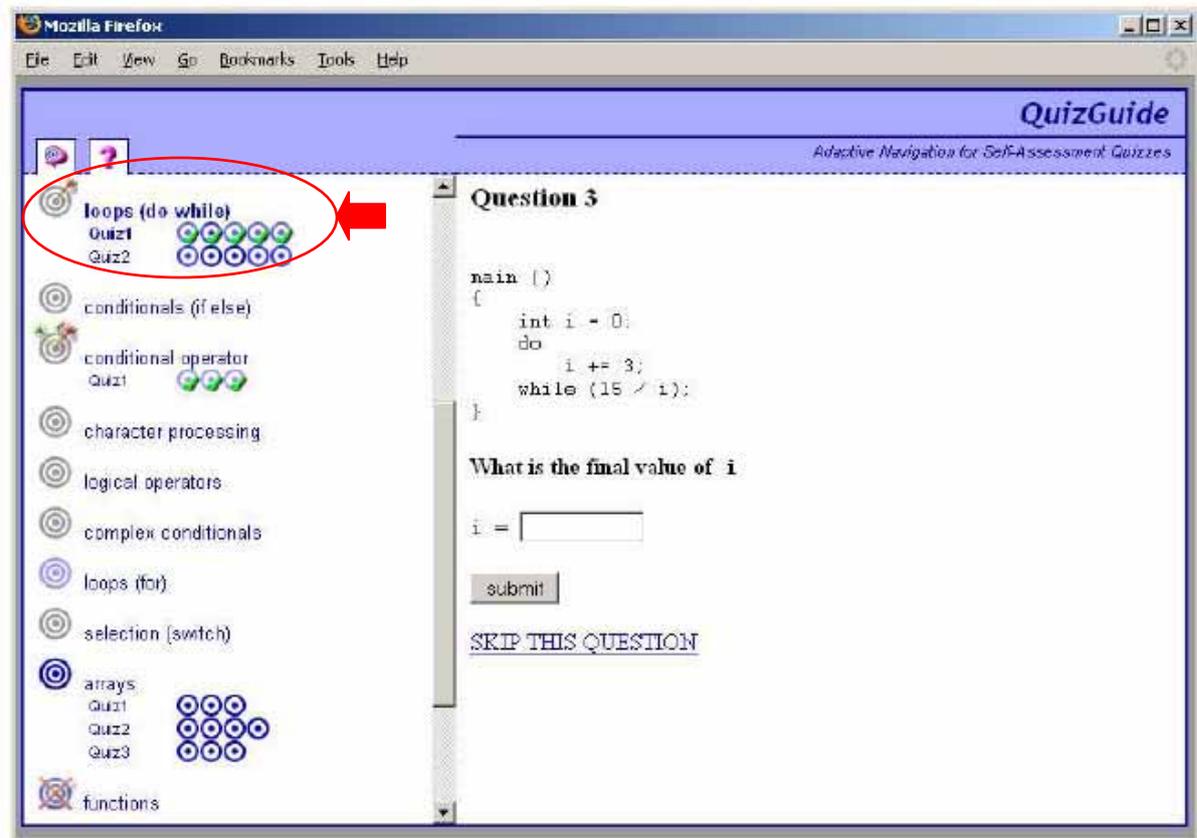


Figura 6. Exemplo de aplicação de Suporte à Orientação Global. Fonte: Sosnovsky (2006).

A seta vermelha apresentada na figura 6 mostra um exemplo de anotação utilizado no *QuizGuide*. No exemplo destacado o usuário, possui uma seta no alvo; portanto, seu nível de conhecimento é um. Pode ser observado que os demais itens presentes neste mesmo menu possuem variações da técnica de anotação proposta, com alvos contendo duas, uma ou nenhuma seta.

A presente seção discutiu os métodos para Adaptatividade no Suporte à Navegação. Foram apresentados os métodos de Condução Global, Condução Local, Suportes à Orientação Local (Conhecimento), à Orientação Local (Objetivos) e à Orientação Global. A próxima seção expõe as técnicas relacionadas com a adaptatividade no Suporte à Navegação. Algumas delas já foram citadas para ilustrar os métodos indicados, porém serão mais bem exploradas na seção seguinte.

Classificação de Links (Adaptive ordering – Sorting)

A idéia da *adaptive ordering*, ou *sorting*, é ordenar todos os *links* de uma página em particular, de acordo com o modelo do usuário, e alguns critérios, como relevância do link. Por exemplo, quanto mais próximo do topo, mais relevante é o link. Esta técnica é utilizada extensivamente para índices e páginas de conteúdo, e nunca pode ser utilizada em *links* contextuais e mapas (BRUSILOVSKY, 1996).

Outro problema com a técnica *adaptive ordering* é que ela mantém a ordem dos *links* instável, pois podem existir modificações na ordem dos *links* a cada vez que o usuário acessa uma página. Ao mesmo tempo, algumas pesquisas (SOSNOVSKY, 2006) (WARPECHOWSKI, 2005) mostram que a ordem estável do *menu* de opções é importante para usuários novatos. Entretanto, esta tecnologia é útil para aplicações de recuperação de informação.

Segundo Brusilovsky (1996a), esta técnica pode reduzir significativamente o tempo de navegação em aplicações de Recuperação de Informações, em que cada página pode possuir muitos *links* não contextualizados, ou seja, *links* que são independentes do conteúdo instrucional da página, que aparecem como uma lista, um conjunto de botões ou um menu *pop-up*.

O sistema *Adaptive Hyperman* implementa a técnica de ordenação de acordo com algumas características do modelo de usuário, tais como: sua profissão e experiências de trabalho, seus objetivos, nó corrente de interesse, etc., e retorna ao usuário, como saída, um conjunto de documentos relevantes para seu perfil. Para calcular a relevância dos documentos, o sistema utiliza uma rede de relevância que armazena as preferências individuais dos usuários. O usuário, a fim de prover *feedback*, avalia o conjunto de nós selecionados pelo sistema como “relevantes” ou “não relevantes”, pelo seu ponto de vista. Esse *feedback* é utilizado pelo sistema para atualizar a rede individual de relevância e, como consequência, o sistema aprende gradualmente as preferências do usuário (BRUSILOVSKY, 1996). A figura 8 mostra o sistema na fase em que o usuário avalia os *links* por ele apresentados.

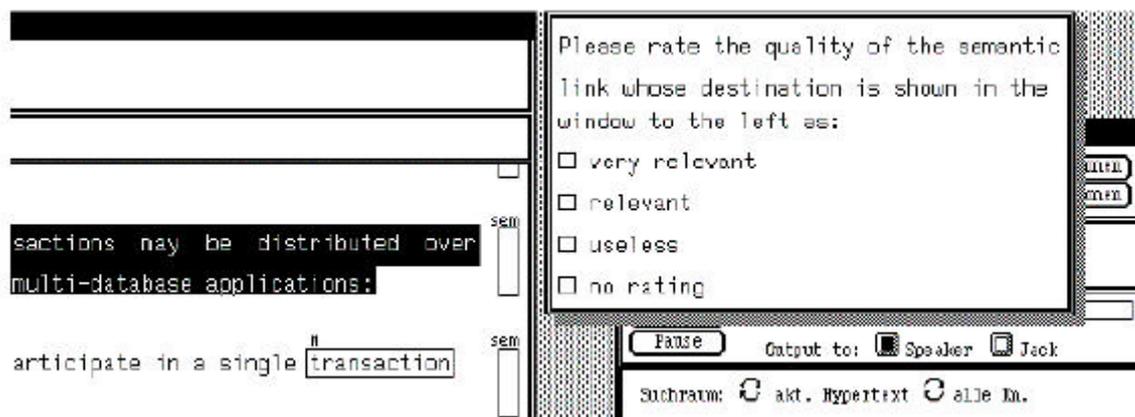


Figura 8. Exemplo de aplicação da técnica Orientação Direta. Fonte: Gasparini (2003).

Ocultação (Hiding)

Esta é uma das técnicas mais frequentemente utilizada para suporte à navegação adaptativa. Sua idéia está em restringir o espaço de navegação escondendo *links* para páginas não relevantes. Uma página pode ser considerada irrelevante por várias razões, por exemplo, se esta não está relatada na meta atual do usuário, ou se esta apresenta materiais que o usuário ainda não está preparado para entender.

Superficialmente, *hiding* é considerada uma das mais simples técnicas a ser implementada e a mais óbvia. Ela protege o usuário da complexidade do hiperespaço e reduz sua sobrecarga cognitiva. Esta técnica tem uma larga aplicabilidade: pode ser utilizada com todos os tipos de *links* não contextualizados, índices ou mapas, através da omissão de botões ou itens do *menu*; também pode ser utilizada com *links* contextualizados, que estão localizados no texto da página, através da transferência de *links* evidentes para texto normal. É uma técnica mais transparente para o usuário, que parece ser mais estável do que a ordenação adaptativa, pois os *links* são adicionados, de maneira incremental, porém não são removidos ou reordenados (BRUSILOVSKY, 1996).

A figura 5 do presente trabalho, citada na seção que explicita o “Suporte à Orientação Local”, mostra um exemplo da técnica *hiding*, ou ocultação de *links*.

Anotação (Adaptive annotation)

Esta técnica tem como idéia o aumento de *links*, com alguma forma de comentários ou sugestões que podem dizer ao usuário mais sobre o estado atual dos nós. Esta anotação pode

prover informação na forma textual ou na forma visual com diferentes ícones, cores, ou tamanho de fontes. *Link Annotation*, ou *Adaptive annotation*, é uma técnica efetiva do suporte à navegação em hipermídia (BRUSILOVSKY, 1996).

Geralmente, *annotation* é considerada uma técnica mais poderosa do que *hiding*, pois a segunda pode distinguir apenas entre dois estados dos nós (relevante ou irrelevante), enquanto a primeira pode possuir vários níveis de relevância. *Annotation* não reduz a sobrecarga cognitiva tanto quanto *hiding*, porém a tecnologia *hidding* pode ser facilmente simulada pela tecnologia de anotação, utilizando o recurso de esmaecer os *links* não relevantes. O uso deste processo pode diminuir a sobrecarga cognitiva em alguns domínios; no entanto, os *links* esmaecidos continuam visíveis, apesar de estarem protegidos e não permitirem ao usuário a construção de mapas mentais (BRUSILOVSKY, 1996).

Neste trabalho, a figura 6 é um exemplo de aplicação da técnica de Anotação, que apresenta o método de “Suporte à Orientação Global”, já que é uma técnica proveniente do método citado.

Mapas Adaptativos (Map adaptation)

Esta técnica permite a adaptatividade dos mapas de navegação modificando sua estrutura, restringindo o número de *links* e, conseqüentemente, o número de possibilidades de navegação (HENZE, 2000). As outras tecnologias citadas anteriormente também podem ser utilizadas para adaptar mapas de hipermídias, porém apenas esta altera a forma ou a estrutura do mapa (BRUSILOVSKY, 1996).

Normalmente, esta técnica consiste na combinação de outras técnicas, com a diferença de ser aplicada para uma visualização gráfica da estrutura navegacional. A figura 9 é a representação gráfica do mapa adaptativo do trabalho de Ahn (2006). Este mapa possui três dimensões de assuntos relacionados ao conteúdo instrucional. Cada célula agrupa um conjunto de recursos educacionais (que são os assuntos a serem ensinados), que podem ser representados por páginas *Web*. Recursos localizados na mesma célula são considerados muito similares. Recursos localizados em células vizinhas têm sua similaridade proporcional à distância entre as células (AHN, 2006).

O grau de dificuldade de cada célula é mostrado na figura que representa o usuário. Os tons de azul mais claro definem um grau de dificuldade menor: quanto mais escuro o tom da cor, maior o grau de dificuldade. A marcação vermelha precedida por um L denota a ordem

em que o conceito foi acessado. A marcação L8 representa que este foi o oitavo conceito acessado (AHN, 2006).

operator, expression, value L14  	data, type, variable L8  	data, type, variable  
language, operator, type  	data, type, variable L9  	data, variable, type  
language, statement, problem  	language, problem, work  	language, data, problem  
language, problem, run  	language, problem, scanf  	memory, scanf, language  
language, compiler, run L7  	language, scanf, problem  	scanf, language, memory  

Figura 9. Exemplo de Mapa Adaptativo. Fonte: Ahn (2006).

Estas são algumas das mais clássicas técnicas para suporte à navegação adaptativa. Existem outras técnicas para esta finalidade; porém, as cinco citadas nesta seção são a base para o desenvolvimento de novas. Percurso Orientado, ou *Direct guidance, sorting, hiding, annotation e map adaptation* podem ser utilizadas de forma individual ou em conjunto, pois uma técnica não anula a outra.

2.4.9 Adaptatividade de Apresentação

A adaptatividade de apresentação, ou apresentação adaptativa, está intimamente ligada com a organização de conteúdo. A idéia das várias técnicas de apresentação adaptativas é permitir que o conteúdo de uma determinada página seja adaptado para um usuário em particular, levando em consideração o seu conhecimento atual, suas metas de aprendizagem e outras características relevantes. Por exemplo: um usuário mais qualificado pode ter acesso a informações mais detalhadas e avançadas sobre um determinado conceito do que um usuário de nível iniciante, que deve receber informações básicas para compreender o assunto em questão (BRUSILOVSKY, 1996a; BRUSILOVSKY, 1996), (STAFF, 1997).

2.4.10 Métodos e Técnicas para Adaptatividade no Suporte a Apresentação

Os métodos de adaptação de apresentação, ou adaptatividade no suporte à apresentação, primam pela organização do conteúdo de forma a auxiliar no processo de adaptabilidade de apresentação. A idéia principal da apresentação adaptativa é adequar o conteúdo de um nodo acessado por um usuário a conhecimento, objetivos e outras características desse usuário. É possível encontrar, na literatura, a descrição de técnicas e sistemas orientados à apresentação adaptativa de textos (STAFF, 1997) e de técnicas e sistemas orientados à apresentação adaptativa de objetos multimídia (BRUSILOVSKY, 1996). A seguir, serão apresentados alguns métodos de adaptatividade de apresentação considerados clássicos, que se baseiam nas pesquisas realizadas por (BRUSILOVSKY, 1996).

Explicação Adicional

A Explicação Adicional (EA) é muito popular entre os métodos de adaptação de conteúdos, pois seu objetivo é ocultar do usuário alguma parte da informação sobre algum conceito que não seja relevante para o nível de conhecimento ou o interesse do usuário. Por exemplo: detalhes muito preliminares e descritivos de determinado domínio podem ser suprimidos e não serem apresentados a usuários com nível de conhecimento insuficiente para entendê-los. Por outro lado, usuários iniciantes terão a possibilidade de solicitar EA, as quais podem permanecer ocultas para usuários veteranos, que não necessitam mais delas. Em termos mais gerais, certa classe de usuários pode requerer informações adicionais, especialmente preparadas para eles, que não são mostradas às outras classes (PALAZZO, 2002), (BUGAY, 2006).

Explicação Requerida (ER) e Explicação Comparativa (EC)

Os métodos Explicação Requerida (ER) e Explicação Comparativa (EC) podem ser utilizados para alterar a informação apresentada ao usuário, dependendo do seu nível de conhecimento sobre os conceitos relacionados. O primeiro método induz uma ordenação dos conteúdos ao usuário, em que a informação apresentada em primeiro lugar é pré-requisito para a seguinte (BRUSILOVSKY, 1996), (PALAZZO, 2002), (GASPARINI, 2002), (DE

BRA, 2006). Seguindo esta idéia, ao apresentar a explicação de um conceito, o sistema insere a explicação de todos os conceitos requeridos para o seu entendimento. Este método é empregado no sistema *C-book* (KAUFFMAN, 1993).

O *C-Book* é um sistema de apresentação adaptativa. Utiliza técnicas diferentes por diversas razões, adaptáveis da apresentação do uso. A informação que não é relevante ao nível de conhecimento do usuário é oculta. Fornece explicações do pré-requisito que não são conhecidas pelo usuário antes de apresentar um novo conceito. É um sistema que usa técnicas adaptáveis da navegação, ajudando a encontrar a maneira mais curta para os objetivos da informação (orientação global).

O método da Explicação Comparativa (EC) baseia-se na similaridade existente entre dois conceitos. Quando um conceito similar ao que está sendo apresentado é conhecido, o usuário recebe uma explicação comparativa, realçando as semelhanças e diferenças entre os dois conceitos. Este método costuma ser particularmente eficiente no domínio das linguagens de programação (BRUSILOVSKY, 1998).

Um exemplo de Explicação Requerida (ER) pode ser visualizado na figura 10, que mostra uma hipermídia adaptativa para ensino de matemática desenvolvido na Universidade Estadual do Norte do Paraná (BERTOLAZI, 2006). A figura 10 (a) possui conteúdo que é pré-requisito para as figuras 10 (b) e 10 (c).

Matemática - 6ª Série

O Aparecimento do Número Inteiro

Ordem e simetria no conjunto \mathbb{Z}

Vamos apresentar a lenda na ve...

"Havia, já lá se vão muitos homens que negociava em vint vários tonéis de vinho. Os tor cuidadosamente pesados. Se o o homem marcava-o com um sinal em forma de cruz: (+). E indicava mais, isto é, mais vinho, um excesso. Se ao tonel faltar uma certa porção de vinho, o homem assinalava-o pequeno traço (-). Tal sinal indicava menos, isto é, menos vin falta. Desse sinais, usados outrora pelo marcador de vinho lenda), surgiram os símbolos + e - empregados hoje no mundo pelos matemáticos e calculistas."

[clique aqui para saber mais](#)

"Distinguir claramente o que se sabe do que não se sabe talvez, a mais preciosa vantagem que se pode obter do e da Matemática." Tanney, A. - 1984

Na época do Renascimento, os matemáticos sentiram cada vez mais a necessidade de um novo tipo de número, que pudesse ser a solução de equações tão simples como:

$$x + 2 = 0, 2x + 10 = 6, 4y - 4 = 0$$

As Ciências precisavam de símbolos para representar temperaturas acima e abaixo de 0° C, por exemplo. Astrônomos e físicos procuravam uma linguagem matemática para expressar a atração entre dois corpos.

Quando um corpo age com uma força sobre outro corpo, este reage com uma força de mesma intensidade e sentido contrário. Mas a tarefa não ficava simples em criar um novo número, era preciso encontrar um símbolo que permitisse operar com esse número criado, de modo prático e eficiente.

Figura 10. Exemplo Explicação Requerida. Fonte: Bertolazi (2006).

Nota-se que, neste caso, ocorre uma ordenação dos conteúdos ao usuário, em que a informação apresentada em primeiro lugar é pré-requisito para a seguinte. Segundo a idéia, ao apresentar a explicação de um conceito, o sistema insere a explanação de todos os outros conceitos requeridos para o seu entendimento. A Explicação Requerida (ER) é um tipo de hipertexto eficaz no aprendizado do aluno por levar ordenação dos conteúdos, introduzindo pré-requisitos a determinadas informações com uma seqüência lógica para os acessos. O usuário terá todos os conceitos necessários para o entendimento de um determinado conteúdo.

Nas pesquisas realizadas em De Bra (2006), este também é um método adotado no desenvolvimento de uma ferramenta de autoria em hipermídia adaptativa (DE BRA, 2006). Sua aplicação é similar ao exemplo da figura 10.

Explicação Variante (EV)

A Explicação Variante (EV) considera que mostrar ou esconder determinadas partes da informação pode ser insuficiente para promover a adaptação, uma vez que usuários diferentes possuem grande chance de necessitar de informações essencialmente diferentes. Por meio da EV, o sistema armazena diversas variantes para alguns dos conteúdos de uma página e o usuário obtém a apresentação que corresponde ao seu modelo (PALAZZO, 2002).

Uma aplicação de EV pode ser visualizada na pesquisa de Jones (2006), que a utiliza para prover explanações variantes, dependendo do modelo de usuário. As explicações variantes são criadas seguindo critérios variados, tais como: nível de dificuldade do conceito, *links* relacionados com o conceito, tamanho da apresentação e até o tipo de mídia.

Classificação de Fragmentos (CF)

Classificação de Fragmentos (CF) considera o nível de conhecimento e a experiência do usuário para ordenar fragmentos de informação sobre o conceito de modo que a informação mais relevante para o usuário (de acordo com o seu modelo) é apresentada primeiro (PALAZZO, 2002), (MOSTAFA, 2006).

Texto Condicional (TC)

O Texto Condicional (TC) possibilita a divisão da informação em diversas porções de texto. Cada porção é associada a uma ou mais condições relacionadas ao nível de conhecimento do usuário. Ao apresentar a informação, o sistema mostra apenas as porções de texto que tiveram suas condições satisfeitas. Cada um dos fragmentos ou porções de texto deve ser associado a uma condição. Para apresentar um determinado conceito, o sistema apenas utiliza o fragmento que se molda à condição estabelecida como verdadeira. Geralmente, a implementação de TC requer alguma programação; entretanto, é também muito flexível e permite implementar todos os métodos de adaptação relacionados acima, à exceção da Classificação de Fragmentos (PALAZZO, 2002), (MOSTAFA, 2006).

Stretc.htext

Técnica que também permite apresentar ou ocultar condicionalmente porções de texto, de acordo com o nível de conhecimento do usuário. *Stretc.htext* foi sugerida no sistema *MetaDoc* (BOYLE; ENCARNACIÓN, 1994) e, posteriormente, desenvolvida em *KN-AHS* (KOBASA, 1995). Baseia-se em um tipo especial de hipertexto, em que os *links* podem ser expandidos para seus conteúdos ou concentrados novamente em uma palavra-chave. O cerne da técnica é apresentar ao usuário uma página onde todas as informações relevantes estejam expandidas e todas as informações irrelevantes sejam representadas por apenas uma palavra ou frase, de acordo com o modelo de seu particular conhecimento (MOSTAFA, 2006).

Uma técnica escolhida para adaptar o conteúdo matemático do projeto desenvolvido na Universidade Estadual do Norte do Paraná (BERTOLAZI, 2006) foi *Stretc.htext* (ST), já que este tipo especial de hipertexto possui uma dinâmica de expansão e concentração em uma palavra-chave. A implementação deste método em um sistema hipermídia é fundamental, e tem se mostrado bastante eficiente, pois auxiliará a navegação do usuário para compreensão de algum conceito já estudado ou que ainda não foi assimilado. Essa metodologia facilitará, por exemplo, a leitura de um texto informativo ou explicativo, em que o conteúdo é organizado como um conjunto de fragmentos visíveis e os SHA determinam quais fragmentos são expandidos e quais são contraídos para a apresentação inicial. O usuário pode, então, decidir qual fragmento deseja expandir. A figura 11 mostra um exemplo desta técnica. Ao

clicar no texto que está salientado na figura 11 (a), deve ser aberto o texto apresentado na figura 11 (b), caracterizando, assim, o efeito de *Stretc.htext*.



Figura 11. Exemplo *Stretc.htext*. Fonte: Bertolazi (2006).

Fragmento Variante (FV) e Página Variante (PV)

O método EV pode ser implementado pelas técnicas de Fragmento Variante (FV) ou Página Variante (PV). A PV é considerada a mais simples das técnicas de apresentação adaptativa, pois consiste em manter duas ou mais páginas alternativas para cada conceito, cada uma delas adaptada a determinada classe de usuário. Já a técnica FV permite a implementação do método EV em uma granulação mais fina do que a PV, uma vez que seu foco são fragmentos do texto e não páginas inteiras (PALAZZO, 2002), (KUIPER, 2006). Um exemplo de emprego de PV pode ser visualizado na figura 12, que mostra a utilização de PV em formulários eletrônicos (*e-form*) adaptativos (KUIPER, 2006).

O exemplo mostra duas páginas variantes do mesmo *e-form*. O acesso a cada uma delas depende do perfil do usuário. No caso da figura 12 (a), o formulário é indicado para usuários que possuem dependentes; na figura 12 (b), a página variante é acessada por usuários que não possuem dependentes.

The figure displays two side-by-side e-form variants, labeled (a) and (b), illustrating the use of a variant page in e-form design.

Variant (a):

- Inhabits new address:** Independent
- Resident at:
- Has moved:** Spouse/ Registered partner
- First name:**
- Last name:**
- Date of birth:**
- Gender:** man woman
- Children:**
- First name:**
- Last name:**
-

Variant (b):

- Inhabits new address:** Independent
- Resident at:
- Authorisation**
- Social security number:**
- Type of legitimation:** passport
- driving licence
- european ID
- foreigner document
- Legitimation characteristic:**
- Completion:**

Figura 12. Utilização de Página Variante em *e-form* Fonte: Kuiper (2006).

Frames

Técnica bastante eficiente que, em toda a informação sobre um determinado conceito, é representada sob a forma de um frame. Os *slots* do *frame* podem conter diversas EV sobre o conceito, *links* para outros *frames*, exemplos, etc. Regras especiais de apresentação são empregadas para decidir quais os *slots* de um determinado *frame* devem ser apresentados a certo usuário e em que ordem específica isto deve ocorrer; também são utilizadas no trabalho de Kuiper (2006).

2.4.11 Características adicionais que podem ser utilizadas para prover adaptação

Além das adaptatividades de suporte à navegação e de apresentação, existem outros aspectos que podem ser adaptados. Estes consideram quais características o sistema pode adaptar, podendo haver conteúdos distintos para usuários diferentes ou conteúdos distintos para um mesmo usuário em diferentes momentos. Segundo (BRUSILOVSKY, 1996), foram identificadas cinco características que são utilizadas por sistemas hipermídia adaptativos existentes para tratar o usuário como uma pessoa individual. São elas: metas, conhecimento, *background*, hiperespaço, experiência e preferências.

Conhecimento

Uma das mais importantes características do usuário para os sistemas hipermídia adaptativos é o conhecimento deste sobre o assunto representado. O conhecimento é uma característica variável e particular ao usuário, pois os sistemas que a utilizam devem reconhecer as modificações no estado do conhecimento do usuário e devem, de acordo com estas informações, atualizar o modelo do usuário.

O conhecimento do usuário sobre determinado assunto é freqüentemente representado por um modelo denominado modelo de *overlay*. O modelo de *overlay* é baseado no modelo estrutural do domínio. Geralmente, este modelo é representado através de uma rede de conceitos do domínio. Os conceitos são relacionados entre si e formam uma rede semântica que representa a estrutura deste domínio. Estes conceitos podem receber diferentes nomes em diferentes sistemas, tais como: tópicos, elementos do conhecimento e objetos, porém todos são considerados como pedaços elementares do domínio total (BRUSILOVSKY, 1996).

Grande parte dos sistemas utiliza uma organização avançada do domínio do conhecimento, com uma série de conceitos que representam diferentes tipos de elementos do conhecimento ou objetos, e vários tipos de *links* que representam diferentes relacionamentos entre estes conceitos.

A idéia deste modelo de *overlay* é representar o conhecimento dos usuários de maneira individual. Para cada conceito do modelo de domínio, um modelo de *overlay* armazena alguns valores com estimativa sobre o nível de conhecimento do usuário sobre este conceito. Este valor pode ser binário (sabe – não sabe), qualitativo (bom – médio – pouco), ou quantitativo, como uma probabilidade do usuário saber o conceito.

Um modelo de *overlay* de um usuário pode representar um conjunto de pares “conceito-valor”, sendo um destes pares para cada conceito do domínio. Modelos de *overlay* são poderosos e flexíveis. Podem, de maneira independente, representar o conhecimento do usuário em diferentes conceitos. Foram originariamente desenvolvidos na área de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e Modelagem do Estudante (BRUSILOVSKY, 1996). Em muitos STI, o modelo do estudante é apenas um modelo de *overlay* do conhecimento do aluno. Como resultado, na área de interfaces adaptativas, um modelo de *overlay* do conhecimento do aprendiz é em alguns casos chamado de modelo do aluno.

Algumas vezes, um simples estereótipo do modelo do usuário é utilizado para representar o seu conhecimento. Podem existir estereótipos para classificar o conhecimento

do aluno com relação a um determinado assunto, tais como: iniciante, intermediário e avançado. Alguns modelos podem necessitar de mais classes com estereótipos, por exemplo, para verificar o nível do usuário com relação ao conhecimento de inglês e o conhecimento de português. O usuário pode ser iniciante com relação ao requisito inglês, porém pode ser considerado avançado com relação ao requisito português.

Metas do usuário

Meta do usuário ou tarefa do usuário é uma característica relacionada com seu contexto de trabalho, como uma entidade individual. Dependendo do tipo do sistema, pode ser uma meta de trabalho, uma descoberta, uma resolução de problema ou uma meta de aprendizado (para sistemas de ensino como o AdaptWeb (AMARAL, 2002)). Em todos estes casos, a meta é a resposta para a seguinte questão: “Por qual razão o usuário utiliza o sistema hipermídia e o que ele realmente deseja alcançar?”. A resposta desta pergunta traz explicitamente qual o objetivo do usuário com relação à utilização da hipermídia (BRUSILOVSKY, 1996).

Esta é uma das características que mais se altera, pois ela pode modificar de seção para seção e, freqüentemente, pode modificar várias vezes em uma mesma seção de trabalho. Em alguns sistemas, é interessante distinguir metas locais ou de baixo nível, as quais podem ser modificadas com mais freqüência, e as metas ou tarefas de alto nível, que são mais constantes. Por exemplo: em sistemas educacionais, a meta de aprendizagem é considerada uma meta de alto nível, por ser estável, enquanto que a meta de resolução de problemas é tratada como de baixo nível, pois é alterada de um problema educacional para outro em várias ocasiões dentro de uma mesma seção (KOBASA, 2001).

Background e Experiência

Background e experiência são duas características que parecem ser similares ao conhecimento do usuário; porém, funcionalmente elas são diferentes.

Toda a informação que o usuário precisa e que foi adquirida fora do sistema hipermídia é considerada *background* do usuário. Isto inclui a profissão do usuário, experiências adquiridas no trabalho ou em áreas relacionadas, assim como o ponto de vista do usuário e sua perspectiva sobre um determinado assunto. O *background*, em alguns sistemas,

é incluído no modelo do usuário, e utilizado na adaptatividade de apresentação ou de navegação (BRUSILOVSKY, 1996).

A experiência está relacionada com a familiaridade do usuário com a estrutura do hiperespaço e quão facilmente ele pode navegar no sistema. Não é o mesmo que conhecimento sobre o domínio. Algumas vezes, o usuário que já é considerado familiar com o domínio, entretanto não está familiarizado com a estrutura do hiperespaço. O contrário também é válido, o usuário pode estar familiarizado com a estrutura do hiperespaço, porém pode não ter um conhecimento profundo do assunto (BRUSILOVSKY, 1996).

Preferências

Esta característica está relacionada com as preferências que o usuário possui no sistema. Por diferentes razões o usuário pode preferir um *link* a outro, ou uma parte da página a outra. As preferências podem ser deduzidas pelo sistema. O usuário pode informar ao sistema suas preferências de maneira direta, isto é, através de questionários, ou então de maneira indireta, através de ações que se repetem durante a execução de determinadas tarefas no sistema (BRUSILOVSKY, 1996).

O presente capítulo abordou as definições sobre sistemas hipermídia adaptativos, mostrou os elementos que podem ser adaptados nessa categoria de sistema, dividindo-os em dois grandes grupos: adaptatividade no suporte à navegação e adaptatividade no suporte à apresentação. Para cada um dos grupos, foram detalhas as técnicas e os métodos existentes e, então, foram apresentados exemplos em *softwares* das técnicas e métodos explanados. Esses conceitos são relevantes para o entendimento do processo de adaptação e, portanto, auxiliam no entendimento das características dos modelos de referência, apresentados no próximo capítulo.

3 Modelo de Referência para SHA

Sistemas hipermídia adaptativos provêm acesso personalizado de maneira automática às informações hipermídia. A maioria dos sistemas hipermídia adaptativos possui adaptatividade no que tange à navegação e à apresentação do conteúdo. A estruturação dos *links* ou sua apresentação pode ser diferente para cada grupo de usuário. O conteúdo das páginas e sua apresentação também podem ser diferenciados. Os sistemas hipermídia adaptativos que possuem seu conteúdo disponibilizado na *Web* tornam-se mais complexos, pelo dinamismo inerente à *Web*, que permite uma quantidade maior de usuários com perfis distintos acessando a mesma informação (WU, 2001).

No desenvolvimento deste tipo de aplicação, é interessante identificar as abstrações comuns existentes nos sistemas hipermídia adaptativos e modularizar essas abstrações. Na literatura, esse tipo de definição é também conhecido como modelo de referência. Existem vários modelos de referência, entre eles o modelo Dexter (HALASZ, 1990), que é o precursor de alguns importantes modelos, tais como: AHAM (DE BRA 1999) e modelo Munich (KOCH, 2002). De modo geral, um modelo de referência provê um *framework* para expressar a funcionalidade de qualquer sistema hipermídia adaptativo.

Segundo Koch (2002), o objetivo de um modelo de referência é encontrar abstrações comuns em um mesmo sistema hipermídia adaptativo (SHA) para prover sua base de desenvolvimento. Além disso, um modelo de referência deve abranger todas as ferramentas que são utilizadas nos SHA.

Como dito anteriormente, um sistema hipermídia adaptativo é um conjunto de nodos que proporciona adaptatividade, uma adaptação dinâmica e personalizada, a um determinado usuário. Essa adaptatividade pode ser visualizada em três escopos: apresentação, conceito e navegação (KOCH, 2002). Essas aplicações geralmente incluem uma representação explícita das propriedades do usuário e de seu relacionamento com o sistema hipermídia adaptativo. Para formalizar estas representações, são utilizados modelos de referência. A presente seção tem por objetivo traçar um panorama da evolução dos modelos de referência. Serão abordados os modelos Dexter (HALASZ, 1990), AHAM (DE BRA, 1999), e Munich (KOCH, 2002).

3.1 Modelo Dexter

O primeiro modelo de referência conceituado foi o modelo Dexter, desenvolvido tendo como base sistemas de hipertexto (HALASZ, 1990). Este modelo descreve uma arquitetura

que não contempla a adaptatividade em sistemas hipermídia, porém serviu de base para os modelos atuais.

O modelo Dexter divide o sistema em três camadas, a camada runtime ou camada de execução, a camada *storage* ou armazenamento e a camada within-component ou camada interna aos componentes. O esquema gráfico desta arquitetura pode ser visualizado na figura 13 (HALASZ, 1990), (DE BRA, 2006).

O foco principal do modelo está na camada de armazenamento que modela os nodos e *links* da estrutura em rede que forma a hipermídia. Esta camada descreve uma base de dados composta por uma hierarquia de componentes de dados que são ligadas por relacionamentos denominados *links*. Os componentes correspondem aos nodos, contendo textos, gráficos, imagens e animações.

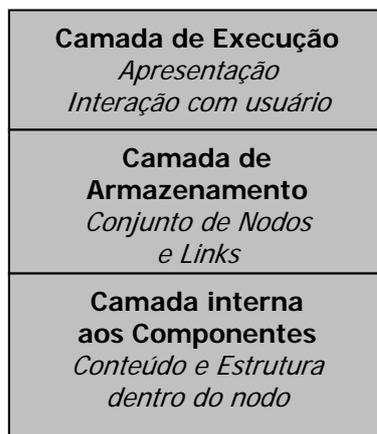


Figura 13. Arquitetura do modelo Dexter. Fonte: Halasz (1990).

A camada de execução especifica as ferramentas para definir como o usuário irá acessar, visualizar e manipular o sistema hipermídia. A terceira camada, ou a camada interna aos componentes, que especifica os conteúdos e a estrutura dos componentes envolvidos na rede do hipertexto, foi proposta no modelo Dexter, porém não foi desenvolvida (HALASZ, 1990).

Além desta arquitetura, o modelo Dexter foi o precursor do uso da orientação a objetos nas metodologias voltadas à hipermídia. Após a definição do modelo Dexter, o uso da orientação a objetos nesta área foi disseminado e ganhou importância. O modelo é inovador, pois propõe uma arquitetura baseada em camadas independentes; além disto, oferece uma visão de especificação do projeto de desenvolvimento de uma hipermídia, separando o processo de armazenamento do conteúdo da apresentação.

3.2 O Modelo de Referência AHAM

Esta seção aborda o modelo de referência proposto por De Bra, Houben e Wu para descrever Aplicações de Hiperímia Adaptativa. O referido modelo é denominado AHAM (*Adaptive Hypermedia Application Model*) e sua descrição se baseia no modelo Dexter, discutido anteriormente (DE BRA, 1998; DE BRA, 1999), (STASH, 2004), (DE BRA, 2006),(MADHOUR, 2006).

O modelo AHAM divide as aplicações de hiperímia adaptativa em quatro partes (DE BRA, 1998):

- Modelo de domínio;
- Modelo de usuário;
- Modelo de ensino;
- Motor de adaptatividade.

O modelo de domínio descreve de que forma é estruturado o domínio da aplicação hiperímia adaptativa. O modelo de usuário descreve o conhecimento que o usuário possui a respeito dos conceitos abordados na aplicação. O modelo de ensino descreve as regras pedagógicas que indicam em que situações é desejável ou não guiar o usuário através de certas partes do domínio. Muitas regras surgem das relações estruturais entre conceitos e domínio, mas o autor do sistema hiperímia adaptativo pode escrever regras adicionais (DE BRA, 1999). Embora o módulo seja chamado de modelo de ensino, isto não significa que o AHAM possa ser utilizado apenas para aplicações educacionais.

O motor de adaptatividade é o ambiente de *software* utilizado para construir e adaptar conteúdo e *links*. O motor oferece uma biblioteca de funções (“construtor ou construtores”) para construir páginas de informação a partir de fragmentos, baseado em elementos do modelo de domínio, modelo de usuário e modelo de ensino.

No Motor de Adaptatividade, é utilizada uma linguagem simples para selecionar os construtores desejados. Alguns motores podem oferecer uma forma de definir novos construtores ou estender aqueles que já existem. O motor também atualiza o Modelo de Usuário, mediante observações do comportamento de leitura do usuário e tomando nota de como o conhecimento do usuário vai mudando.

O modelo AHAM é descrito segundo dez definições, apresentadas a seguir (DE BRA, 1998):

Definição 1: Conceito é uma representação abstrata de um item de informação do domínio de aplicação.

Definição 2: O Sistema de Hipermídia Adaptativo associa um número de atributo a cada conceito do modelo de domínio. Para cada usuário o sistema tem uma tabela, na qual, para cada conceito, o valor do atributo daquele conceito é armazenado. A estrutura desta tabela é denominada “esquema do modelo de usuário”. A tabela de um usuário específico é denominada “instância do modelo do usuário”.

Definição 3: Uma relação de conceito é formada pela quádrupla $\langle C1, C2, T, A \rangle$. Defini-se $C1$ e $C2$ como conceitos, T é o tipo de relação e A é o valor do atributo (correspondente ao tipo T). Um exemplo de instância da terceira definição pode ser visualizado na figura 14.

Tipo: Pré-requisito

Significa que $C1$ deveria ser estudado antes de $C2$. O atributo é um número real dentro de um intervalo que varia entre 0-1; este indica quanto conhecimento a respeito do conceito $C1$ o usuário deve ter, para que informações a respeito de $C2$ sejam disponibilizadas a ele.

Outros exemplos de Tipo (T) são: Inibidor, Parte-de, Link.

Figura 14. Exemplo de aplicação da terceira definição do modelo AHAM.

Definição 4: Um fragmento é uma unidade de conteúdo atômico. É uma tripla $\langle Id, Val, CN \rangle$, em que se tem Identidade do fragmento sendo definido por Id , Val é o valor do conteúdo e CN entende-se por conceito atômico associado ao fragmento.

O fragmento é uma unidade atômica no que tange à adaptação e deve possuir uma estrutura interna significante para o Sistema Hipermídia. Como exemplo, tem-se um trecho de fonte HTML, consistindo em vários parágrafos e, possivelmente, incluindo imagens ou outros objetos.

Definição 5: Uma página é representada pela tripla $\langle SF, C, CT \rangle$, na qual SF é o conjunto de identificadores de fragmentos, C o conceito associado à página e CT representa o construtor da página.

Como mencionado anteriormente, o construtor é uma função de *software* que faz parte do motor de adaptatividade e tem por finalidade construir uma página a partir de seus fragmentos. Cada sistema hipermídia adaptativo pode ser desenvolvido por meio de um

conjunto de construtores que deve ser suficiente para o processo de implementação. Pode ser disponibilizada, ainda, uma linguagem de programação, que possibilite a criação de novos construtores. O construtor pode utilizar regras do modelo de ensino, descrito na definição 8. Essas regras representam o relacionamento explícito entre conceitos.

Um exemplo de construtor padrão é o construtor Seqüência, que coloca fragmentos numa ordem fixa e inclui cada fragmento na página considerando as relações “pré-requisito” e “inibidor”, para verificar se o usuário está apto para a referida informação.

Definição 6: O modelo de domínio é definido por uma tripla $\langle SP, SC, SCR \rangle$, em que SP é conjunto de páginas, SC o conjunto de conceitos e SCR o conjunto de relacionamentos entre conceitos.

As páginas contêm fragmentos e os fragmentos estão associados com conceitos. O modelo de domínio contém toda a informação sobre como o conteúdo é relacionado com os conceitos. As relações entre conceitos indicam que conceitos atômicos compõem os conceitos compostos e que pré-requisitos ou outras relações existem entre eles.

Definição 7: Uma regra pedagógica genérica é uma relação $\langle CT, S \rangle$ entre o tipo de relacionamento CT e S, que indica o(s) valor(es) das relações entre esse Tipo.

A regra pedagógica específica consiste de uma indicação sobre um conjunto de conceitos. Cada indicação designa um valor para algum atributo de um conceito, ou um predicado sobre diversos conceitos. A sintaxe das indicações depende da linguagem suportada pelo Sistema de Hipermissão Adaptativo.

Cada Sistema de Hipermissão Adaptativo (SHA) oferece alguns atributos pré-definidos que, em conjunto, formam o denominado modelo de usuário. O SHA oferece, ainda, algumas regras pedagógicas iniciais para esses atributos.

Definição 8: O modelo de ensino é formalizado por uma tripla $\langle PGR, SGR, SSR \rangle$. Nesta definição, PGR é o conjunto de regras pedagógicas genéricas, SGR é o conjunto de regras pedagógicas definidas pelo autor e SSR define o conjunto de regras pedagógicas específicas.

O modelo de ensino provê uma tradução entre relações, tipos de relações, conceitos e os atributos e predicados definidos no sistema. Quando são utilizados apenas atributos e predicados pré-definidos, o autor pode utilizar construtores oferecidos pelo motor de adaptatividade (que estão previamente definidos). Para poder manipular atributos e predicados definidos pelo autor, é necessário escrever novos construtores. O trabalho de autoria é simplificado se, primeiro, são escritas as regras, que contribuem na determinação do valor de

um único atributo ou predicado, para, depois, utilizar o referido atributo ou predicado no construtor.

Definição 9: Motor de Adaptatividade é o *software* que desempenha as funções a seguir:

- Oferece construtores para páginas genéricas;
- Oferece uma linguagem de programação simples para descrever novos construtores;
- Implementa adaptações mediante a execução dos construtores das páginas;
- Atualiza o modelo de usuário cada vez que o usuário visita a página;
- Mantém um arquivo *Log*² de páginas visitadas.

Definição 10: Um SHA é definido como a quadra <UM, DM, TM, AE>, em que UM define o modelo de usuário, DM é o modelo de domínio, TM o modelo de ensino e, por fim, AE representa o motor de Adaptatividade.

Dadas essas dez definições, é possível notar que o AHAM é um modelo de referência para Sistemas de Hiperídia Adaptativa que descreve as figuras da aplicação no aspecto conceitual. O modelo foi concebido com base no modelo Dexter. A arquitetura de AHAM estende o modelo Dexter, dividindo a camada de armazenamento (*storage layer*) em três partes: modelo de domínio, modelo de usuário e modelo de ensino.

3.3 Modelo de Referência Munich

Munich é um modelo de referência desenvolvido especificamente para SHA. Assim como o AHAM, foi desenvolvido com base no modelo Dexter e possui duas contribuições: o uso de orientação a objetos, para sua formalização, e a apresentação de uma representação gráfica do modelo.

Este modelo possui as mesmas três camadas existentes no modelo Dexter, porém salientando funcionalidades relacionadas aos conceitos de adaptatividade. A inovação do modelo Munich é a inclusão de um modelo de usuário e um modelo de adaptação na camada de armazenamento (*storage*). Isso proporciona uma aquisição dinâmica do comportamento do usuário, bem como uma adaptatividade dinâmica com base em regras especificadas na camada de execução (*runtime*). De acordo com Koch (2002), além do modelo Munich existe apenas outro modelo para aplicações adaptativas, que é o AHAM, descrito na seção anterior deste trabalho.

² Arquivo que armazena os dados referentes a entrada e a saída do usuário na utilização do sistema/ambiente.

O modelo Munich não se baseia em um semiformalismo utilizando tuplas como o AHAM, mas sim em uma base orientada a objetos. Isso permite que, por meio do modelo de referência, tenha-se uma visão mais abrangente da aplicação, tendo um foco de Engenharia de *Software* e não apenas de Banco de Dados, como é o caso do AHAM (KOCH, 2002).

Apesar desse diferencial, a arquitetura do Munich é muito semelhante à do AHAM, pois as duas utilizam estrutura organizada em camadas. O foco do modelo Munich é a descrição formal e visual do modelo de referência. Isto vem sendo muito disseminado, pois torna o modelo de referência mais intuitivo. Essas características motivaram o uso de UML (*Unified Modeling Language*) no desenvolvimento do modelo aqui descrito.

A UML proporciona notação e técnicas (diagramas) para a representação visual, facilitando a representação de conceitos relevantes, a organização desses conceitos e dos relacionamentos existentes. Estes fatores aumentam a compreensão intuitiva. O suporte formal deste modelo de referência é dado com o uso da OCL (*Object Constraint Language*), que é parte da UML, e representa as informações gráficas formalmente por meio de informações semanticamente escritas. O uso da UML no modelo Munich integra um processo de modelagem e desenvolvimento mais amplo, denominado UWE (*UML-based Web Engineering*). UWE inclui um método de projeto e de descrição do processo de desenvolvimento da aplicação adaptativa que cobre todo o seu ciclo de vida (KOCH, 2002), (ANDREJKO, 2005), (KURUC, 2005), (BIELIKOVÁ, 2006), (ZHANG, 2005), (MELIÁ, 2005), (BAUMEISTER, 2005), (KNAPP, 2006).

3.3.1 Arquitetura do Modelo Munich

A arquitetura do modelo Munich preserva a estrutura de três camadas proposta pelo modelo Dexter, descreve a rede de nodos e *links* e os mecanismos de navegação. Entretanto, o modelo Munich estende as funcionalidades das três camadas do Dexter, agregando aspectos relacionados ao modelo de usuário e à adaptatividade (KOCH, 2002). As camadas de execução, armazenamento e a interna aos componentes são apresentadas na figura 15.

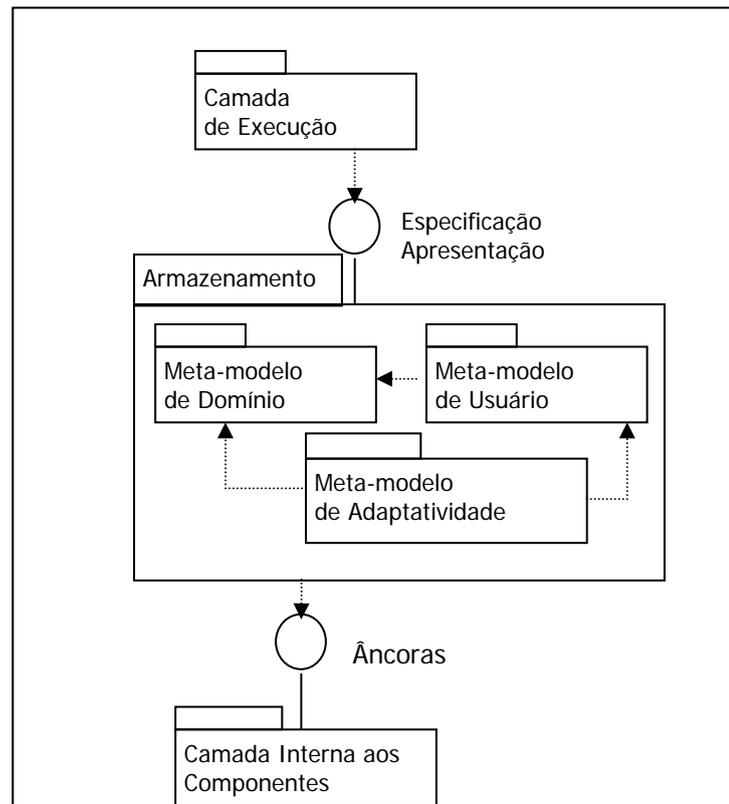


Figura 15. Arquitetura do modelo Dexter. Fonte: Koch (2002).

A camada de execução contém a descrição da apresentação dos nodos e *links*. É responsável pela interação com o usuário, aquisição de conhecimento do usuário e gerenciamento de seções do sistema hipermídia adaptativo.

Como pode ser visualizada na figura 13, a camada de armazenamento possui mais funções do que apenas armazenar as informações do sistema hipermídia adaptativo. Esta camada está dividida em três submodelos, que são o cerne do modelo de referência com foco na adaptatividade. Estes submodelos são (KOCH, 2002):

- Meta-modelo de domínio, que gerencia as estruturas básicas da rede do sistema hipermídia, tendo como foco o relacionamento entre os nodos e a navegação entre eles;
- Meta-modelo de usuário, que gerencia um conjunto de usuários, representados por seus atributos, com o objetivo de personalizar a aplicação;
- Meta-modelo de adaptatividade, que consiste em um conjunto de regras para implementar funcionalidades adaptativas, personalizando a aplicação dinamicamente.

Por fim, tem-se a terceira camada, ou camada interna aos componentes, que relaciona o conteúdo e a estrutura de organização do conteúdo de cada nodo. Tanto o conteúdo como sua forma de estruturação dependem da aplicação que venha a ser desenvolvida.

O grande diferencial do modelo de referência Munich se encontra na camada de armazenamento. A divisão estabelecida, utilizando três submodelos, faz a convergência de conceitos relevantes da área de adaptatividade: meta-modelo de usuário, de domínio e de adaptatividade. Essa integração proporciona a adaptatividade das aplicações que seguem o modelo Munich. Dada a relevância desta camada, a próxima seção descreve a modelagem destes três submodelos.

3.3.2 Camada de Armazenamento do Modelo Munich

A camada de armazenamento do modelo de referência Munich contém três abordagens importantes para o desenvolvimento de um sistema hipermídia adaptativo. São elas: estruturação do perfil do usuário, estruturação dos conteúdos em uma rede de nodos e *links* e desenvolvimento e aplicação das regras para a base de adaptatividade (KOCH, 2002).

O Munich propõe uma abstração que resume as principais funcionalidades que estas abordagens devem possuir. A modelagem deve ser utilizada antes do início do processo de desenvolvimento do sistema hipermídia adaptativo. Sua utilização traz, para a equipe desenvolvedora, a oportunidade de reutilizar partes do código implementado em aplicações futuras.

Ao propor uma visão baseada em meta-modelos, o Munich não impõe o uso de um determinado modelo de usuário ou modelo de domínio. O Munich simplesmente define que é relevante o uso e a fundamentação destes modelos, porém não restringe a utilização de um determinado modelo. O uso de UML neste processo de modelagem auxilia as etapas de análise e projeto da aplicação, provendo os diagramas adequados para o desenvolvimento e também funções, ou construtores, que podem ser utilizados na implementação.

Nesta seção, serão utilizados exemplos explorando o domínio da matemática (operação de adição) para exemplificar e instanciar os meta-modelos propostos por Koch (2002). Descrições detalhadas sobre os meta-modelos serão expostas no capítulo 6 deste trabalho.

3.3.3 O Meta-modelo de Domínio

O meta-modelo de domínio descreve a estrutura de um domínio hipermídia como se este fosse um conjunto finito de componentes que trabalham com três operações básicas: construir, recuperar ou acessar um determinado componente (KOCH, 2002).

Um componente é uma abstração de um item do domínio de conhecimento; deve possuir um identificador único que possibilita sua manipulação e pode ser instanciado de duas maneiras: como um elemento único (átomo) ou como um conjunto de outros componentes (composição).

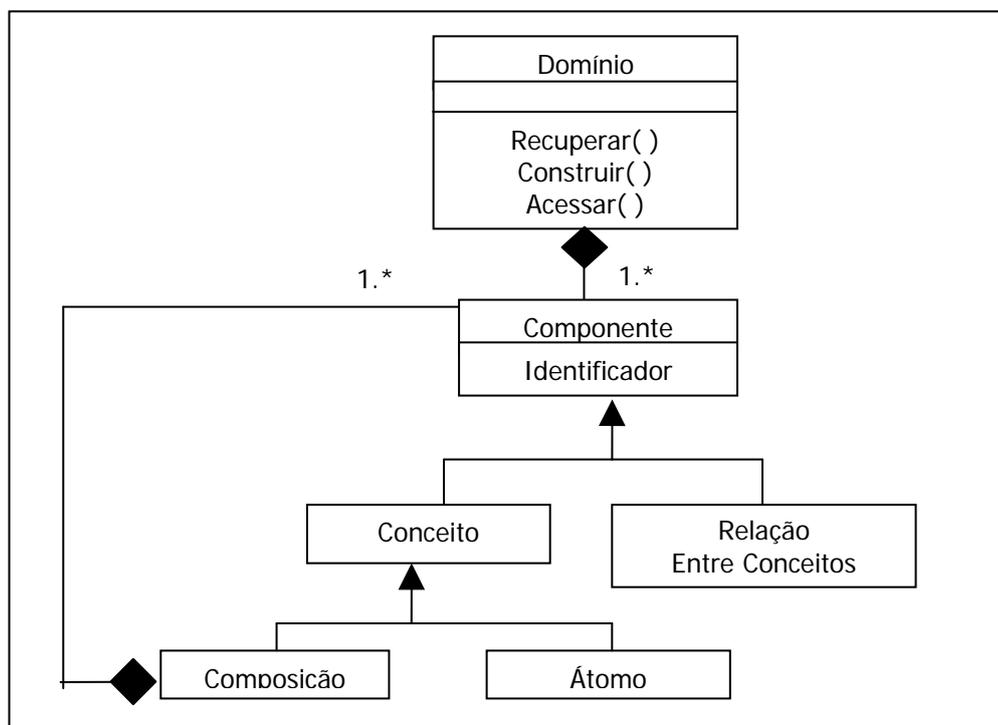


Figura 16. Meta-modelo de domínio representado em UML. Fonte: Koch (2002).

Um resumo das principais classes abordadas no meta-modelo de domínio proposto no Munich pode ser visualizado na figura 16. Uma instância utilizando o meta-modelo de domínio proposto pode ser visualizada na figura 17.

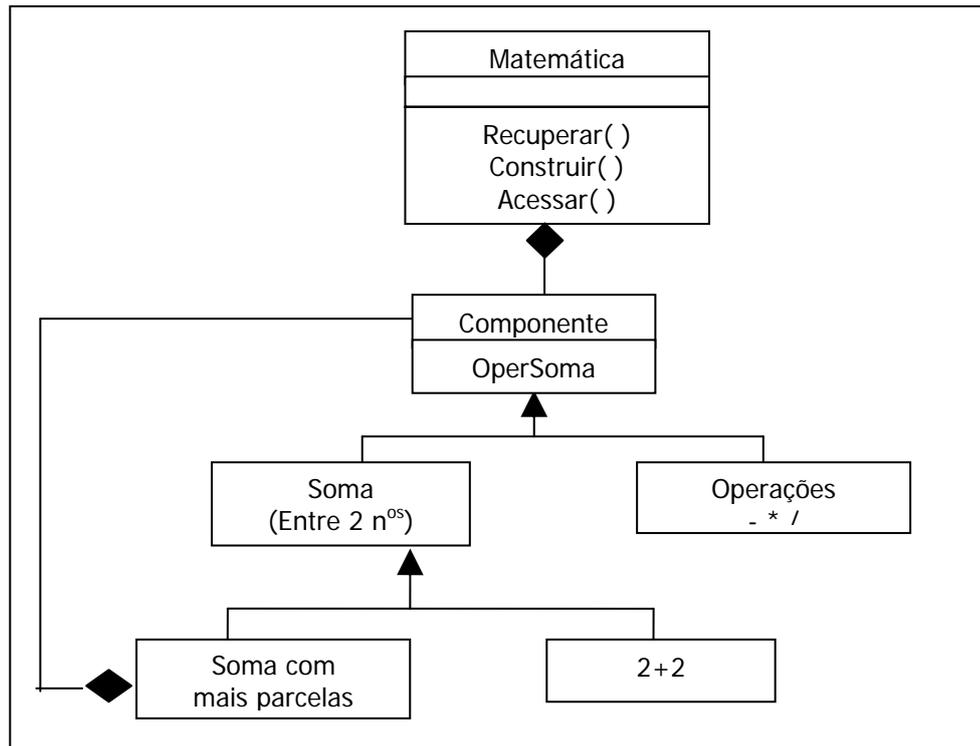


Figura 17. Instância do meta-modelo proposto.

De acordo com a figura 17, observa-se que o domínio matemática é formado por um componente (uma classe definida em UML), denominado OperSoma, que representa a operação de adição. Este componente pode assumir duas situações: a soma entre dois números, que representa o conceito abordado propriamente, ou as relações existentes entre outros conceitos (que podem ser as relações existentes entre os demais operadores aritméticos). O conceito, no domínio proposto, pode ser um átomo que, aqui, é representado por uma soma simples ou uma composição, que pode ser, neste domínio, a modelagem de uma soma com mais de duas parcelas.

3.3.4 Meta-modelo de Usuário

O meta-modelo de usuário descreve a estrutura de um modelo individual de cada usuário e como ele deve ser gerenciado. Não se prende a um tipo de definição de modelo de usuário, tal como modelo de estereótipo ou de sobreposição. É um subsistema da classe Gerenciador do Usuário e esse meta-modelo possui um relacionamento com o meta-modelo de domínio com a finalidade de registrar o desempenho do usuário durante a navegação nos componentes do domínio. O usuário possui um número de identificação único e possui

atributos que podem ser características relevantes para o meta-modelo. Na figura 18 é apresentado o diagrama em UML de algumas classes do meta-modelo de usuário (KOCH, 2002).

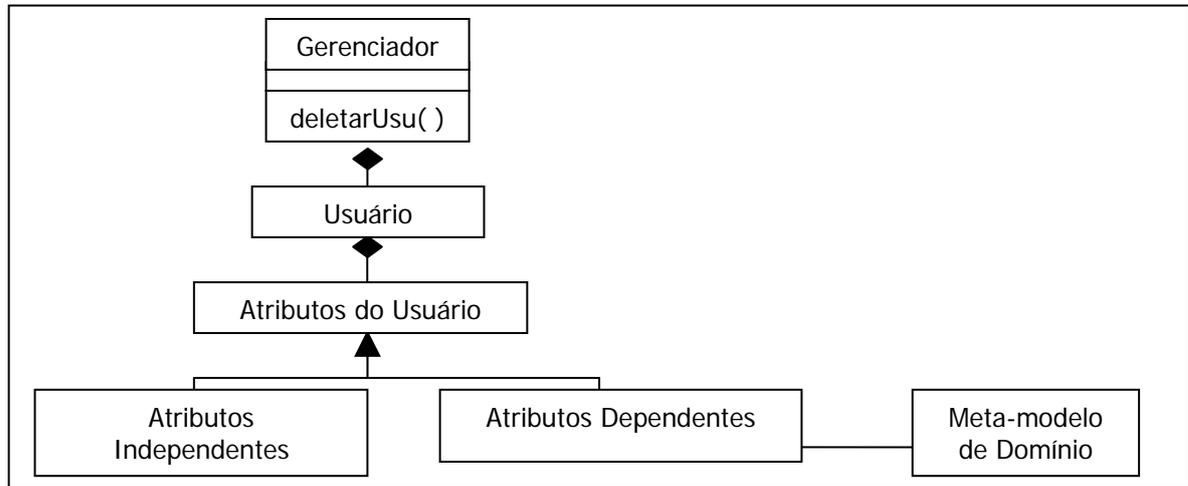


Figura 18. Diagrama em UML do meta-modelo de usuário. Fonte: Koch (2002).

A figura 19 apresenta um exemplo de aplicação do meta-modelo de usuário. Os atributos independentes referem-se ao conhecimento que o usuário possui e que não está relacionado com o domínio do sistema hipermídia adaptativo. Os atributos dependentes estão relacionados com o domínio e, principalmente, com o modo como o usuário desempenha suas atividades relativas ao domínio, como acertos e erros em exercícios.

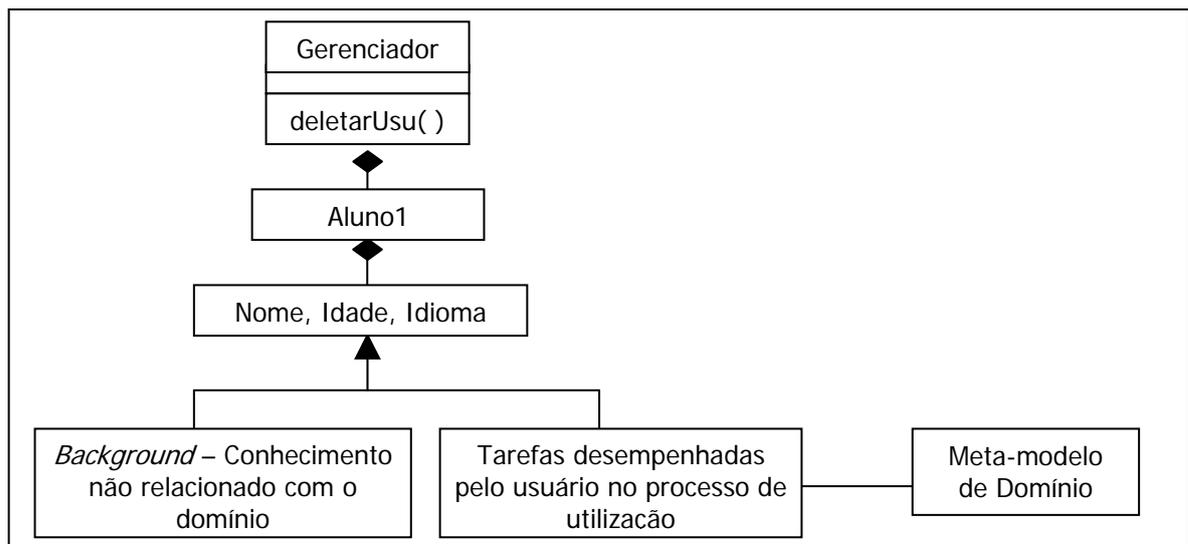


Figura 19. Exemplo de aplicação do meta-modelo de usuário

3.3.5 Meta-modelo de Adaptatividade

A adaptatividade é provida por um conjunto de regras, assim como na maioria dos sistemas hipermídia adaptativos. Essas regras determinam como as páginas são construídas e como elas são apresentadas para o usuário. O diagrama UML que representa as classes mais relevantes para a adaptatividade neste meta-modelo está na figura 20.

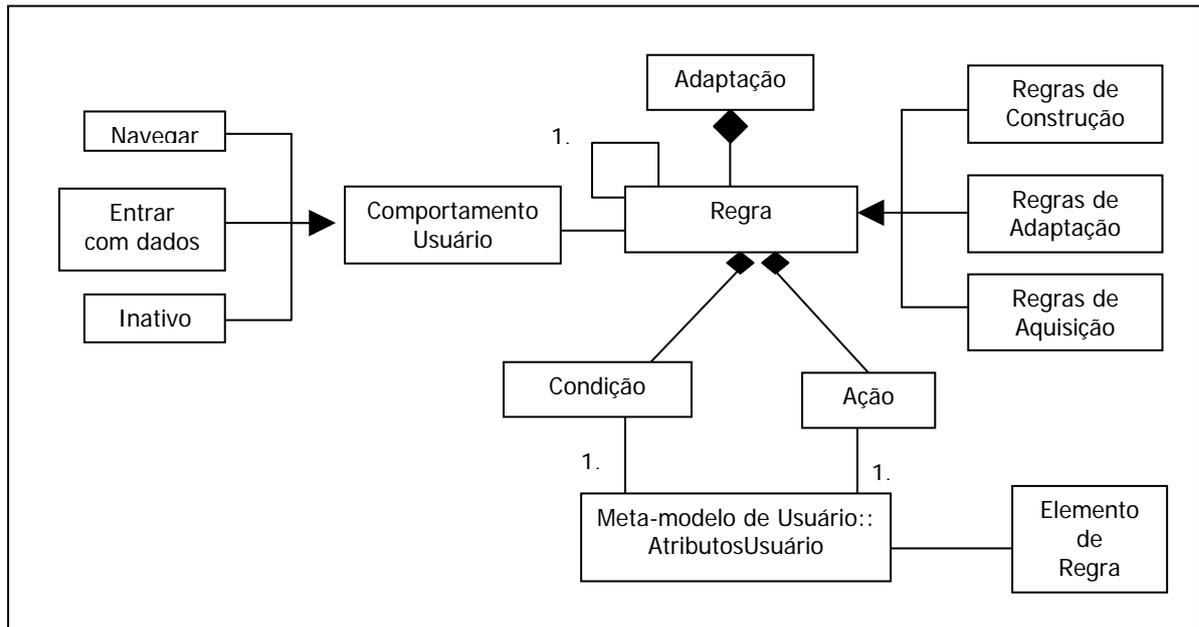


Figura 20. Diagrama em UML do meta-modelo de adaptatividade. Fonte: Koch (2002).

As regras formam o elemento principal do meta-modelo de adaptatividade e, por meio delas, é possível verificar o comportamento do usuário (que está dividido em três classes: navegação, entrada de dados e inatividade). Tanto as condições como as ações disparadas pelas regras estão relacionadas com os atributos do usuário que constam no meta-modelo de usuário (KOCH, 2002).

Um exemplo de definição de regra que pode ser utilizada para o meta-modelo de adaptatividade aparece na figura 21.

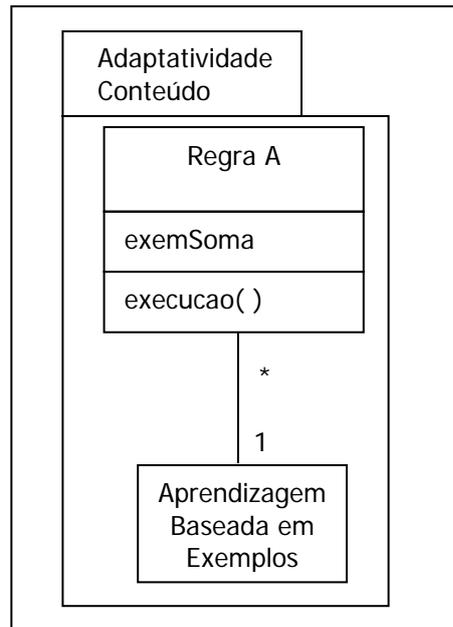


Figura 21. Exemplo de diagrama UML de regra de adaptatividade

As regras são baseadas nos comportamentos do usuário, que, no meta-modelo de usuário, estão listados nos atributos ditos dependentes. Se o comportamento do usuário aponta aprendizagem por Exemplos, então se esconde a teoria e são mostrados os conteúdos relativos aos exemplos. Esse método também é conhecido por Adaptatividade de Conteúdo (KOCH, 2000), e utiliza uma técnica designada por Conteúdo Variante, ou Variantes de Explicação.

O presente capítulo conceituou modelo de referência para SHA. Além disso, apresentou dois modelos de referência: Munich (KOCH, 2002) e AHAM (DE BRA, 1998), que derivam do modelo DEXTER (HALASZ, 1990), considerado o precursor dos modelos de referência. Como a proposta dessa pesquisa é a extensão de um modelo de referência, destaca-se, então, a relevância do referencial teórico aqui detalhado. Além do estudo sobre modelos de referência, é necessário estabelecer definições e conceitos sobre estilos cognitivos em ambientes de ensino a distância, que serão abordadas no próximo capítulo.

4 Estilos Cognitivos e Ensino a Distância

O termo “estilo cognitivo” foi cunhado por Allport (1937) para designar abordagens individuais utilizadas na resolução de problemas, recepção e recuperação de informações memorizadas. Embora autores apresentem visões redundantes ou conflitantes, dêem nomes diferentes para o mesmo estilo, discordem nas definições dos conceitos de estilos, habilidades e estratégias, busquem seus próprios instrumentos de reconhecimento, é possível observar aspectos comuns nas suas abordagens. Esta seção aborda diferentes autores e suas concepções de estilo cognitivo para apoiar a escolha dos estilos cognitivos a serem utilizados na extensão proposta do modelo de referência de Munich.

Como dito anteriormente, o termo estilo cognitivo surgiu no final da década de 1930. Foi bastante influenciado pelo movimento *New Look* (WITKIN, 1981), surgido do interesse existente sobre fatores pessoais e sociais na percepção. Este movimento fez uma tentativa de restabelecer o enfoque sobre o indivíduo em estudos de percepção, cujas abordagens para compreensão de como os indivíduos recebem e processam informações têm consolidado a base de muitas pesquisas subsequentes (FIERRO, 1990), (DUFRESNE, 1997), (BARIANI, 2000), (STASH, 2004), (GELLER, 2004).

Os estilos cognitivos caracterizam heurísticas de alto nível que organizam e gerenciam o comportamento do indivíduo, durante a sua aprendizagem. O estilo cognitivo de aprendizagem é uma das características mais estáveis do indivíduo (DUFRESNE, 1997) e se apresenta em padrões invariantes e individuais ou, pelo menos, padrões bastante estáveis de processamento da informação (FIERRO, 1990). A estabilidade de um estilo cognitivo se manifesta nas hierarquias de utilização de processos de tratamento da informação e das estratégias próprias que o aprendiz utiliza quando adquire uma nova informação.

De acordo com Messick (1976), os estilos cognitivos se referem ao meio preferido pelo qual um indivíduo processa a informação. Ao contrário das diferenças individuais nas capacidades (por exemplo, as citadas por: Gardner, Guilford, Sternberg), que descrevem o desempenho máximo, os estilos descrevem o modo típico de uma pessoa pensar, lembrar ou resolver problemas. Além disso, os estilos são normalmente considerados para serem dimensões bipolares, enquanto que as capacidades são unipolares (variando de zero até um valor máximo). Ter mais de uma capacidade é usualmente considerado benéfico, enquanto ter um estilo cognitivo particular simplesmente denota uma tendência para se comportar de certa

maneira. O estilo cognitivo é normalmente descrito como uma dimensão da personalidade que influencia atitudes, valores e interação social (MESSICK, 1976).

Vários estilos cognitivos foram identificados e estudados ao longo dos anos. Um deles, o que compara a independência com a dependência de campo é provavelmente o estilo mais conhecido. Ele se refere à tendência para abordar o meio de um modo analítico ou global. Em um nível perceptivo, as personalidades, independentes de campo, são capazes de distinguir as figuras como distintas de seus planos de fundo quando comparadas aos indivíduos dependentes de campo, que experimentam os eventos de um modo indiferenciado. Além disso, os indivíduos dependentes de campo têm uma maior orientação social no que diz respeito às personalidades independentes de campo.

Segundo Messick (1976), há um número de conexões entre este estilo cognitivo e o aprendizado. Por exemplo: indivíduos independentes de campo são prováveis para aprender efetivamente sob condições de motivação intrínsecas (isto é, estudar sozinho) e são menos influenciados pelo reforço social.

Existem nove dimensões que definem os estilos cognitivos (MESSICK, 1976):

1. Independência de Campo versus Dependência de Campo;
2. Discriminação ou Mapeamento;
3. Amplitude ou extensão de Conceito;
4. Estilo Conceitual;
5. Complexidade cognitiva versus Simplicidade Cognitiva;
6. Reflexão versus Impulsividade;
7. Monotonia versus Agudeza;
8. Controle restrito versus Flexível e,
9. Tolerância pelo incongruente ou experiências irreais.

Para Messick (1984), os estilos cognitivos são profundamente enraizados na própria personalidade do sujeito; estão entrelaçados com a estrutura afetiva, temperamental e motivacional como parte da personalidade total.

Esta quantidade de estilos definidos por Messick (1976) revela que diferenças individuais de aprendizado podem ser abordadas de formas diferentes. Porém, Kogan (1971) conclui, em suas pesquisas, que da lista original de Messick de nove estilos, cinco não apresentavam implicações educacionais ou instrutivas, enquanto apenas dois apresentavam implicações em relação a crianças e nenhum deles apresentava implicações claras com relação

ao aprendizado adulto. Em contrapartida, Kogan (1971) conclui que a dimensão independência de campo versus dependência de campo (MESSICK, 1976) é relevante para a pesquisa sobre a interação entre variáveis do estilo cognitivo e o enfoque instrutivo. Pesquisas posteriores sobre estilos cognitivos (HARVEY, 1961), (KOGAN, 1964) também identificaram a dependência/independência de campo como potencialmente significativa.

Aproximadamente uma década após seus primeiros estudos, Messick (1984) considera que a contribuição dos estilos cognitivos à educação tem sido limitada e de difícil implementação. Porém, ressalta o fato de a dependência/independência de campo ser ainda particularmente promissora para investigações futuras. Propõe, nessa mesma obra (MESSICK, 1984), três concepções alternativas para as diferentes conceitualizações de estilos cognitivos.

Na primeira, são descritas como propriedade estrutural do próprio sistema cognitivo as diferenças individuais da estrutura cognitiva, que são referentes ao grau de diferenciação conceitual, de discriminação ou ao grau de articulação ou, ainda, ao grau da integração hierárquica das unidades cognitivas.

A segunda concepção entende os estilos cognitivos como modos característicos autoconsistentes de percepção, recordação, pensamento e solução de problema. Finalmente, na terceira concepção, estilos são definidos como preferências cognitivas, referindo-se ao modo característico com que as pessoas preferem conceituar e organizar os estímulos do mundo.

Há concordância entre os autores sobre o fato de que os diferentes conceitos não implicam em nível de habilidade ou capacidade. Não se trata de uma habilidade em si mesma e sim do modo preferencial de alguém usar habilidades, não havendo estilos bons ou maus, apenas diferentes estilos. Consideram, também, que os estilos cognitivos, ou pelo menos algumas dimensões de estilos, desenvolvem-se experiencial e lentamente, não parecendo ser facilmente modificáveis por instrução ou treinamento específicos.

Em geral, os estudiosos (BARIANI, 2000) não têm tratado da totalidade das dimensões de estilos cognitivos descritas na literatura, limitando-se, em suas investigações, a algumas delas. Nesta pesquisa serão descritas as duas dimensões de estilos que têm sido mais estudadas. Estas dimensões podem ser obtidas na íntegra nas obras de Messick (MESSICK, 1976), (MESSICK, 1984).

1. *Dependência – Independência de Campo*

- Dependência de campo: Indivíduos com campo dependente contam com uma estrutura externa de referência e, assim, preferem conteúdo e seqüência previamente organizados. Requerem mais reforço extrínseco; são hábeis em situações que exigem percepção pessoal e habilidades interpessoais; preferem uma interação professor-aluno mais informal e gostam de aprender em grupo; demonstram, ainda, dificuldade para avaliar criticamente as pessoas;
- Independência de campo: As pessoas com campo independente contam com uma estrutura interna de referência, preferindo envolver-se na organização e seqüenciação de conteúdos. Respondem a reforçamento intrínseco; saem-se melhor em situações que requerem uma análise impessoal; facilmente corrigem os outros e expõem por que erraram; preocupam-se mais com o conteúdo do que com a interação professor-aluno e preferem aprender independentemente e individualizadamente.

2. *Impulsividade – Reflexividade de resposta*

- Impulsividade: Apresentam melhor desempenho em tarefas que requerem processos globais. Detêm-se pouco em ponderação e organização prévia a uma resposta;
- Reflexividade: Os indivíduos têm melhor desempenho em tarefas que requerem processos detalhados. Seus pensamentos são mais organizados, seqüenciados e há ponderação prévia para suas respostas.

3. *Convergência – Divergência de Pensamento*

- Pensamento convergente: O pensamento convergente identifica-se com pensamento lógico, com raciocínio. As pessoas de pensamento convergente são hábeis em lidar com problemas que requerem uma clara resposta convencional (uma solução correta), a partir das informações fornecidas. Preferem problemas formais e tarefas melhor estruturadas, que demandam mais as habilidades lógicas. São inibidos emocionalmente, sendo identificados como mais conformistas, disciplinados e conservadores;
- Pensamento divergente: É associado à criatividade, a respostas imaginativas, originais e fluentes. Os indivíduos preferem problemas informais, sendo hábeis em tratar de problemas que demandam a generalização de várias respostas igualmente aceitáveis, nas quais a ênfase é na quantidade, variedade e originalidade das respostas. Socialmente, são considerados como irritados, disruptivos e até ameaçadores.

4. *Holista – Serialista*

- **Holista:** Os indivíduos holistas dão maior ênfase ao contexto global desde o início de uma tarefa; preferem examinar uma grande quantidade de dados, buscando padrões e relações entre eles. Usam hipóteses mais complexas, às quais combinam diversos dados;
- **Serialista:** Os serialistas dão maior ênfase aos tópicos separados e em seqüências lógicas, buscando padrões e relações somente mais tarde no processo, para confirmar ou não suas hipóteses. Assim, usam hipóteses mais simples e uma abordagem lógico-linear (de uma hipótese para a próxima, passo a passo).

Sabe-se que, em Geller (2004), foram utilizados estes quatro estilos cognitivos para desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Aprendizagem. Estes estilos também servem como base para as pesquisas de inserção da abordagem de estilos cognitivos no AHA! (STASH, 2004). A próxima seção apresenta exemplos de sistemas de educação a distância, tanto adaptativos como não adaptativos, que utilizam conceitos de estilos cognitivos.

4.1 Utilização de Estilos Cognitivos no EAD

Como visto anteriormente, os estilos cognitivos possuem diversas definições; porém, independente das classificações adotadas, são instrumentos importantes para garantir a adaptatividade de várias aplicações de ensino a distância. Nesta seção, estão descritas algumas experiências de utilização.

4.1.1 *Estilos Cognitivos e Ambiente Virtual de Aprendizagem*

Apesar da existência de várias classificações e conceituações para estilos cognitivos ou estilos de aprendizagem, de acordo com Geller (2004), diferentes conceitos para os estilos cognitivos não implicam em níveis de habilidade, capacidade ou inteligência. Sendo assim, não existe um estilo considerado positivo ou negativo, existem diferentes formas de utilizar habilidades e formas diversas utilizadas pelos indivíduos para compreender um mesmo tema. Por este motivo, na pesquisa desenvolvida por Geller (2004), o estudo enfocou quatro dimensões de estilo cognitivo, que são: Independência de Campo, Impulsividade-Reflexividade de Resposta, Convergência-Divergência de Pensamento e Holista-Serialista, explicitados anteriormente no presente capítulo.

De acordo com Geller (2004), o objetivo inicial da pesquisa foi determinar identificadores para, posteriormente, modelar um *framework* cujo objetivo principal é a adaptação de um AVA. Este AVA utiliza técnicas de hipermídia adaptativa, explicitadas no capítulo 3, considerando os estilos cognitivos predominantes dos alunos de um determinado curso a distância.

A adaptação proposta por Geller (2004) é feita através da criação de um curso a distância inserido pelo professor no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Agregado ao ambiente virtual existe um questionário que deve obrigatoriamente ser preenchido por todos os alunos ao iniciarem o curso. Esse questionário tem como função identificar o estilo cognitivo predominante do aluno. Essa identificação servirá para indicar quais as ferramentas, os materiais preferenciais e as estratégias de ensino mais adequadas ao estilo cognitivo de cada aluno.

É importante salientar que a indicação tanto das ferramentas quanto dos materiais e das estratégias de ensino vem ao encontro de priorizá-los no momento inicial do curso, a fim de que o aluno se familiarize com o ambiente que será utilizado no decorrer do curso. Essas indicações especificam ferramentas virtuais de comunicação, formatos do material utilizado e estratégias de ensino de forma preferencial, mas não exclusiva.

Cabe ao professor criar um novo curso e informar suas características gerais, como: data de início e fim do curso, indicação de leituras e atividades, sugestão de temas para os fóruns de discussão, entre outros. Outro ponto que compete ao professor é a definição de um novo momento para o aluno responder novamente o instrumento que identifica o estilo cognitivo predominante, entendendo que os alunos do curso podem alterar suas preferências em relação ao ambiente virtual, após terem se tornado usuários dele. Cabe ao aluno obrigatoriamente preencher o instrumento de identificação do estilo cognitivo predominante que lhe permitirá acessar ao curso.

A função do sistema é identificar os estilos cognitivos predominantes dos alunos, relacionando estes estilos aos alunos, formando os seguintes grupos: holista, serialista, reflexividade de resposta e divergência de pensamento.

As estratégias de ensino são sugestões ao professor para que ele encaminhe atividades, tarefas, leituras no curso através de: pesquisa na Internet, questionários, resenhas e desafios. Dessa forma, o sistema ao identificar alunos pertencentes a um estilo cognitivo predominante dará prioridade às ferramentas de comunicação correio eletrônico e bate-papo, buscando igualmente o material e as estratégias de ensino indicados para esse grupo.

A pesquisa desenvolvida por Geller (2004) trabalha com estilos cognitivos predominantes e, para defini-los no AVA proposto, foram feitas pesquisas nos registros de cada sujeito da pesquisa.

O modelo de análise proposto na pesquisa de Geller (2004) permitiu que se extraísse das ferramentas de comunicação Perfil, Diário e Bate-papo características dos estilos cognitivos predominantes dos sujeitos da pesquisa, através da análise de conteúdo, tendo como unidade de análise o posicionamento do aluno que refletisse suas preferências em relação ao seu próprio processo de aprendizagem e à ação do professor nesse processo. Esse posicionamento foi analisado através de diálogos ocorridos entre o aluno e o formador, entre os alunos ou, ainda, entre o aluno e a pesquisadora, registrados nas diferentes ferramentas de comunicação virtuais já mencionadas.

Após a tabulação dos dados, a primeira categoria foi definida. Esta categoria está relacionada ao fato de que os sujeitos da pesquisa, de modo geral, são diferentes entre si quanto ao modo de pensar, de resolver problemas, de relacionar-se com colegas e com professores a distância. Nessa categoria, foi dada total atenção às características de cada dimensão dos estilos cognitivos predominantes já identificados. Foram importantes, para se chegar a essa categoria, expressões como “concordo / não concordo”, “gosto / não gosto”, “prefiro / não prefiro”, “tenho interesse / não tenho interesse”, as quais salientavam o tipo de posicionamento de cada sujeito da pesquisa frente à sua postura pedagógica e suas preferências em relação ao processo de ensino e aprendizagem em um ambiente virtual de aprendizagem.

A segunda categoria escolhida em Geller (2004) foi denominada de ação aluno/professor no espaço virtual. Nessa categoria, foram observados os objetivos do curso a distância (do qual participaram os sujeitos dessa pesquisa), os conteúdos trabalhados, o papel do professor no processo de EaD e a visão dos participantes em relação aos aspectos de autonomia e cooperação no ambiente virtual que mediou todo o curso. Os extratos utilizados nessa categoria foram retirados de bate-papos entre a pesquisadora e os sujeitos de pesquisa e serviram para ilustrar o entendimento estabelecido da ação do aluno e do professor durante o processo de investigação.

Foram relacionadas as duas categorias supracitadas (GELLER, 2004), denominadas estilos cognitivos predominantes e ação aluno/professor no espaço virtual. Com esta tentativa, percebeu-se que existem comportamentos sociais diferenciados em sujeitos que apresentam o mesmo estilo cognitivo predominante, fortalecendo o entendimento de que os sujeitos

carregam consigo aspectos subjetivos como atitudes, posturas, predileções. Para a adaptação proposta no modelo de Geller (2004), a escolha recaiu sobre o método de explicação variante (citada no capítulo 3 dessa tese), pois esse método busca mostrar ou esconder partes da informação, armazenando diversas variantes de um mesmo conteúdo, apresentando as que correspondem ao interesse do usuário.

A adaptação do ambiente virtual, então, é realizada através dos cursos inseridos pelos professores. A técnica de página variante foi utilizada para que o professor fizesse a inserção e manutenção de duas ou mais páginas para cada conceito, descrevendo-o de formas distintas, cada uma delas adaptada a uma classe de usuário.

A partir das análises dos registros das ferramentas Perfil, Diário e Bate Papo do ambiente virtual que mediou o curso a distância e dos bate-papos realizados através da ferramenta *Ms-Chat* com cada participante da pesquisa, foi possível definir uma série de indicadores para propor a adaptação de um ambiente virtual de aprendizagem aos estilos cognitivos predominantes desses sujeitos (GELLER, 2004). Esses indicadores foram definidos como: Organização do conteúdo, Ferramentas de comunicação e Ação do professor/aluno, sendo descritos mais detalhadamente na Tabela 1.

Holista
<ul style="list-style-type: none"> • Organização do conteúdo: Texto: artigo, <i>links</i>, <i>sites</i> de busca, livro. Imagem: diagrama. • Ferramentas de comunicação: bate-papo, correio eletrônico. • Ação do professor/aluno: o aluno tem motivação intrínseca. O professor deve propor pesquisas na Internet e compartilhar resultados com o grupo.
Reflexividade de resposta
<ul style="list-style-type: none"> • Organização do conteúdo: Texto: tutorial, livro, capítulos de livros, artigos. Imagem: gráfico, diagrama. • Ferramentas de comunicação: fórum, correio eletrônico, lista de discussão. • Ação do professor/aluno: o professor deve propor atividades em forma de questionários, solicitar resenhas críticas.
Serialista
<ul style="list-style-type: none"> • Organização do conteúdo: Texto: apostila, tutorial, tópicos. Imagem: gráficos, desenhos sequenciais. • Ferramentas de comunicação: bate-papo, fórum. • Ação do professor/aluno: o aluno deve ser motivado pelo grupo e pelo professor. O professor deve propor atividades em forma de questionário.
Divergência
<ul style="list-style-type: none"> • Organização do conteúdo: Texto: <i>links</i>, <i>site</i> de busca, tópicos. Imagem: gráfico, diagramas. • Ferramentas de comunicação: fórum, correio eletrônico, lista de discussão. • Ação do professor/aluno: o aluno tem motivação intrínseca. O professor deve promover constantes desafios.

Tabela 1. Indicadores para adaptação do ambiente virtual, segundo estilos cognitivos predominantes.

Fonte: Geller (2004)

Existe, ainda, a possibilidade de o aluno apresentar estilo cognitivo predominante sobrepostos ou concomitantes, ou seja, ter mais de um estilo predominante em igual ordem de importância. Acontecendo isso, o sistema deve possibilitar a mescla dos recursos definidos para os diferentes estilos. Após esta identificação, o sistema adapta o curso em relação ao conteúdo apresentado, as ferramentas de comunicação disponíveis no ambiente e as estratégias de ensino priorizadas pelo professor, de acordo com os estilos cognitivos predominantes.

No *framework* proposto, que foi modelado com UML, o curso original é o curso inserido pelo professor, contendo todo o material, as ferramentas de comunicação e as estratégias a serem utilizados, independente dos estilos cognitivos do grupo de alunos.

4.1.2 Estilos Cognitivos e Sistema Hiperídia Adaptativo

Segundo Brown (2005), o fato de os estilos cognitivos ou estilos de aprendizagem serem utilizados em sistemas hiperídia adaptativos educacionais (SHAE), mesmo com certas limitações, é promissor e assegura que a eficácia desses sistemas pode aumentar no futuro. Porém, o autor ressalta que, apesar da utilização de estilos cognitivos, sabe-se que a maioria dos SHAE ainda utiliza uma arquitetura que prevê o processo de adaptação totalmente dependente dos demais modelos do SHAE, não criando uma estrutura própria para esta finalidade.

Como a especificação dos estilos cognitivos é mais complexa do que as bases de estratégia de conhecimento já adotadas (nos SHAE atuais), o fato de o processo de adaptação, utilizando estilos cognitivos, permanecer dependente dos demais modelos do SHAE pode comprometer a reusabilidade do sistema.

Essa é uma das razões que favorecem o estudo e a criação de padrões, modelos de referência para AEH. É interessante iniciar esses modelos de referência tendo como base as dimensões de Adaptação; assim, há que se considerar os estilos cognitivos a fim de detalhar os passos de modelagem e implementação, que são requeridos nas estratégias instrucionais correspondentes a um estilo cognitivo em particular (BROWN, 2005), (CRISTEA, 2006), (STASH, 2006).

Na pesquisa realizada por Brown (2005), são apontados vários tipos diferentes de estilos cognitivos, conforme já discutido no presente capítulo desta tese. Porém, o autor apresenta um panorama geral sobre SHAE e estilos cognitivos, apresentado na tabela 2.

Dentre os modelos de estilos cognitivos adotados nos trabalhos listados na tabela 2, o de Witkin & Goodenough (1981) é fortemente baseado no uso da dimensão Dependência/Independência de Campo, definida inicialmente por Messick (1976), e já explorada no presente capítulo.

SHAE	Modelo de Estilo Cognitivo Adotado
AES-CS (TRANTAFILLOU, 2002)	Dependência e Independência de Campo (WITKIN; GOODENOUGH, 1981); (MESSICK, 1976)
iWeaver (WOLF, 2002)	Modelo de Estilo Cognitivo Dunn and Dunn's (DUNN & DUNN, 1978)
INSPIRE (GRIGORIADOU, 2001)	Teoria de aprendizagem experimental de Kolb (KOLB, 1984)
AHA! (DE BRA et al., 2003; Stash et al.,2004)	Questionário de Estilo Cognitivo de Honey and Mumford's (HONEY; MUMFORD, 1992)
MOT (STASH et al.,2004)	
CS383 (CARVER, 1999)	
ILASH (BAJRAKTAREVIC, 2003)	
TANGOW - extended version (PAREDES; RODRIGUEZ, 2003)	Inventário de Estilo Cognitivo de Felder-Soloman (FELDER & SOLOMAN, 2004)
WHURLE (BROWN & BRAILSFORD, 2004)	

Tabela 2. Panorama geral sobre estilos cognitivos e SHAE. Fonte: Brown (2005).

O sistema AES-CS se apropria das definições destas teorias para a implementação de seus estilos cognitivos. A figura 22 contém dois exemplos de tela do AES-CS (TRANTAFILLOU, 2002) mostrando a diferença da abordagem para os aprendizes dependentes e independentes de campo.

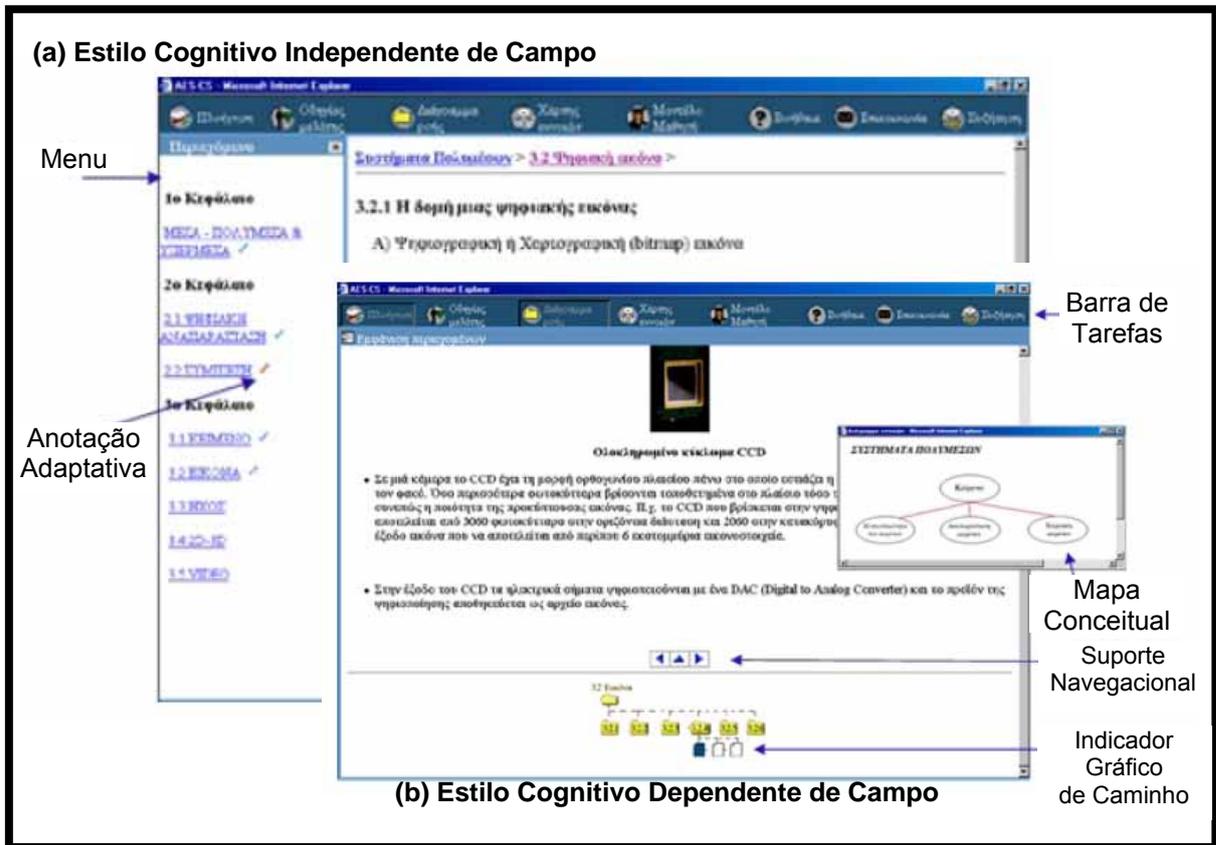


Figura 22. Exemplo de Telas do AES-CS. Fonte: Triantafyllou, (2002)

Os recursos adotados pelo SHAE AES-CS para os aprendizes com estilo cognitivo Independente de Campo podem ser notados na figura 22 (a), que apresenta o menu lateral com uso de duas técnicas de adaptação: Ordenação Adaptativa e Anotação Adaptativa. Já na figura 22 (b) são mostrados os recursos utilizados pelo SHAE para os aprendizes com estilo cognitivo dependente de campo. Para este estilo, diversos recursos são adotados, tais como: a habilitação da barra de tarefas na porção superior da tela; a possibilidade de se abrir, na forma de janela *pop-up*, o mapa conceitual do domínio que está sendo estudado pelo aprendiz; o uso de setas de navegação, na porção inferior da tela, e, ainda nesta região da tela, um recurso intitulado ‘indicador gráfico de caminho’, que exhibe, na forma de figura, um mapa de navegação para localizar a página, ou conceito, que está sendo focada pelo aprendiz.

O modelo proposto por Dunn & Dunn (1978) utiliza preferências instrucionais do aprendiz (DUNN, 1995). Para tal, incorpora determinadas premissas, como: todos possuem motivações, porém diferentes pessoas possuem diferentes motivações; a maioria dos indivíduos pode aprender; ambientes instrucionais e recursos didáticos respondem a diferentes motivações; preferências individuais de aprendizagem existem e podem ser mensuradas. De

acordo com Cspo (2007), estes itens existentes no modelo de Dunn & Dunn (1978) identificam e utilizam as características do processo de aprendizagem.

Os estilos adotados por Dunn & Dunn (1978) são: Auditivo; Visual, dividido em texto e imagem; Sinestésico Tátil, prefere fazer contato físico; Sinestésico Interno, prefere fazer conexões entre conceitos e aprendizagens passadas; Impulsivo, tenta resoluções diretamente antes de realizar uma leitura; Reflexivo, pensa sobre o problema antes de partir para sua resolução; Global, preferência por ter uma visão geral do conceito e, posteriormente, trabalhar com as particularidades; Analítico, aborda o entendimento com base em uma seqüência de atividades ou passos.

Uma das aplicações que utiliza este modelo é iWeaver (WOLF, 2002). Na figura 23, são apresentadas duas formas de conteúdo utilizadas pelo iWeaver, tomando, como princípio, os estilos Auditivo e Visual (com preferência à imagens).

A figura 23 (a) mostra conteúdo explicativo que privilegia aprendizes com estilo cognitivo visual. A explicação tratada nesta situação aborda um exemplo de programação em linguagem Java, que utiliza uma animação como metáfora para explicar o uso de uma estrutura de programação condicional. A idéia desta forma de abordagem do conteúdo é permitir que o aprendiz construa uma imagem mental com base no que ele visualiza na tela.

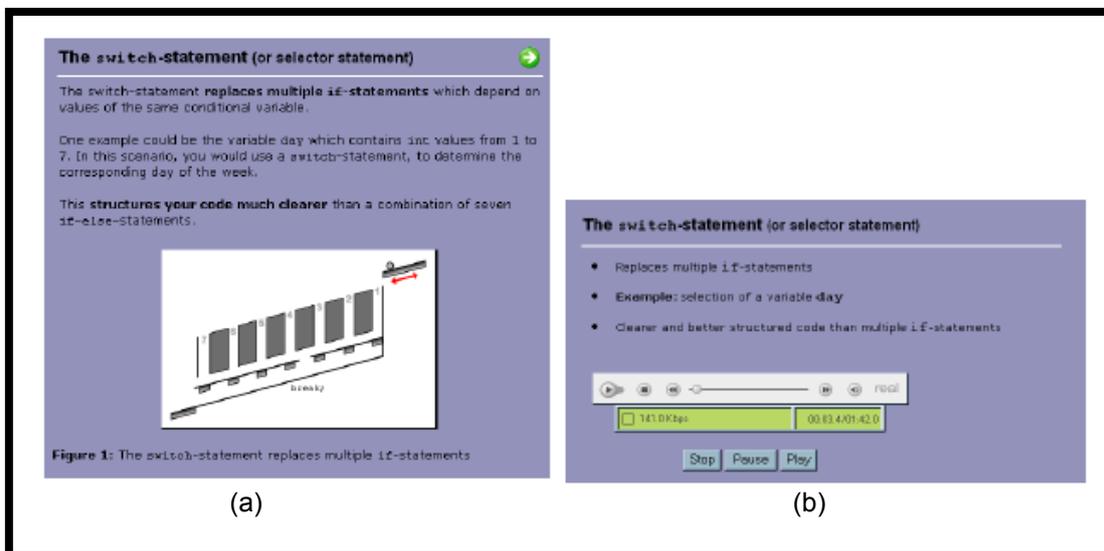


Figura 23. Exemplo de telas do iWeaver . Fonte: Wolf (2002)

A figura 23 (b) considera os aprendizes com estilo cognitivo auditivo. Nesta tela, o mesmo conteúdo tratado pela figura 23 (a) é exposto na forma de áudio, possibilitando aos

aprendizes que se enquadram nesse estilo cognitivo ouvir ao conteúdo quantas vezes forem necessárias.

A Teoria de Aprendizagem Experimental de Kolb (1984), fundamentada nas teorias de Dewey, Lewin e Piaget (ROSÁRIO, 2006) e adotada pelo INSPIRE e pelo MOT, possui como base o processamento da informação e as preferências cognitivas ou personalidade cognitiva do aprendiz. Kolb (1984) define que é possível desenvolver preferências diferentes para estilos de aprendizagem diferentes. Essa teoria provê um *framework* a ser utilizado para identificar as preferências de aprendizagem do estilo cognitivo do aprendiz. De acordo com Kolb (1984), a definição do estilo cognitivo ocorre baseada em quatro características ou preferências que o aprendiz pode possuir de forma isolada ou combinada entre si; são elas: (a) *Experimentação Ativa*, que utiliza simulações, estudo de casos e tarefas; (b) *Observação Reflexiva*, que prima pela leitura e interpretação, utiliza leituras de textos, jornais e com reuniões no estilo *brainstorming*; (c) *Conceitualização Abstrata*, utiliza analogias com base em leituras realizadas para contextualização de conceitos teóricos em aspectos e experiências práticas; (d) *Experiências Concretas*, prima por observações laboratoriais, trabalhos de campos ou situações pragmáticas.

A figura 24 mostra um exemplo de aplicação da Teoria de Kolb (1984) no SHAE INSPIRE (Grigoriadou et al.,2001). O referido exemplo ilustra uma das telas do SHAE que é voltada aos aprendizes de estilo cognitivo classificado como “*Experimentação Ativa*”.

INSPIRE - Αντιστοιχία Διευθύνσεων Κύριας Μνήμης και Κρυφής - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

INSPIRE Γλωσσάρι Σημειώσεις Απομνημόνευση Ερωτήρια Βοήθεια Μοντάζο Μάθημα

Κρυφή Μνήμη

- Ο Ρόλος της Κρυφής Μνήμης
- Τεχνικές Αντιστοίχισης
 - Εισαγωγή
 - Είδη οργάνωσης της κρυφής μνήμης ✓
 - Ασκήσεις Αξιολόγησης
- Αντιστοιχία Διευθύνσεων Κύριας Μνήμης και Κρυφής ✓
 - Σχηματική Παρουσίαση Αντιστοίχισης ✓
 - Μέγεθος Μπλοκ Μεγαλύτερο του ενός byte
 - Ασκήσεις Αξιολόγησης
 - Μέγεθος Κρυφής Μνήμης και Μπλοκ
 - Ασκαφαλαίωση

Προηγούμενη Επόμενη

Αντιστοιχία διευθύνσεων κύριας και κρυφής μνήμης

(Activity) (a)

Έστω κρυφή μνήμη α) με 32 μπλοκ του ενός byte, β) με 64 μπλοκ του ενός byte και γ) με 128 μπλοκ του ενός byte. Να συμπληρώσετε στον πίνακα 1 που ακολουθεί, τον αριθμό των συνόλων για τις διαφορετικές οργάνωσεις κρυφής μνήμης

Πίνακας 1	Μέγεθος Κρυφής Μνήμης 32 bytes	Μέγεθος Κρυφής Μνήμης 64 bytes	Μέγεθος Κρυφής Μνήμης 128 bytes
Είδος Αντιστοίχισης στην Κρυφή Μνήμη			
Αριθμός Συνόλων στην Άμεση Αντιστοίχιση			
Αριθμός Συνόλων στην 2 όραση Συνολο Συσχετισμού Αντιστοίχιση			
Αριθμός Συνόλων στην 4 όραση Συνολο Συσχετισμού Αντιστοίχιση			
Αριθμός Συνόλων στην Πλήρως Συσχετισμού Αντιστοίχιση			

Να επαληθεύσετε τα δεδομένα του πίνακα (1) χρησιμοποιώντας την προσομοίωση που θα βρείτε στην ακόλουθη διεύθυνση: <http://www.ecs.umass.edu/eece/koren/eece66B/cache/frame1.htm>

(Example) (b)

Η αντιστοιχία των διευθύνσεων της κύριας μνήμης και της κρυφής

(Theory)

Theory

(Exercise) (c)

Αντιστοιχία διευθύνσεων της κύριας και της κρυφής μνήμης

Figura 24. Exemplo de telas do ISNPIRE . Fonte: Grigoriadou (2001)

Um exemplo de como os estilos cognitivos definidos por Honey e Mumford (1992) são utilizados no AHA! é apresentado na figura 25. Nesta figura, é possível observar como o aprendiz define o seu estilo cognitivo, com base em uma caixa de opção listando os estilos: Ativista (figura 25 (a)) e Reflexivo (figura 25 (b)).

AHA! Form for Changing the User Model Attribute Values

Changing learning preferences
Preference for ordering the links

If you prefer to start with an experiment and then see the example and explanation select "Activist".
 If you prefer to see an example first before performing an activity select "Reflector".
 If you do not have any preferences select "None".

none
 none
 Activist (a)
 Reflector (b)

Figura 25. Exemplo de tela do AHA! . Fonte: De Bra (2003)

O Inventário de Estilo Cognitivo de Felder-Soloman (2004), utilizado pelo CS383, ILASH, TANGOW e WHURLE, difere dos demais por ter sido criado especialmente para utilização na área de Engenharia (ROSÁRIO, 2006) (LITZINGER, 2005), porém mantém a característica de utilizar dimensões definidas por pares de conceitos, tais como: Processamento (Ativo/Reflexivo), Percepção (Investigativo/Intuitivo), Entrada (Visual/Verbal), Compreensão (Seqüência/Global) e Organização (Indutivo/Dedutivo).

A figura 26 traz um exemplo de utilização do Inventário de Estilo Cognitivo de Felder-Soloman (2004) utilizado no SHAE WHURLE.

A485m Amaral, Marília Abrahão
 Modelo RHA – Retroalimentação em hipermídia adaptativa / Marília Abrahão Amaral; orientadora Vania Ribas Ulbricht. – Florianópolis, 2008. 189f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Hipermídia adaptativa. 2. Modelo de referência. 3. Estilo cognitivo. 4. Avaliação de aprendizagem. I. Ulbricht, Vania Ribas. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. III. Título.

CDU: 659.2

Figura 26. Exemplo de tela do WHURLE . Fonte: Brown (2004)

Dentre os estilos propostos por Felder-Soloman (2004), a figura 26 apresenta dimensão de Entrada (Visual/Verbal). nesse caso especificamente focando os aprendizes com estilo visual.

Esses modelos, vinculados aos SHAE acima apresentados, possuem características similares, principalmente no que tange aos estilos definidos. A estrutura dos estilos geralmente é definida com características que descrevem a forma como o aprendiz interage com o SHAE. Pode-se observar, nos diversos modelos definidos neste capítulo (tanto no

início do capítulo como na tabela 2), que vários deles utilizam características definidas, como: holista, serialista, global, seqüencial, ativo, reflexivo, entre outras que se repetem. Inclusive, as telas de parte das aplicações dos SHAE mostrados nas figuras de 22 a 26 comprovam que até os aspectos relativos às técnicas e métodos de adaptação utilizam, de certa forma, características similares entre os SHAE pesquisados.

Outro tipo de característica associada a alguns estilos cognitivos é a identificação do conhecimento prévio do aprendiz (BROWN, 2005). Este tipo de característica é visto em vários SHA, já que é um dos itens definidos por (BRUSILOVSKY, 1996) como importante para o processo de adaptação de um sistema hipermédia. Os conhecimentos prévios do aprendiz, na teoria de Sistemas Hipermédia Adaptativos, podem ser encontrados como enquadrados em seu “*Background ou Experiência*”. O conhecimento prévio foi utilizado no AHA! (DE BRA, 2006) e no WHURLE (BROWN & BRAILSFORD, 2004).

Os autores Höök & Svensson (1999) e Abou-Jaoude & Frasson (1999) sugerem a organização do modelo de usuário em camadas e propõem que os modelos já discutidos, que possuem as dimensões mencionadas anteriormente, utilizem aspectos como motivação e crenças pessoais para incrementar os estilos cognitivos. Esses dois últimos itens inseridos estão relacionados com a emoção, cognição e personalidade e mostram possibilidade de serem integrados com o núcleo dos diversos modelos comentados para abordar estilos cognitivos da personalidade do aprendiz.

Como mencionado na tabela 2 existem diversas teorias de estilos cognitivos utilizadas nos mais variados SHAE. A figura 27 mostra uma forma particular de classificar as teorias de estilos cognitivos.

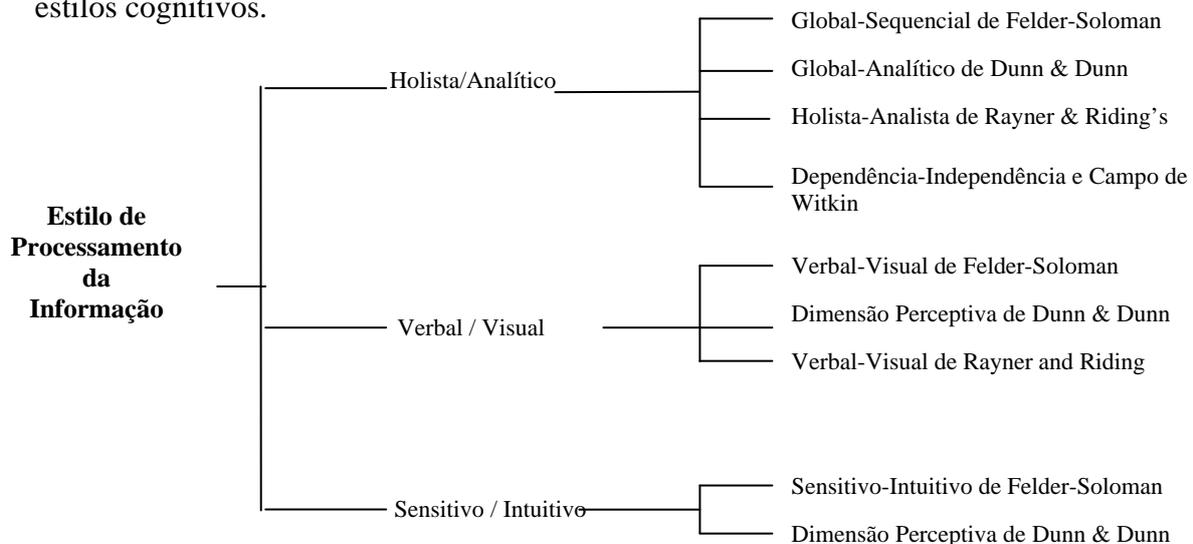


Figura 27. Taxonomia de granularidade fina das teorias de estilos cognitivos. Fonte: Brown (2005).

Segundo Brown (2005), a figura 27 representa uma taxonomia de granularidade fina das diversas classificações de teorias de estilos cognitivos. Para ele, são três os tipos, seções ou estilos de processamento da informação: Holista/Analítico, Verbal/Visual e Sensitivo/Intuitivo. Para cada um desses estilos existem as teorias que os definem.

Ainda de acordo como Brown (2005), cada um dos elementos terminais do gráfico que representa a Taxonomia exposta na figura 27 representa uma característica típica dos usuários dos ambientes educacionais. Estas características devem ser adotadas pelos SHAE para que eles sejam capazes de implementar soluções específicas a cada estilo cognitivo.

4.1.3 Considerações sobre Estilos Cognitivos

É possível notar que, apesar de existirem diversas nomenclaturas para o termo ‘estilo cognitivo’ e diversos instrumentos para a sua adoção em sistemas de ensino na *Web*, inclusive os sistemas hipermídia adaptativos, algumas características pertinentes à análise do estilo cognitivo sempre são consideradas (BROWN, 2005), (CRISTEA, 2006), (STASH, 2006), (ROSÁRIO, 2006) (LITZINGER, 2005), (DE BRA, 2006), (BECHARA, 2007) e (BROWN & BRAILSFORD, 2004).

Em sua proposta, Geller (2004) adota essas duas características. O SHA AES-CS (TRANTAFILLOU, 2002) adota dependência e independência de campo como uma das bases para implementar sua adaptabilidade. O AHA! e o MOT (CRISTEA, 2006), (STASH, 2006) utilizam tanto o conceito de dependência-independência de campo como o holista-serialista. A utilização do critério holista-serialista também pode ser visualizada no Inventário de Estilo Cognitivo de Felder-Soloman (2004), empregado por vários SHA (ROSÁRIO, 2006), (LITZINGER, 2005).

Na presente pesquisa são utilizados os critérios Dependência – Independência de Campo e Holista – Serialista, já que foram empregados em vários dos exemplos citados ao longo deste trabalho. Resta, agora, unir as definições pertinentes aos estilos cognitivos com os conceitos referentes à avaliação de aprendizagem em ambientes de ensino a distância, que serão apresentados no capítulo 5.

5 Avaliação de Aprendizagem em Ensino a Distância

Este trabalho não tem como pretensão discutir a avaliação sob a ótica pedagógica, mas sim buscar conceitos e fundamentos para que se possa aplicá-la em um ambiente de EaD via *Web*. Entretanto, em vista de sua importância, tem-se na presente seção uma introdução aos aspectos relativos à avaliação de aprendizagem no âmbito pedagógico e também presencial.

Existe concordância de que “avaliar” traduz-se por emitir um juízo de valor a respeito de alguma coisa. Significa medir, associar valores, podendo ser números ou conceitos para representar atributos de objetos, mediante a existência de padrões e objetivos a que se destina (VANZIN, 2005).

Apesar do consenso supracitado, sobre a definição de avaliação, este é um tema que ainda muito se discute. Os pesquisadores da área possuem diversas definições; entre eles, Luckesi (1999), que define a avaliação de aprendizagem praticada na escola como uma avaliação da culpa. Aponta, ainda, que as notas são usadas para fundamentar necessidades de classificação de alunos, sendo comparados desempenhos e não objetivos que se deseja atingir. A seção 5.1 desta pesquisa apresenta outras definições e conceituações sobre avaliação de aprendizagem.

Tendo uma linha de definição semelhante a Luckesi, Perrenoud (2000) complementa que, normalmente, define-se o fracasso escolar como a consequência de dificuldades de aprendizagem e como a expressão de uma “falta objetiva” de conhecimentos e de competências. Esta visão, que “naturaliza” o fracasso, impede a compreensão de que ele resulta de formas e de normas de excelência que foram instituídas pela escola, cuja execução revela algumas arbitrariedades, entre as quais a definição do nível de exigência do qual depende o limiar que separa aqueles que têm êxito daqueles que não o têm. As formas de excelência que a escola valoriza tornam-se critérios e categorias que incidem sobre a aprovação ou reprovação do aluno.

Para Perrenoud (2000), as classificações escolares refletem, em muitos casos, desigualdades de competências muito transitórias; portanto, não se pode crer apenas na avaliação de aprendizagem realizada na escola. O fracasso escolar existe apenas no âmbito de instituições que possuem o poder de julgar, classificar e declarar um aluno como fracassado. Não se pode dizer que o fracasso é a simples tradução lógica de desigualdades reais. Ele é sempre relativo a uma cultura escolar previamente definida. Por conseguinte, não pode ser considerado um simples reflexo das desigualdades de conhecimento e competência, pois a

avaliação de aprendizagem da escola utiliza as hierarquias de excelência a serviço de suas próprias decisões.

Entender as manifestações efetivas da prática avaliativa é, ao mesmo tempo, compreender o que nela está oculto. Além do seu papel específico na exclusão, a avaliação classificatória acaba por influenciar todas as outras práticas escolares. O que significa, em termos de avaliação de aprendizagem, um aluno ter obtido uma nota 5,0 ou 4,0? Em grande parte das escolas, a primeira nota leva à aprovação do aluno, a segunda nota já o considera reprovado. Com a primeira nota, o que o aluno sabe é considerado suficiente. Suficiente para quê? E o que ele não sabe? O que ele deixou de “saber” não pode ser mais importante do que o que ele “sabe”?

É reduzir a importância da avaliação no processo de ensino-aprendizagem considerar que tais notas ou conceitos tenham condições de exprimir o rendimento do aluno e, então, legitimar uma decisão de aprovação ou reprovação (PERRENOUD, 2000). Além do resultado da avaliação, há que se atentar também para o processo de ensino-aprendizagem, para as condições e ambientes fornecidos para o aluno e para a relevância deste resultado na continuidade dos estudos, criando, assim, condições de possibilitar que os professores e os alunos tornem-se detentores de maiores conhecimentos e informações sobre a própria avaliação, a aprendizagem e o ensino (SAVIANI, 2000).

Este panorama verificado no ensino presencial não pode ser repetido no ensino a distância. A seguinte seção deste documento procura definir os conceitos envolvidos no escopo de avaliação de aprendizagem bem como retratar este processo no ensino a distância.

5.1 Definições sobre Avaliação de Aprendizagem

Na presente pesquisa, avaliar pode apresentar significado com nuances de: definir o valor de algo, apreciar ou estimar o merecimento de, conferir juízo, ajuizar. Significa, segundo Silva (2004), ato ou efeito de avaliar, apreciação, análise; ou valor determinado pelos avaliadores.

Uma das obras clássicas de avaliação, no contexto educacional brasileiro, é Depresbiteris (1989), na qual a autora traz diversas afirmações sobre o conceito, definições e contexto da avaliação de aprendizagem. Entre elas destacama-se:

Cronbach (apud DEPRESBITERIS, 1989, p. 45) afirma:

“de forma ampla, avaliação é a coleção e o uso de informações para tomar decisões sobre um programa educacional”.

Scriven (apud DEPRESBITERIS, 1989, p. 40) defende que:

“a avaliação consiste simplesmente em coletar e combinar dados de desempenho a um conjunto de metas com padrões determinados, para permitir classificação numérica ou comparativa..”.

Tyler (apud DEPRESBITERIS, 1989, p. 44) define avaliação como um:

“processo de determinar em que extensão os objetivos educacionais estão na verdade sendo realizados”.

Stufflebeam (apud DEPRESBITERIS, 1989, p. 39) tratam a avaliação como:

“processo de delinear, obter e fornecer informações úteis para julgar decisões alternativas”.

Singer e Dick (apud DEPRESBITERIS, 1989, p. 45) entendem que avaliação é:

“processo de coletar e analisar dados a fim de determinar o grau em que metas predefinidas foram atingidas”.

Além dos autores citados e abordados na obra de Depresbiteris (1989), outra definição, proveniente de Perrenoud (1999), é que a importância da avaliação no processo de ensino/aprendizagem é inegável, e esta é vista, e com razão, como sendo o fator mais importante que determina as verdadeiras metas e objetivos do processo de ensino.

Para Hadji (2001, 1994), avaliar pode ser entendido como sendo o processo de atribuir valor sobre um determinado objeto (aluno, situação, escola, projeto, etc.), por meio da coleta de dados sobre esse objeto e o confronto destes com as expectativas e intenções que temos em relação ao objeto.

Decorrente das pesquisas sobre avaliação de aprendizagem, Cruz (1997) afirma que dar um enfoque correto à avaliação é uma questão de competência pedagógica e de compreensão do que é, de fato, educação. Usar vários instrumentos de avaliação, com o máximo de participação dos alunos na discussão dos resultados, também faz parte do processo.

No Brasil, outras influências aparecem por meio de autores como Popham, Bloom, Gronlund e Ausubel, entre outros. Algumas conclusões desses autores são:

Avaliação sempre implica julgamentos de melhor ou pior (..) Uma medida nos diz o quanto de uma determinada característica um indivíduo possui. Se, então, dissemos, baseados nessa medida, “excelente”, “satisfatório” ou “terrível”, foi feita uma avaliação (..) Esta processa-se tendo em vista objetivos específicos. (AUSUBEL apud SOUSA, 1993, p. 30).

Avaliar significa emitir um julgamento de valor ou mérito, examinar os resultados educacionais para saber se preenchem um conjunto particular de objetivos educacionais. (AUSUBEL et al. apud SOUSA, 1993, p. 30).

Estes autores designaram diversas visões do conceito e do ato de avaliar a aprendizagem, sob vários pontos de vista. Porém, um ponto de convergência das diversas abordagens apresentadas é que a avaliação de aprendizagem tem como foco o aprendiz (ou o aluno), e essa é uma característica preponderante não só no ensino presencial, como também no ensino a distância.

5.2 Avaliação de Aprendizagem e seu Contexto

O desenvolvimento das teorias comportamentalistas e tecnicistas da década de 60 foi a base para o modelo tradicional de avaliação de aprendizagem. O objetivo da avaliação nestas teorias era julgar a efetividade do processo de aprendizagem fundamentada em ‘comportamentos esperados’ (CALDEIRA, 2004). Durante um período, os esforços foram concentrados na produção de testes, questionários, inventários e fichas de registro de comportamento, entre outros instrumentos. A avaliação era vista como um instrumento para análise de desempenho final.

No desenvolvimento desse modelo, podem ser destacados os trabalhos de Tyler (1949), considerado um dos primeiros teóricos deste tema, que aborda a avaliação educacional como a comparação constante entre os desempenhos dos alunos e os objetivos educacionais previamente estabelecidos (CALDEIRA, 2004).

O trabalho de Bloom, Hastings e Madaus (1971), intitulado *Manual de Avaliação Formativa e Somativa do Aprendizado Escolar*, influenciou especialmente o planejamento educacional de várias gerações, pois, pela primeira vez, sugeria três funções para a avaliação: diagnóstica, formativa e somativa. A avaliação formativa é a que ocorre ao longo do processo de aprendizagem. Seu objetivo é a correção de falhas do processo educacional e a prescrição de medidas alternativas de recuperação das falhas de aprendizagem. A avaliação somativa ocorre ao final de um processo, com claros objetivos de mensuração de resultados. Por fim, a avaliação diagnóstica, que ocorre antes e durante o processo de aprendizagem, visa, no primeiro momento, a agrupar alunos de acordo com suas dificuldades e, ao final, identifica se houve ou não progresso em relação à assimilação dos conteúdos (CALDEIRA, 2004).

Segundo Perrenoud (1999), Masetto (2003), a verdadeira avaliação formativa é a que contribui para a individualização dos processos de aprendizagem, e não apenas as que são realizadas em vários momentos do processo de aprendizagem.

Sobre o tema, podem ser destacados, ainda, os trabalhos de Demo (1996, 2000), Hoffman (1994), Romão (1998), Luckesi (1999), Perrenoud (1999, 2000), entre outros. Estes autores consideram que o papel da avaliação é de contribuir positivamente para o processo de aprendizagem e não apenas verificar os conhecimentos adquiridos, mas sim validar o processo de construção do conhecimento. Estes autores focam a avaliação no conhecimento do desenvolvimento cognitivo dos alunos e não na elaboração de instrumentos ou estratégias pré-definidas (CALDEIRA, 2004).

5.3 Tipos de Avaliação de Aprendizagem

Como citado na seção 5.1 desta pesquisa, a avaliação pode ser dividida nos seguintes tipos: diagnóstica, formativa, somativa. Nesta seção, serão apresentadas as definições dos três tipos de avaliação de aprendizagem.

5.3.1 Avaliação diagnóstica

A avaliação diagnóstica, ou avaliação inicial, de acordo com Miras e Sole (1996), é a abordagem inicial que propicia informações sobre as capacidades do aluno antes de principiar um processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Bloom, Hasting e Madaus (1971), este tipo de avaliação busca a determinação da presença ou ausência de habilidades e pré-requisitos, bem como a identificação das causas de repetidas dificuldades na aprendizagem.

A avaliação diagnóstica pretende averiguar a posição do aluno diante de novas aprendizagens que lhe vão ser propostas e de aprendizagens anteriores que servem de base àquelas, no sentido de prevenir as dificuldades futuras e, em certos casos, de resolver situações presentes.

5.3.2 Avaliação formativa

A avaliação formativa, conforme Haydt (1994), permite constatar se os alunos estão de fato atingindo os objetivos pretendidos, verificando a compatibilidade entre tais atividades propostas.

Ainda de acordo com Haydt (1994), representa o principal meio pelo qual o aprendiz passa a conhecer seus erros e acertos e, assim, maior estímulo para um estudo sistemático dos conteúdos. Outro aspecto destacado pela autora é o da orientação fornecida por este tipo de

avaliação, tanto ao estudo do aluno como ao trabalho do professor, principalmente através de mecanismos de *feedback*.

Uma maneira de implementar estes mecanismos de *feedback* é utilizar o conceito de auto-avaliação. Segundo Vanzin (2005), este processo de auto-avaliação privilegia a autoconsciência do aprendiz e auxilia a avaliação formativa. A auto-avaliação tem mais foco no processo avaliativo do que no produto ou resultado obtido. Estes mecanismos permitem que o professor e o aprendiz detectem e identifiquem deficiências na forma de ensinar, possibilitando reformulações no seu trabalho didático, visando a aperfeiçoá-lo.

Para Bloom, Hastings e Madaus (1971), a avaliação formativa informa ao professor e ao aprendiz sobre o rendimento da aprendizagem no decorrer das atividades escolares e localiza as deficiências na organização do ensino, para possibilitar correção e recuperação. A avaliação formativa pretende determinar a posição do aluno ao longo de uma unidade de ensino, no sentido de identificar dificuldades e de lhes dar solução.

A avaliação formativa não tem como objetivo classificar ou selecionar. Ela é fundamentada nos processos de ensino-aprendizagem (PERRENOUD, 1999). Para este tipo de avaliação, é relevante considerar os aspectos cognitivos, afetivos e relacionais tendo como base a aprendizagem significativa e funcional que se aplica em diversos contextos, considerando que o aprendiz é dinâmico e deve ser atualizado para que o processo de aprender tenha continuação.

Este enfoque tem um princípio fundamental: deve-se avaliar o que se ensina, encadeando a avaliação no mesmo processo de ensino-aprendizagem. A avaliação formativa deve contribuir para o desenvolvimento das capacidades dos alunos, portando-se como uma ferramenta pedagógica que apóia a aprendizagem e a qualidade do ensino.

5.3.3 Avaliação somativa

O objetivo da avaliação somativa é determinar o grau de domínio do aluno em uma área de aprendizagem (MIRAS; SOLÉ, 1996), o que permite conferir uma qualificação que, por sua vez, pode ser entendida como um indício de credibilidade da aprendizagem realizada. Pode ser chamada, também, de função creditativa. Também tem o propósito de classificar os alunos ao final de um período de aprendizagem, de acordo com os níveis de aproveitamento.

É uma forma de validar e julgar o progresso do aluno ao final de uma unidade de aprendizagem, no sentido de aferir resultados já colhidos por avaliações do tipo formativa e

obter indicadores que permitem aperfeiçoar o processo de ensino. Este tipo de avaliação se comporta como um balanço final (MIRAS; SOLÉ, 1996).

5.4 Considerações sobre os Tipos de Avaliação de Aprendizagem

Dentre os três tipos de avaliação de aprendizagem, escolheu-se como base e referencial desta pesquisa a avaliação formativa, pela sua aderência aos padrões estabelecidos no desenvolvimento de modelos de referência de Sistemas Hiperfídia Adaptativos.

É importante notar que essa escolha se pauta no fato de a avaliação formativa ser considerada como o processo de determinar a efetividade da instrução e aumentá-la, sempre que for o caso. É enfática a presença da coleta de dados para a revisão da instrução, com objetivo de aperfeiçoar a instrução com base nesses dados coletados (SILVA, 2004).

Segundo Silva (2004), a idéia básica na avaliação formativa de materiais instrucionais consiste em:

1. Utilizar um determinado material instrucional, em caráter experimental, com um grupo de aprendizes;
2. Coletar, organizar, analisar e interpretar dados obtidos;
3. Determinar a efetividade do material instrucional no sentido de capacitar os aprendizes a alcançarem os objetivos pretendidos pelo material;
4. Recomendar maneiras de aperfeiçoar o material para que auxilie o aprendiz a obter mestria em um conjunto particular de objetivos.

O foco na avaliação formativa é colocado na obtenção de evidências empíricas que permitam um aperfeiçoamento contínuo da instrução. As habilidades manifestadas indicam a natureza do conhecimento adquirido pelo aprendiz. Esses são conceitos que também tornam relevantes a indicação da avaliação formativa para o contexto desta pesquisa, pois se acredita que possa ser utilizado em ambientes *Web* quando adaptado aos diferentes estilos cognitivos do aprendiz.

5.5 Enfoques da Avaliação de Aprendizagem

Como dito anteriormente, a avaliação é uma questão crítica na área pedagógica, onde existem várias correntes com perspectivas diferentes. Segundo Hoffman (1994), a maioria das discussões sobre avaliação é ocasionada pela tentativa de definir o significado primordial de sua prática na ação educativa.

É consenso que avaliar é preciso; entretanto, a forma como esta avaliação deve ocorrer é também um fator importante neste processo. Existem vários tipos de avaliação, como expresso na seção 5.2. Além disso, podem ser utilizadas várias técnicas para avaliação. Porém, é importante destacar e definir qual o objetivo da avaliação, se deve ser mera medida ou, então, referência para contribuir em futuras aprendizagens. Por meio da análise de resultados, podem ser traçadas novas estratégias e caminho de ensino e aprendizagem.

Diversos autores, como: (HOFFMAN, 1994), (ROQUE, 2004), (ROQUE, 2007), (LANGSCH, 1999), (SILVEIRA, 2004), baseiam-se em dois enfoques de avaliação de aprendizagem: a avaliação tradicional e a avaliação integral.

5.5.1 Avaliação Tradicional

A meta principal da avaliação, sob o enfoque tradicional, é verificar se os objetivos foram atingidos e se houve a aprendizagem dos conteúdos trabalhados.

Há uma preocupação evidente com a avaliação da área cognitiva, ignorando-se por completo quaisquer outras áreas, como a psicomotora e a afetiva.

Este tipo de avaliação caracteriza-se por um período de apresentação de um conteúdo, por parte do professor e, logo a seguir, a aplicação de uma prova, referente ao conteúdo trabalhado.

5.5.2 Avaliação Integral

A avaliação, sob este enfoque, é encarada como parte integrante do processo de ensino e aprendizagem, considerando-se todas as dimensões do comportamento humano de forma inter-relacionada, para buscar um maior desenvolvimento do indivíduo.

A avaliação integral pondera diferentes domínios, que não se limitam apenas à esfera da área cognitiva. Assim, pode-se classificar a avaliação integral sob os seguintes domínios: área afetiva, área psicomotora e a área cognitiva. Essa divisão já era adotada por Bloom em 1956.

O domínio afetivo: refere-se aos sentimentos e emoções do indivíduo e, normalmente, possui reflexo nas suas atitudes. É um componente relacionado com os sentimentos e emoções e, por este motivo, auxilia na definição da forma como o aluno vai agir frente à situação pedagógica, nas interações com as pessoas envolvidas e com os objetivos de aprendizagem.

Segundo Melchior (1994), uma possível classificação para os objetivos do domínio afetivo nos seguintes níveis pode ser:

- Objetivos de acolhimento ou atenção: neste nível é desenvolvida a sensibilidade do aluno à existência de certos fenômenos, criando nele a necessidade de prestar atenção e perceber o exposto;
- Objetivo que evidencie a resposta ou reação do aluno: busca-se manter o aluno motivado, para que ele possa, dentro das suas condições, dedicar-se ao assunto com interesse, obtendo satisfação na execução da tarefa;
- Objetivo que conduza à valorização: com a participação ativa do aluno, o assunto tende a ser valorizado;
- Objetivo de organização: neste nível, o aluno estrutura o conhecimento. Refere-se à combinação de diferentes valores e aos comportamentos em que o aluno compara, avalia, relaciona e sintetiza estes valores;
- Objetivos que conduzem a caracterização por um complexo de valores: neste nível, os valores já estão incorporados e hierarquizados num sistema internamente consistente; são estes valores que controlam o comportamento do indivíduo.

A avaliação com foco nas atitudes do indivíduo se torna difícil, pois normalmente não há uma correspondência exata entre o comportamento manifesto e o comportamento afetivo que o determina. Apesar desse fator, é importante que, no ensino presencial, o professor obtenha resultados da avaliação do aspecto afetivo para uma análise relativa ao uso de determinados métodos e recursos de ensino, para buscar melhorar o desenvolvimento do aluno.

Os resultados da avaliação das atitudes servem para favorecer o melhor conhecimento das etapas de desenvolvimento do aluno, indicam o que deve ser feito para redirecionar a caminhada e auxiliam o aluno a se auto-avaliar e a buscar alternativas para melhorar a sua aprendizagem (MELCHIOR, 1994).

O domínio psicomotor: refere-se às habilidades e aos aspectos práticos específicos de cada área envolvida no domínio que está sendo ensinado.

O domínio cognitivo: centrado no processo de medir a construção do saber, do conhecimento, do indivíduo. Como a aprendizagem é afetada por inúmeros fatores internos e externos do aprendiz, é interessante que haja certa sistematização do processo para uma ação

educativa mais eficaz. Os diferentes resultados registrados, teóricos e práticos devem ser considerados no resultado final de uma avaliação.

5.6 Funções da Avaliação de Aprendizagem

Segundo Bartolomeis (1977), a avaliação da aprendizagem tem três funções principais: a de prognóstico, medida e de diagnóstico.

No prognóstico, verifica-se se o aprendiz possui ou não qualidades e os conhecimentos necessários para o curso, estimando-se o seu desempenho futuro.

Na função de medida, há o controle das aquisições, a avaliação do progresso do aprendiz e a análise do desempenho do aprendiz em certos momentos e em diversas situações.

No diagnóstico, verifica-se quais as causas que impedem que a aprendizagem real ocorra.

Cook (1976) afirma que a avaliação tem uma função energizante que se faz sentir no momento em que o aluno visualiza os meios de atingir os objetivos propostos. O aluno sente-se estimulado a trabalhar de forma produtiva quando percebe que:

- (a) há uma finalidade no trabalho que o professor propõe;
- (b) seus resultados são estudados juntamente com o professor; e
- (c) seu desempenho é comparado consigo próprio e seus progressos e dificuldades são vistos em função de seu próprio padrão de desenvolvimento, necessidade e possibilidades.

Vallejo (1979) também apresenta uma conceituação das funções da avaliação que é considerada bastante esclarecedora. Segundo o autor, a avaliação permite:

1. Clarificar os objetivos

Avaliar.. O quê?

São os objetivos realistas e avaliáveis?

2. Identificar os problemas

O cumprimento da função de “diagnóstico” da avaliação depende:

Da qualidade da avaliação;

De como é analisada;

Do procedimento perante os erros individuais;

Das soluções que se adotam perante os resultados.

3. Motivar e estimular aprendizes e professores

O êxito ou o fracasso nos exames depende:

Do que o aprendiz estuda;

Como o estuda;

Quando o estuda;

Do que o professor ensina;

Como o ensina.

4. Em geral, procura estimular o êxito, não o fracasso

Sugere novos métodos;

Que tipo de exercícios é necessário;

Que material didático se deve de utilizar;

Todo o método é uma hipótese de trabalho cuja validade aparece na avaliação, ao comparar objetivos e resultados;

Coordena esforço;

Impõe objetivo comum;

Facilita o intercâmbio de métodos e a colaboração na confecção das provas e de outros instrumentos da avaliação.

5. Contribui para

Previsão de resultados futuros;

Investigação (comparar métodos e grupos);

Supervisão dos professores.

No presente trabalho, as funções da avaliação de aprendizagem, denotadas nessa seção, que devem ser ressaltadas são as relacionadas com a avaliação do progresso do aprendiz e a análise do desempenho do aprendiz em determinados momentos e situações, como relata Bartolomeis (1977). Esses são itens importantes no contexto de sistemas educacionais para *Web*, principalmente no contexto dos SHA, já que estes devem utilizar o desempenho do aprendiz para oferecer novas alternativas (de apresentação, organização e abordagem de conteúdo), relacionadas com o domínio a ser aprendido.

Da abordagem apresentada por Cook (1976), é importante agregar o conceito relacionado também com o desempenho do aluno. Cook (1976), diferente de Bartolomeis (1977), salienta que o desempenho deve ser utilizado com um critério de comparação do próprio aluno, ou seja, comparar o aluno consigo próprio, enfatizando seus progressos,

delimitando suas dificuldades, com base no seu próprio padrão de desenvolvimento, necessidades e possibilidades.

Por fim, a pesquisa de Vallejo (1979) agrega valor ao trabalho aqui apresentado, pois possui definições que permitem abordar aspectos relacionados a como e quando o aprendiz estuda; além disso, ressalta que é função da avaliação sugerir novos tipos de exercícios e materiais didáticos, a partir dos resultados obtidos. Essa última situação é a prática que ocorre nos Sistemas Hiperídia Adaptativos, que devem adaptar o conteúdo, tanto teórico quanto prático, às necessidades do aprendiz.

5.7 Passos da Avaliação de Aprendizagem

Segundo Silva (2004), de modo geral, os passos utilizados na avaliação da aprendizagem são quatro:

1. Definir objetivos específicos e estabelecer o que se espera que os aprendizes saibam fazer ao final de um curso. Muitas são as formas de definir um objetivo; porém, o importante é que ele traduza a habilidade que se pretende desenvolver no aprendiz. Estes devem ser explícitos em matéria de extensão e profundidade. A extensão diz respeito ao conteúdo a ser trabalhado e a profundidade diz respeito aos níveis de desempenho a serem atingidos, orientando o professor na forma de condução do ensino e nas estratégias de avaliação da aprendizagem;
2. Comparar objetivos específicos com os gerais é relacionar habilidades específicas do ensino com as habilidades gerais pretendidas, em termos de funções mentais e socialização. São, assim, harmonizados as habilidades e os conteúdos de uma matéria com os do curso como um todo;
3. Fixar requisitos prévios é verificar os conhecimentos e as aptidões que o aprendiz deve possuir para seguir o curso com bom aproveitamento. Essa fixação não tem o significado de selecionar aprendizes. Pelo contrário, serve para assegurar os requisitos prévios a quem não os possui;
4. Avaliar o produto ou resultado do ensino é verificar se o que se pretendeu foi alcançado, com fins de melhoria das ações do professor e dos desempenhos dos aprendizes.

5.8 Avaliação em Sistemas Web

Independente do enfoque ou do seu tipo, toda avaliação pressupõe a verificação de um aprendizado, ou seja, pretende-se avaliar os conteúdos que foram aprendidos (ROQUE, 2007). Porém, a avaliação não deve se limitar ao papel de medir a quantidade de informação que o aprendiz possui. A avaliação deve, sim, extrapolar esses limites e verificar até que ponto vão a capacidade e a disposição que o aprendiz possui para usar e comunicar a informação. Tomando essa segunda abordagem, a avaliação tem como intuito fornecer ao professor dados importantes sobre as aptidões, preferências, metas e dificuldades dos alunos e, além disso, propiciar aos aprendizes a oportunidade de aprender, melhorar e refletir sobre o seu desempenho.

Muitas pesquisas, entre elas: (CRISTEA, 2006), (MORAN, 2005), (ZAINA, 2005), (CALDEIRA, 2004), (CRISTEA, 2003), (DE BRA, 2003), (STASH, 2003), (ZAINA, 2002), (ARROYO, 2001), (BARIANI, 2000), (KIRKPATRIC, 1998), possuem como foco, a avaliação de aprendizagem em cursos a distância baseados na *Web*. Em grande parte dos casos, essas pesquisas buscam adaptar os modelos de avaliação existentes às novas características dessa forma de ensino (ROQUE, 2007).

Nos tempos atuais a aplicação de métodos de avaliação tem sido cada vez mais freqüente tanto nas corporações e empresas como na educação. O ensino a distância através da *Web* tem, cada vez mais, se tornado parte integrante do contexto mundial de ensino. Atualmente, universidades e empresas estão em busca de recursos e de conhecimentos para utilizar esta nova forma de ensino com o objetivo de minimizar problemas de custos e de distância entre participantes do evento educacional (ZAINA, 2002).

A verificação do processo de aprendizagem em um curso ministrado a distância através da *Web* é uma tarefa difícil e trabalhosa. Acompanhar a evolução do aluno analisando os conhecimentos assimilados é um dos desafios que os professores e os desenvolvedores de ambientes virtuais de aprendizagem via *Web* devem transpor.

Diversas são as formas de acompanhar a trajetória do aluno pelo curso, considerando desde um acompanhamento realizado através de exercícios propostos pelo professor, uso de ferramentas disponíveis no ambiente (fórum, *chat*, mural) até a análise das páginas (ou conceitos) acessadas pelo aprendiz. Os sistemas gerenciadores de cursos a distância podem amenizar parte do problema, disponibilizando estatísticas de acompanhamento da evolução do aprendiz, uma vez que os dados relativos aos acessos são armazenados em Banco de Dados.

Estes dados podem apresentar subsídios importantes, pois retratam o processo de interatividade do aprendiz e podem ser encarados como um recurso importante para suprir a distância que o professor muitas vezes tem dos aprendizes (MORAN, 2001), (ZAINA, 2001), (ZAINA, 2005).

De acordo com Neder (1996), a avaliação de aprendizagem ou de desempenho do aprendiz em cursos a distância exige considerações especiais por dois motivos:

“primeiro, porque um dos objetivos fundamentais da educação a distância deve ser a de obter dos alunos não a capacidade de reproduzir idéias, informações ou pontos de vista críticos que lhes proporcione determinado material fornecido pelo professor ou, ainda, apenas uma perspectiva crítica frente a determinados conteúdos. O que deve importar realmente para um sistema de EaD é desenvolver a autonomia do aluno, frente a situações concretas que lhe sejam apresentadas. Segundo, porque num sistema de EaD, o aluno não conta com a presença física do professor. Por esta razão, é necessário desenvolver método de trabalho que oportunize sua confiança, possibilitando-lhe, não só o processo de elaboração de seus próprios juízos, mas também de desenvolvimento de sua capacidade de analisá-los.” (NEDER, 1996, p.4)

Nas pesquisas de Willis (1996), fica claro que a opinião do autor considera o ato de avaliar como a ação de determinar quanto e quão bem os estudantes estão aprendendo. Para ele, no ensino presencial, os professores utilizam expressões da linguagem facial e corporal, observação das atitudes dos aprendizes e comentários realizados em sala como forma de uma avaliação informal, ao passo que, na *Internet*, somente se verifica a avaliação formal.

Segundo Campos (2002), a “avaliação vai decorrer da capacidade de interação do aprendiz com o professor, com o sistema, com o conteúdo a ser aprendido e, finalmente, vai decorrer da motivação que as situações de aprendizagem conseguirem despertar”. Essas situações devem ser ricas e devem levar ao desenvolvimento de diferentes habilidades cognitivas.

Acompanhar a trajetória do aprendiz nos cursos a distância é uma das maiores preocupações que se apresenta quando se desenvolve ambientes de EAD. Segundo Viccari et al. (2001)

“[...] na maioria dos ambientes ou cursos a distância disponíveis na *Web*, um dos problemas detectados é a falta de mecanismos que possibilitem o professor realizar um acompanhamento completo e abrangente das atividades dos aprendizes, diagnosticando o seu nível de conhecimento bem como seu ritmo de aprendizagem.” (VICCARI, 2001, p.2)

Essa preocupação motivou o surgimento dos sistemas de EaD com conceitos de multiagentes, tutores inteligentes ou adaptabilidade de apresentação, conteúdo e navegação. A

proposta inicial para a utilização dessas tecnologias citadas é auxiliar no processo de observação do comportamento do aluno, possibilitando um tratamento personalizado, reproduzindo a avaliação informal que existe em cursos presenciais e traçando perfil dos mesmos até para auxiliar o aprimoramento das avaliações formais nesses ambientes.

Para Fuks et al. (1998), observando o comportamento dos alunos durante seu processo de interação com o ambiente, é possível verificar sua aquisição de conhecimento. Isso permitirá a complementação dos processos de avaliação. A utilização de sistemas multiagentes inteligentes, segundo o autor, “possibilita a implementação de um estilo complementar de interação, chamado gerência indireta, no qual o computador se torna uma entidade ativa, dotada de certo grau de autonomia e capaz de realizar tarefas que auxiliem o usuário no desempenho de suas atividades, de acordo com seus interesses”.

De acordo com Silva (2001) e Otsuka (2003), os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) podem direcionar os estudos dos aprendizes, com base em plano de estudo proposto pelo professor, ou considerando resultados de testes dos aprendizes. No escopo desta pesquisa, a segunda indicação, guiar o aprendiz com base nos resultados de testes torna-se relevante. Esse direcionamento é realizado com base nas análises dos resultados de avaliações impostas durante o processo de aprendizagem, ou durante o processo de navegação no conteúdo. Os tutores inteligentes ditos clássicos trabalham com apresentação progressiva dos conteúdos, dividindo-o basicamente em três níveis: básico, intermediário e avançado. As avaliações que ocorrem durante o processo de aprendizagem é que guiam os níveis de conteúdos para um determinado aprendiz. Durante o percurso no ambiente, o tutor inteligente deve fornecer o conteúdo (textos, atividades, leituras complementares) de acordo com conhecimentos e motivações que o aprendiz sinaliza, para auxiliá-lo no processo de aprendizagem.

Uma terceira forma de garantir computacionalmente que a avaliação e seus resultados sejam utilizados para beneficiar o aprendiz em sistemas de EaD são os ambientes hipermídia adaptativos. Esses ambientes são considerados uma evolução natural dos tutores inteligentes (PALAZZO, 2004), pois abarcam características de tutoria durante a utilização do sistema com técnicas mais elaboradas para adaptação do conteúdo, da apresentação e da navegação, já discutidas no capítulo 4 do presente documento. Os ambientes que utilizam esse tipo de tecnologia podem fornecer adaptação de conteúdo, apresentação e navegação, pois utilizam conceitos de Inteligência Artificial, assim como os agentes inteligentes, a fim de prover adaptação no domínio de conhecimento a ser explorado. Isso ocorre para personalizar o ambiente de acordo com as características, motivações, preferências e metas do aprendiz.

Além disso, esse tipo de tecnologia permite um alto grau de interatividade entre os aprendizes e o próprio ambiente (DE BRA, 2003), (CRISTEA, 2006).

Outra opção para a avaliação de desempenho nos cursos a distância é o uso de portfólios. Segundo Gardner (apud MOULIN, 2001), portfólio é “um local para colecionar todos os passos percorridos pelo aluno ao longo da trajetória de sua aprendizagem”. De acordo com Moulin (2001), o portfólio representa uma pasta individual na qual os alunos podem colecionar, além de suas provas e seus trabalhos, o registro de suas reflexões e impressões sobre o curso, opiniões, dúvidas, dificuldades, reações aos conteúdos e textos indicados, às técnicas de ensino, sentimentos, relatos de situações vividas, entre outras. Os dados armazenados no portfólio são a base tanto para a avaliação do aluno como também de todo o processo de ensino. Para o autor, “a análise do conteúdo do portfólio fornece informações que permitem ao docente traçar o perfil do aluno em termos de interesse, de habilidades e capacidade desenvolvidas e por desenvolver” durante o curso. Na análise, deve-se considerar a coletânea de dados como um todo, fazendo “predominar as funções diagnósticas e formativas, abandonando a concepção de avaliação quantitativa”. O mesmo autor sugere que o portfólio seja utilizado no ensino a distância para oportunizar a individualização do ensino, promovendo a avaliação continuada, auxiliando a auto-avaliação ou apoiando o professor nas decisões relativas à avaliação, entre outras.

Diante dessas alternativas, pode-se considerar que as formas de implementação de avaliação em sistemas *Web*, ou sistemas de EaD, procuram considerar os aspectos pedagógicos, cognitivos e tecnológicos com a finalidade de tornar os resultados da avaliação de aprendizagem úteis tanto para o ambiente como também para o aprendiz.

Geralmente, o sistema de ensino-aprendizagem tradicional prioriza a transmissão de informações e imagens mediante definições que devem ser memorizadas de forma progressiva. As tecnologias acima citadas procuram, cada qual com suas particularidades e artifícios, minimizar a perspectiva de considerar o ambiente um mero transmissor de conteúdo. A avaliação em sistemas *Web* deve ser considerada como um momento integrado ao processo de aprendizagem e não como um momento determinado e separado do processo de aprendizagem. A idéia de determinar uma data para a aplicação do instrumento de avaliação ainda pode ser considerada nos sistemas de EaD, mas é importante aliar essa iniciativa com as considerações que podem ser extraídas durante o processo de utilização do ambiente pelo aprendiz. Da mesma forma que no ensino presencial, a avaliação pode ser

realizada a partir de instrumentos que mensurem o conhecimento adquirido pelo aprendiz em determinados pontos ou períodos.

A avaliação nesse novo contexto do EaD deve seguir medindo o percurso de aprendizagem. Devem ser considerados os conteúdos aprendidos, bem como o comportamento ou as alterações no comportamento do aprendiz. A solução de como avaliar comportamento parece estar em uma estrutura capaz de sinalizar a evolução do aprendiz em ganhos comportamentais, os quais não dizem respeito apenas à interação consigo mesmo e com os outros, mas também abordam habilidades. Para isso, é necessário permitir que cada aprendiz escolha um caminho para alcançar domínio e proficiência em conteúdos e, então, é necessário utilizar a avaliação como um mecanismo de sinalização, apontando quais atributos foram desenvolvidos ou estão em desenvolvimento no aprendiz, à medida que ele avança na sua caminhada (SILVA, 2004). O mapeamento de inteligências múltiplas de Gardner (1978) sustenta diferentes habilidades em diferentes indivíduos. Segundo Silva (2004), uma avaliação que busca ser sensível a essas características pode encontrar apoio no mapeamento de inteligências proposto por ele.

Outra pesquisa que, além de citar, utiliza a teoria das inteligências múltiplas de Gardner é a de Bugay (2006). A pesquisa também aborda a teoria das inteligências múltiplas de Gardner e seus aspectos relativos à avaliação de aprendizagem, supracitados por Silva (2004). Nesta pesquisa (BUGAY, 2006), é feita a convergência dos conceitos inerentes à teoria de Gardner com os conceitos e técnicas particulares dos ambientes hipermídia adaptativos. A teoria de inteligências múltiplas de Gardner é utilizada como motor de inferência para a adaptação do ambiente hipermídia. Segundo Bugay (2006, p. 104),

“esse modelo de adaptação seleciona o conteúdo a ser apresentado levando em conta o conhecimento do usuário sobre o assunto (como os demais sistemas existentes) e utilizando também o desenvolvimento da suas inteligências (de acordo com Gardner (1978)) para influir na adaptação, de modo que o aprendizado ocorra de acordo com as necessidades deste usuário.”

Nota-se, portanto, que, independente da tecnologia adotada para dar suporte à avaliação de aprendizagem, o resultado final dessa aplicação é criar um instrumento capaz de auxiliar e guiar o aprendiz, e também o professor, no processo de aprendizagem via *Web*. Silva (2004) indica que é preciso contar com bases estáveis para uma não mais mera avaliação, mas uma estrutura de avaliação.

Essa estrutura pode ser provida e suportada no ensino via *Web* por ambientes hipermídia adaptativos, já que estes permitem avaliações de aprendizagem em diferentes

domínios de conhecimento, pois possuem uma arquitetura que contempla um modelo de domínio que deve ser integrado aos demais modelos que definem o ambiente. Esses modelos foram apresentados e discutidos no capítulo 3 do presente documento.

De acordo com Silva (2004), um processo de avaliação tem dupla natureza: a estrutural e a dinâmica. Como o objetivo é a concepção de uma estrutura computacional para prover avaliação de conhecimentos e habilidades, as seções seguintes deste capítulo abordarão diferentes sistemas ou ferramentas *Web* e suas formas de aplicação no processo de avaliação de aprendizagem.

5.9 Seleção de Sistemas e Ferramentas *Web*

Esta seção apresenta o estudo de algumas ferramentas e sistemas *Web*, como: Webeduc (OTSUKA, 2005), AulaNet (FUCKS, 1998), AHA! (DE BRA, 2003) e MOT (CRISTEA, 2006), pois são alguns dos que adotam estratégias para a avaliação de aprendizagem em ensino na modalidade a distância. A pesquisa apresenta as descrições das ferramentas e seu papel no ambiente de ensino em que está inserida, bem com suas características listadas na literatura. Além disso, foram considerados alguns requisitos que se fazem relevantes no contexto da presente pesquisa. Alguns dos pontos considerados são: processo de autoria de instrumentos para a avaliação de aprendizagem, aspectos de implementação da ferramenta e possibilidade de reuso dos instrumentos de avaliação.

5.9.1 *Webeduc*

A ferramenta Webeduc foi desenvolvida pelo CINTED (Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ao projetar o Webeduc (OTSUKA, 2002), (OTSUKA, 2005), a equipe objetivou a ampliação do TelEduc (OTSUKA, 2006), agregando-lhe facilidades que possibilitassem aos professores elaborarem avaliações formativas e aplicá-las aos aprendizes, propiciando, assim, a verificação de seu rendimento. Além disso, o objetivo buscado com sua implantação foi fornecer uma alternativa para a geração de conjuntos de exercícios que se somam às diversas ferramentas oferecidas no TelEduc (OTSUKA, 2006) e que podem ser utilizados pelos aprendizes para obter um melhor acompanhamento do seu rendimento, com base no resultado das avaliações e em observações inseridas pelo formador.

O TelEduc, Ambiente Virtual de Aprendizagem escolhido para integrar o Webeduc, possui uma série de recursos que permite ao professor ou monitor avaliar a participação do aprendiz nas atividades propostas, sejam elas colaborativas ou não. Porém, o ambiente não possuía uma ferramenta de avaliação de aprendizado. O Webeduc veio preencher esta lacuna.

A ferramenta foi desenvolvida com a filosofia de ser um *software* livre,³ sendo utilizada para a implementação dessa ferramenta a linguagem PHP associada ao gerenciador de banco de dados MySQL. Acompanhando a filosofia do TelEduc, o Webeduc possui dois ambientes: o do formador (professor ou tutor) e o do aluno, ou aprendiz. Vale salientar que as designações “formador e aluno” serão utilizadas na presente seção para que os textos sejam coerentes com os dos autores.

O ambiente do formador permite cadastrar questões, visualizar as questões cadastradas, questões por tipo de avaliação, visualizar avaliações e cadastrar gabarito.

O ambiente do aluno permite acessar as avaliações disponibilizadas e a correção da avaliação. Segundo Otsuka (2006), a correção propicia um *feedback* ao aluno, permitindo que ele consulte suas respostas em determinada avaliação, verificando quais questões acertou ou não e tendo acesso ao gabarito, para que ele possa aprender com seus erros. A primeira versão do Webeduc possui quatro tipos de questões: dissertativas, de múltipla escolha, de relacionar colunas e questões tipo “verdadeiro ou falso”.

A correção é exibida por questões em cada avaliação. As questões classificadas como dissertativas não possuem o chamado gabarito; elas devem ser analisadas individualmente pelo formador, que deve ser responsável por disponibilizar a correção posteriormente. As demais categorias de questões são corrigidas automaticamente com base neste gabarito pré-cadastrado na ferramenta.

No WebEduc, as visões do professor e dos alunos são diferentes em relação à ferramenta de avaliação. Os alunos têm permissão apenas para acessar os *links* avaliação e correção. Já o professor tem acesso ao conjunto completo de opções para o gerenciamento das avaliações, tendo acesso aos *links*: cadastrar questões, visualizar questões cadastradas, questões por avaliação, visualizar avaliação, cadastrar gabarito e verificar respostas.

³ Qualquer programa de computador que pode ser usado, copiado, estudado, modificado e redistribuído sem nenhuma restrição.

5.9.2 AulaNet

Desenvolvido pelo LES – Laboratório de Engenharia de *Software* da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, o AulaNet (FUCKS, 1998) é considerado um ambiente no qual o professor projeta o seu curso tendo a possibilidade de utilizar mecanismos de cooperação, comunicação e coordenação. Dados os instrumentos, o professor pode elaborar o seu material instrucional e apresentá-lo no ambiente em forma de aulas para os aprendizes.

É um ambiente dito versátil que pode ser empregado de diversas formas: como servidor de conteúdo e de administração de cursos a distância; como estrutura para treinamento a distância em corporações; como auxiliar no ensino presencial, etc.

O projeto do AulaNet está orientado para a aprendizagem a distância segundo o paradigma de *Groupware* (CSCW – *Computer Supported Cooperative Work*), que prevê o uso de mecanismos de coordenação, cooperação e comunicação (FUCKS, 2003). Ainda segundo Fucks (2003), o *Groupware* é mais bem implementado utilizando uma arquitetura baseada em componentes. Os autores optaram por implementar a versão recente do AulaNet em Java, usando o padrão de arquitetura baseado em J2EE.

Na primeira versão do AulaNet foi disponibilizada uma customização do Quest⁴ (NOYA, 1998). A temática avaliação tem sido uma constante na evolução e no aperfeiçoamento do AulaNet. Dada a característica de ser cooperativo e colaborativo, a avaliação de aprendizagem não se torna trivial no AulaNet. Não é mais suficiente, neste ambiente, um sistema de avaliação que resulta em um número para estimar a aprendizagem efetiva de um aprendiz. É preciso, portanto, nesse novo modelo, estimar a qualidade do processo de aprendizagem, o comportamento do aprendiz enquanto aprende e o quanto o aprendiz ganha ao construir o conhecimento de forma cooperativa (SILVA, 2004).

Em ambientes de aprendizagem na *Web*, a avaliação de conhecimentos adquiridos, ou avaliação de aprendizagem, requer a possibilidade de utilização de diversos instrumentos de avaliação. No caso do AulaNet, isso é uma realidade. Além da necessidade de recursos de avaliação individual, há ainda que se considerar as facetas do aprendizado cooperativo.

A questão da avaliação individual é solucionada como nos demais sistemas, adotando instrumentos de avaliação considerados ‘clássicos’ no ensino a distância. O AulaNet disponibiliza questões de múltipla escolha (do tipo cinco opções de respostas), de verdadeiro ou falso e, ainda, de completar lacunas. Essas opções também foram vistas no Webeduc,

supracitado no presente capítulo. Assim como no Webeduc, o AulaNet também disponibiliza questões dissertativas ou discursivas.

As contribuições efetivas do ambiente AulaNet para a área de avaliação em ambientes *Web* se caracterizam pelo modelo de avaliação para *chat*. Neste modelo, um aprendiz é avaliado com base na qualidade do seu desempenho. O *chat* deve ser avaliado levando em consideração uma relativa não-linearidade.

Os autores percebem que a qualidade da participação de um aprendiz não é necessariamente definida pela quantidade de mensagens de uns ou pela “laconicidade” de outros. Foram, então, estabelecidos três tipos de avaliação (FUCKS, 2003): a) em função da quantidade absoluta de mensagens; b) em função da qualidade relativa de mensagens; c) em função da quantidade ponderada de mensagens.

Esse processo deve ser considerado após o *chat* ser realizado. O avaliador, para aferir a qualidade de cada mensagem enviada pelo *chat*, inspeciona-as e, então, lhes atribui um valor, utilizando uma escala disponível. Esse processo é realizado por meio de uma interface construída para fornecer um instrumento de apoio ao avaliador. Assim, um grau é computado e disponibilizado ao aprendiz como resultado da avaliação, segundo um dos critérios descritos anteriormente. Uma questão ainda a considerar é que cada *chat* é um mecanismos particular, onde os aprendizes comparecem com um determinado estado de espírito, com uma determinada disposição e isso claramente influencia o discurso deles. Portanto, os três tipos de base de avaliação acima representam projeções do desempenho do aprendiz, num dado momento do tempo, segundo um dado estado de consciência.

Não há dúvida que os critérios propostos constituem uma forma de avaliar um *chat* (SILVA, 2004). Porém, as pesquisas nesse sentido devem prosseguir para que critérios, parâmetros e implementações adotados sejam cada vez mais efetivos na função de avaliar (BARRETO, 2005), (PIMENTEL, 2005), (PIMENTEL, 2006), (FILIPPO, 2006).

5.9.3 AHA!

O AHA! iniciou as pesquisas e implementações na área de testes adaptativos. Como o ambiente AHA! é considerado adaptativo, os testes que são desenvolvidos em sua ferramenta de autoria também são ditos adaptativos (ROMERO, 2004). A presente seção descreve a concepção do conceito de teste adaptativo, bem como a sistemática para sua criação no ambiente AHA! via ferramenta de autoria.

⁴ Customização da Ferramenta de Avaliação do Webeduc.

Os testes ou *quizes* são os mecanismos mais utilizados e desenvolvidos em ferramentas para ensino via *Web* (BRUSILOVSKY, 1999). Na maioria das implementações e ambientes, como citado nas seções anteriores deste capítulo, existem diferentes tipos de testes e, dependendo dos tipos das questões requeridas (sim/não, múltipla escolha, resposta simples, preenchimento de opções, entre outras), existem dois tipos de algoritmos de controle para essas ocasiões. Eles são ditos adaptativos ou clássicos (ROMERO, 2004).

Um teste é considerado clássico quando é uma seqüência de questões e cada questão pode ser avaliada como correta, incorreta ou incompleta. Normalmente, o mesmo tipo de questão é utilizado em todos os exames e o *score* final depende do número de respostas corretas. Um teste é considerado adaptativo (ARROYO, 2001) quando é um teste baseado em computador que trabalha com a decisão de apresentação de uma questão ou item de forma dinâmica, dependendo do andamento do aprendiz e de sua performance nas respostas anteriores. A vantagem de testes adaptativos é que esse acompanhamento e a inserção de conceitos de adaptabilidade permitem que cada aprendiz receba questões diferentes e até mesmo o número de questões pode ser diferente e, em alguns casos, menor do que o número de questões de um teste dito clássico.

Para facilitar a criação e a manutenção de testes tanto clássicos como adaptativos utilizados no ambiente AHA!, foi desenvolvida uma ferramenta de autoria para testes em ambientes *Web*. A facilidade de integrar essa ferramenta de autoria ao AHA! (DE BRA, 2003) se deve ao fato de o ambiente possuir uma arquitetura compatível com a ferramenta de autoria proposta para testes baseados na *Web*, pois as duas implementações utilizam XML como base.

O ciclo de vida especificado para os testes é apresentado na figura 28



Figura 28. Ciclo de Vida para Testes baseados na *Web*. Fonte: Romero (2004).

O primeiro passo especificado no ciclo de vida é selecionar os conceitos que devem ser avaliados. No AHA! pode ser utilizado o editor de conceitos (DE BRA, 2003) para criar e selecionar esses conceitos. O segundo passo é a construção dos itens do teste. Cada item do teste é uma questão relacionada a um conceito teórico (definidos no passo um da figura 28). O passo três é a criação do arquivo de testes, que será composto dos itens especificados no passo

dois. Esse arquivo consiste em alguns parâmetros, como: tipo do teste, número de questões, entre outros. Então, no passo quatro, os testes são publicados e podem ser aplicados aos aprendizes. Esse é o passo de execução. O último passo é o da manutenção, que permite ao editor do teste modificar alguns exemplos ou editar questões e alternativas que possam ser aprimoradas (ROMERO, 2004).

A ferramenta de autoria de Testes tem integração com o modelo de usuário e o modelo de adaptação (ROMERO, 2005). Os testes realizados e seus resultados são armazenados no modelo de usuário, pois fazem parte do conjunto de informações relativas ao aprendiz. Além disso, esses dados são importantes para o modelo de adaptação, que os utiliza para prover a adaptação dos conteúdos que devem ser disponibilizados ao aprendiz. É importante frisar que os testes adaptativos, que devem ter seus itens ou questões adaptados ao aproveitamento do usuário, também fornecem e utilizam informações do modelo de adaptação (ROMERO, 2005).

O algoritmo da criação de testes é responsável tanto pelos testes clássicos como pelos adaptativos (para questões de múltipla escolha). Como dito anteriormente, um teste clássico é uma seqüência de questões simples e normalmente utiliza o mesmo conjunto de questões para todos os aprendizes que realizam sua avaliação de aprendizagem (ROMERO, 2006).

O algoritmo que controla a execução de testes clássicos é simples: ele mostra a seqüência de questões até que não existam mais questões ou até que o aprendiz utilize o tempo máximo permitido (ROMERO, 2006). Por outro lado, o CBT (*Computer-based Test*) toma decisões sobre como apresentar uma questão, ou item, ou como terminar um teste. Essas duas situações são dependentes da performance do aprendiz que realiza o teste. O algoritmo genérico de testes adaptativos pode ser visto na figura 29.

Ele consiste em três procedimentos: seleção da questão, baseada nas informações existentes no modelo de usuário sobre cada aprendiz; estimativa de aproveitamento de cada estudante; e checagem dos critérios de finalização (número máximo de questões, tempo máximo despendido ou nível de aproveitamento).

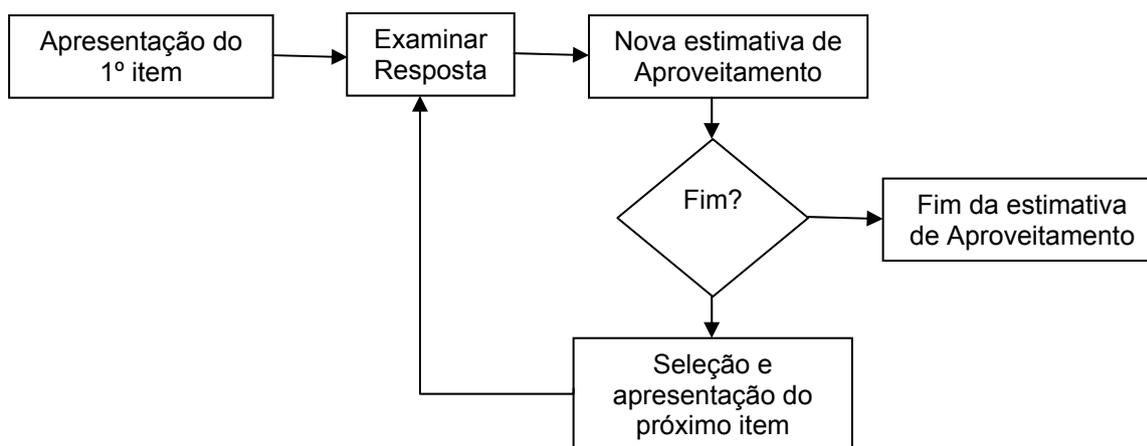


Figura 29. Algoritmo de controle de testes adaptativos. Fonte: Romero (2006).

Quando um aprendiz inicia um teste (clicando no *link* de teste), a ferramenta conecta com o servidor para obter todas as informações sobre o teste e verificar se o aprendiz possui permissão para realizar o teste (ou repeti-lo). Se existirem informações iniciais sobre o aprendiz, então a ferramenta as mostrará e iniciará o processo de exibição das questões. O aprendiz deve selecionar qual a questão correta (pode existir mais do que uma questão correta) e, então, pressionar o botão que indica ‘Questão correta’. Isso deve ocorrer dentro de um tempo máximo determinado anteriormente pelo autor do teste. O estudante pode verificar se a sua submissão está correta ou incorreta, se o autor tiver habilitado este parâmetro no momento do desenvolvimento do teste. Finalmente, após o estudante enviar a resposta da última questão, ele verá seu *score* total e o tempo que foi gasto para realizar essa tarefa.

5.9.4 MOT

O MOT é um sistema de autoria para sistemas hipermídias adaptativos, desenvolvido no Centro Tecnológico da Universidade de Eindhoven (BRUSILOVSKY, 2002). É um sistema de autoria direcionado especialmente para a construção de cursos adaptativos *on-line*. O MOT é baseado em dois *frameworks*:

- Um, para sistemas de autoria hipermídia adaptativo chamado LAOS (CRISTEA, 2003) que, por sua vez, foi baseado no AHAM (WU, 2003) (modelo de referência utilizado como base para o sistema AHA!, descrito na seção anterior do presente capítulo);
- Outro, integrado ao modelo de camadas para funcionalidades adaptativas, denominado LAG (CRISTEA, 2003b).

Assim como o LAOS (CRISTEA, 2003), o MOT apresenta um modelo de domínio na forma de mapa conceitual, construído com base em uma série de atributos. Esta é a parte do sistema de autoria que contém os recursos de aprendizagem. A segunda parte utilizada do LAOS é o modelo de metas, que está organizado em forma de lições. Esta é a parte do sistema que contém o material instrucional.

Além desses dois modelos, o MOT utiliza o modelo de adaptação, proveniente do LAG, com três possíveis níveis de adaptação. O modelo de adaptação utiliza as seguintes estruturas: técnicas de adaptação, adaptação de linguagem e estratégias de adaptação.

Ao utilizar o MOT, os estudantes são expostos a alguns procedimentos de avaliação (CRISTEA, 2004):

1. Pré-teste adaptativo;
2. Pré-questionário adaptativo;
3. Teste posterior na hipermídia (no MOT chamado de exame);
4. Questionário posterior.

Todos os estudantes possuem suas metas individuais durante a utilização da hipermídia adaptativa. Existe permissão para trabalhos em grupo; porém, as entradas das avaliações supracitadas devem ocorrer de maneira individual. As pesquisas do MOT salientam que o aluno é alertado, desde o início da utilização do sistema, de que suas avaliações consideradas negativas não afetarão seu andamento, mas podem interferir nas considerações sobre os resultados de suas avaliações.

Os questionários desenvolvidos possuem suas questões sobre o domínio de conhecimento que devem ser respondidas pelos alunos. Além disso, cada questionário possui, para cada uma de suas questões, um mapeamento dado pela escala de Likert, quantificado em uma escala de 0 a 10. Essa escala tem o intuito de mensurar a indicação do avaliado com relação à sua concordância ou discordância das respostas emitidas. São atribuídos valores numéricos ou sinais às respostas, para refletir a força e a direção da reação do entrevistado (avaliador) à declaração. As declarações de concordância (aprovação) devem receber valores positivos, ou altos, enquanto as declarações das quais discordam (reprovação) devem receber valores negativos, ou baixos (BAKER, 2002).

As questões respondidas pelos alunos são avaliadas com base em conceitos como significância, desvio padrão e correlação das respostas. Finalmente, com as avaliações, o MOT analisa as estratégias de criação de conteúdos e os procedimentos de adaptabilidade que o aluno utilizou para responder suas avaliações. Com relação aos procedimentos de

adaptabilidade e conteúdos, são analisados os seguintes requisitos: tempo que o aluno levou para se familiarizar com o sistema, flexibilidade do sistema, facilidade de expressão do aluno durante a utilização e tempo necessário para responder as questões, entre outros.

Também são considerados como fator importante para a análise do resultado das avaliações o mapa conceitual do aluno e suas respectivas lições (coerentes com as metas do aluno).

Considerando o modelo do usuário e seu mapa de conceitos, os resultados das avaliações realizadas com base nos questionários e testes são úteis para as estratégias de adaptação do sistema. O modelo de estratégias de adaptação verifica quais exercícios, provenientes de um determinado conceito, foram resolvidos ou não (são exibidos *hints* para auxiliar o aluno a responder as questões) (CRISTEA, 2006).

O desempenho do estudante também é aplicado no momento de ordenar as lições; porém, essa ordem pode ser alterada pelo professor, autor do curso ou disciplina. Em determinados casos, é possível que o professor, além de alterar a ordem de lições, determine um esquema de pré-requisitos entre as lições. Podem ser inseridos operadores de conjunção ou disjunção de conceitos (CRISTEA, 2004).

Nota-se, portanto, que a proposta, no MOT, baseia-se em dois momentos de testes e questionários, denominados pré e pós-teste ou questionário. O pré-teste é realizado ao iniciar as atividades no sistema e serve de base para o início da construção do modelo do aluno, bem como do seu mapa conceitual. Ao final de cada lição, os pós-testes são utilizados para atualizar o modelo do aluno e o seu mapa conceitual. Todos os resultados obtidos nesses procedimentos devem alimentar o modelo de estratégias de adaptação.

5.10 Conclusões sobre Avaliação de Aprendizagem em Ensino a Distância

Os primeiros modelos de avaliação em sistemas EaD tomaram como base a concepção das teorias comportamentalistas e tecnicistas da década de 60. Assim, foram desenvolvidas muitas das ferramentas de avaliação dos ambientes digitais de aprendizagem disponíveis na atualidade (CALDEIRA, 2004). A predominância de instrumentos de verificação quantitativa de aprendizagem nesses ambientes reflete, no fundo, a concepção mecanicista de avaliação: testes de múltipla escolha, ferramentas de verificação quantitativa da participação e de acessos, etc.

Com o intuito de reestruturar a avaliação de aprendizagem dentro dos sistemas de educação a distância, alguns autores voltaram a utilizar os conceitos apresentados por Bloom (1971), sem moldá-los, porém, às novas necessidades dos modelos a distância. O conceito de avaliação formativa não é restrito apenas ao de avaliação contínua; ela deve utilizar métodos de avaliação baseados em performances caracterizadas pelo emprego de tarefas significativas aplicadas à vida real do aluno (NELSON, 1998).

A maioria dos ambientes de aprendizagem digitais trabalha com ferramentas que privilegiam utilização da avaliação como verificação de conhecimentos (testes de múltipla escolha, por exemplo), junto com ferramentas que potencializam a avaliação a partir dos processos de interação social (*chats* e *fóruns*) (CALDEIRA, 2004). Os professores incluem, em seus cursos, ferramentas de comunicação e interação, mas não conseguem abrir mão dos instrumentos tradicionais de avaliação, preocupados com a composição da nota final.

A preocupação em avaliar a participação de alunos em *chats* e *fóruns* explicita bem essa questão (CALDEIRA, 2004; FUCKS, 2001). Diversos autores (LOPES, 2007), (LEÃO, 2006), (CAMPOS, 2002), (MOULIN, 2002), (FUCKS, 2001), (GOMEZ, 1999) chegam a propor categorias para classificar a participação dos alunos, criando até mesmo um coeficiente de participação para avaliar as interações *on-line*, a partir da combinação de diversos critérios qualitativos e quantitativos. A partir desse coeficiente, poder-se-ia compor a nota final do aluno, de uma forma objetiva. Apesar do progresso tecnológico e da disseminação dos pressupostos construtivistas, muitas das ações não deixaram de lado o princípio do “verificar e medir”.

Desta categorização pode se passar facilmente à classificação e hierarquização dos alunos que utilizam o ambiente, ou ferramenta. Estes sistemas inferem o perfil do aprendiz e, então, passam a propor variações de textos, exercícios ou atividades complementares, com base no cômputo de acertos e erros (VANZIN, 2005).

A maioria dos trabalhos sobre avaliação formativa e EaD possuem uma abordagem quantitativa, mais preocupada em contar quantas interações o aluno realizou, não considerando a qualidade dessas interações.

Os trabalhos que tratam da natureza das interações do aluno e que adotam uma análise qualitativa das mesmas são poucos. Um trabalho relevante neste sentido é o de Henri (1992), que formulou um modelo de análise baseado em habilidades cognitivas utilizadas nas discussões: participativa, social, interativa, e metacognitiva. Através dessas categorias, a

autora propõe um modelo que pode verificar a presença ou ausência de aprendizagem, mas não apresenta nada que possa qualificar o nível ou natureza das aprendizagens.

Mason (1991) propõe outro modelo que qualifica seis tipos básicos de intervenções: uso de experiência pessoal relacionada ao tema dos cursos, referência a fontes complementares das propostas nos cursos, comentários às opiniões de colegas e tutores, introdução de novos assuntos a serem discutidos, estudantes propondo questões ao grupo e tutores mediando as discussões.

No trabalho de *Web*, Newman & Cochrane (1995) desenvolveram um método para análise do conteúdo de fóruns baseados nas categorias: relevância, inovação, utilização de fontes externas, ambigüidades, associação de idéias, justificação, avaliação crítica, utilidade prática e amplitude do conhecimento, propondo inclusive um padrão para estabelecer o nível de aprendizagem a partir dessas categorias.

De acordo com Bullen (1997), estes estudos indicam diferentes formas de categorizar a participação dos alunos, utilizando diferentes critérios. Entretanto, nenhum deles especifica o que deve ser considerado ou não para avaliar ou qualificar a participação do aluno no processo de aprendizagem. Desta forma, não oferecem referenciais para incorporar a avaliação utilizando as interações dos alunos.

Segundo Vanzin (2005), deve-se abordar e tratar de forma plena os erros de conhecimento ou os casos em que houve acerto parcial, resultado de lapsos, deslizes, inconsistências ou ignorância parcial, já que estes constituem parte do processo de aprendizagem natural do ser humano desde a sua infância. Em seu trabalho, esta proposta é abordada sob a ótica da Cognição Situada.

É possível notar, portanto, que todo processo de avaliação pressupõe a aferição de um aprendizado. Na realidade, preocupa-se com a avaliação do que foi aprendido; porém, a avaliação não deve se restringir a determinar a quantidade de informações que o apreendente possui, mas até que ponto vai sua capacidade e disposição para utilizar e comunicar esta informação. Desse modo, o papel da avaliação é o de fornecer ao professor e ao ambiente virtual de aprendizagem, seja ele adaptativo ou não, dados importantes a respeito das aptidões, preferências e dificuldades dos alunos, e, ainda, gerar nos alunos a oportunidade de aprender, melhorar e refletir sobre o seu desempenho.

A avaliação de aprendizagem em cursos a distância baseados na *Web* tem sido foco de muitas pesquisas que buscam adaptar os modelos de avaliação existentes às novas características dessa forma de ensino (GAIO, 2007, LOPES, 2007, LEÃO, 2006, MÁXIMO,

2006, CALDEIRA, 2004, FUCKS, 2004, CAMPOS, 2002, MOULIN, 2002, FUCKS, 2001, GOMEZ, 1999).

Cabe lembrar que o processo de avaliação da aprendizagem do aluno possui, de forma subjacente, uma abordagem de estratégia de aprendizagem e estilo cognitivo. Portanto, antes de se decidir por um ou outro instrumento de avaliação, um ou outro critério de avaliação, é preciso definir essas abordagens.

O próximo capítulo apresenta como foram utilizados, no modelo RHA, os mecanismos de avaliação de aprendizagem discutidos no capítulo 5.

6 Modelo Proposto – RHA

Os modelos de referência para Sistemas Hipermídia Adaptativos consideram módulos clássicos que advêm dos Tutores Inteligentes. Esses módulos são: modelo de usuário, modelo de domínio e modelo de ensino. Para prover a adaptabilidade, os modelos de referência de SHA possuem, ainda, o modelo adaptabilidade.

Entre os modelos de referência atuais, podem-se citar o Munich e o AHAM, que sistematizam a avaliação de aprendizagem, porém não a interligam ao perfil cognitivo do usuário.

O objetivo central do Munich é apresentar um modelo de referência para SHA, constituído na base da UWE. Apesar de ter na arquitetura semelhanças com o Dexter e também com o AHAM, estende algumas importantes funcionalidades adaptativas no modelo de armazenamento, tais como (KOCH, 200):

- O hipertexto do modelo Dexter representa o domínio na abordagem do Munich;
- Os componentes não estão relacionados unicamente de forma navegacional (*links*), mas, também, por meio de relacionamentos conceituais, como “parte de”, “pré-requisito”, “inibidor de”, “variante de” e “na mesma página”;
- O modelo de domínio modela o nível conceitual, a aplicação e a representação da hipermídia;
- O modelo de usuário e o modelo de adaptação fazem parte da camada Storage;
- O modelo de usuário inclui um gerenciamento de usuário e um modelo específico para cada usuário composto de pares “atributo-valor”;
- Os atributos são classificados em dependentes e independentes do domínio;
- O modelo de adaptação é definido por um grupo de regras que representam o núcleo da funcionalidade adaptativa;
- As regras são classificadas em regras de construção, regras de aquisição e regras de adaptação (conteúdo, *link* e apresentação);
- O modelo de adaptação também modela o comportamento do usuário (navegação, entrada de dados e inatividade);
- A camada Run-time cria as instâncias das páginas.

Por essas características, o Munich foi escolhido como modelo de referência para a base desta pesquisa.

É importante ressaltar que, atualmente, os sistemas hipermídia adaptativos se apropriam de ferramentas encontradas nos diversos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). O modelo de Munich, assim como o AHAM! e o MOT, não pressupõe diretrizes, referências e indicações para construção de AVA adaptativos, pois não contempla ferramentas de comunicação/interação como bate-papo, fórum, mural, *wiki*, *quiz*, tarefas (entre outras) que são corriqueiras nos AVA, já exploradas no Capítulo 4 dessa pesquisa.

Para complementar a construção do modelo RHA, serão considerados os aspectos existentes no Munich, a inclusão de dimensões de estilos cognitivos, bem como a associação desses elementos em avaliações de aprendizagem realizadas por meio de ferramentas clássicas existentes nos AVA atuais.

A proposta da presente pesquisa é criar mecanismos para que os resultados das avaliações de aprendizagem gerem informações válidas, para serem utilizadas em conjunto com as informações do perfil cognitivo do usuário para, assim, retroalimentarem o modelo, proporcionando adaptação mais específica. Esses resultados indicarão novas formas de adaptação do conteúdo, da navegação e da apresentação.

6.1 Considerações sobre o Modelo de Munich

O modelo de Munich, proposto por Nora Koch (2002), define uma extensão do modelo Dexter ao incluir certas características como uma especificação mais formal e algumas alterações nas camadas definidas no modelo anterior. Através da notação UML (*Unified Modeling Language*) e do modelo orientado a objeto, este foi o primeiro modelo a propor uma especificação visual de um SHA, constituindo a UWE (*UML-based Web Engineering*).

A principal camada do modelo Dexter, que era responsável apenas pelo armazenamento das informações referentes à estrutura hipermídia, passa agora a ser dividida em três submodelos, os quais podem ser visualizados na figura 15 e que já foram discutidos anteriormente:

- meta-modelo de domínio – responsável pela estrutura da rede composta por nodos e *links*, sendo que o primeiro é considerado como recipiente de dados;
- meta-modelo de usuário – características dos usuários armazenadas para uma posterior adaptação;

- meta-modelo de adaptação – constitui-se em uma série de regras que implementam as formas de adaptação.

Para prover as funcionalidades de um SHA, o modelo de Munich define três operações, ou ações práticas, que devem ser encaradas como requisitos funcionais de um SHA e que são pertinentes ao modelo de usuário. São elas:

a) operação de autorização: necessária para atualizar componentes, regras e atributos dos usuários. A cada alteração do modelo de usuário é necessário que a aplicação autorize a atualização com base nas regras de adaptação;

b) operação de recuperação: útil para o acesso à estrutura do domínio hipermídia e ao modelo do usuário. Funciona como uma busca de informações tanto no modelo de domínio como no de usuário;

c) operação de adaptação: operação para adaptar de forma dinâmica o modelo do usuário, ou seja, personalizar a apresentação e o conteúdo de uma aplicação de acordo com o estado atual do usuário.

O modelo de domínio também apresenta, na sua especificação, três operações que possibilitam recuperar, criar e acessar componentes adaptativos. Estas operações podem ser realizadas por intermédio de um endereçamento, definido na modelagem de domínio da hipermídia, graças ao uso da Orientação a Objetos, pois, no modelo de domínio, são criadas classes e componentes que representam as interações presentes na arquitetura do modelo de Munich, bem como as funcionalidades adaptativas inerentes ao aplicativo SHA.

Por outro lado, cada usuário possui características particulares, como conhecimento, preferências, experiências, agrupadas em duas categorias: conhecimentos do usuário relatados para os componentes do domínio, ou dependente do domínio, e as características gerais do usuário, não dependentes do domínio.

A adaptação dos conteúdos, *links* e da apresentação ficam a cargo de mecanismos descritos no modelo de adaptação.

6.2 O uso de UML e UWE

As linguagens de programação fornecem o vocabulário e as regras para a combinação de palavras com a finalidade de comunicar algo. Uma linguagem de modelagem é a linguagem cujo vocabulário e regras têm seu foco voltado para representação conceitual e física de um sistema. A UML (*Unified Modelling Language*) é um tipo de linguagem padrão

para a elaboração da estrutura de projetos de *software*, independente da categoria em que esse *software* seja inserido (BOOCH, 2000).

A modelagem permite a compreensão de um sistema. Nenhum modelo é inteiramente suficiente. O vocabulário e as regras de uma linguagem como UML indicam como criar e ler modelos bem formados, mas não apontam quais modelos deverão ser criados. Essa tarefa cabe ao processo de desenvolvimento de *software*. E é esta lacuna que a UWE (*UML Web Engineering*) preenche.

A UWE é uma abordagem de engenharia de *software* criada para dar suporte ao processo de desenvolvimento de aplicações *Web*. A abordagem propõe uma extensão da linguagem UML (*Unified Modelling Language*) para tratar os requisitos específicos de sistemas hipermídia adaptativos, tais como: adaptação de conteúdo, de navegação, de apresentação e modelagem de usuário. Esta abordagem tem como principal função modelar elementos, notações e métodos envolvidos na construção e manutenção de sistemas hipermídia adaptativos. Os modelos propostos são: conceitual, usuário, navegação, apresentação e o modelo de adaptação. Além da UML, que atualmente é considerada como uma das linguagens mais expressivas para modelagem orientada a objetos, pode ser utilizada a linguagem OCL (*Object Constraint Language*), parte integrante da UML, que tem a capacidade de descrever de forma precisa, através de uma linguagem textual, as limitações do modelo orientado a objetos, definindo uma representação semântica.

Para Koch (2002), a UWE se faz necessária porque as abordagens genéricas de Engenharia de *Software* orientada a objetos não são suficientes para suportar as particularidades do processo de desenvolvimento de SHA. A UWE inclui um método de projeto e de descrição do processo de desenvolvimento da aplicação adaptativa.

As principais características da UWE (AMARAL, 2005):

- É uma abordagem totalmente baseada em orientação a objeto;
- A representação dos modelos é feita de forma visual (diagramas UML) e formal;
- Fornece uma extensão da UML para aplicações de HA;
- Define um processo de engenharia que engloba todo o ciclo de vida das aplicações de HA.

De acordo com Koch (2000), a metodologia da UWE é composta por uma notação e um método. A notação é uma extensão da UML, viabilizada por meio de um conjunto de

estereótipos específicos para SHA. O método consiste na construção de seis modelos de análise e projeto, ilustrados na forma de pacotes UML na figura 30.

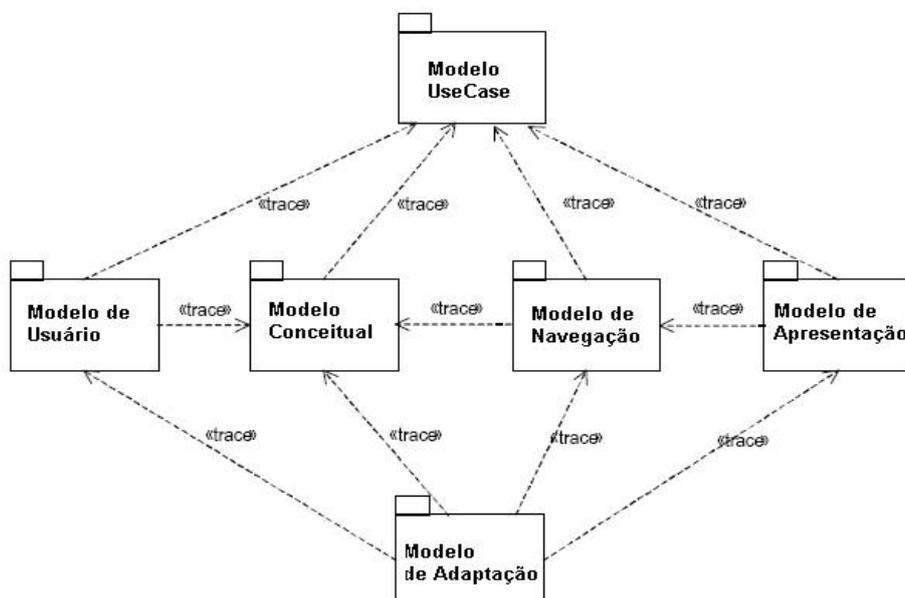


Figura 30. Modelos utilizados para o projeto de um SHA. Fonte: Koch (2002).

Os principais artefatos produzidos pelo método da UWE são (KOCH, 2002):

- Modelo de casos de uso (*UseCase*) para capturar os requisitos do sistema;
- Modelo conceitual para o conteúdo (modelo de domínio);
- Modelo de usuário;
- Modelo de navegação, que inclui um modelo do hiperespaço de navegação e um modelo de estrutura de navegação;
- Modelo de apresentação, que inclui modelos estáticos e dinâmicos (modelo de estrutura de apresentação, modelo de fluxo de apresentação, modelo abstrato da interface de usuário e modelo do ciclo de vida objeto);
- Modelo de adaptação (regras de adaptação).

Esses artefatos suportam a análise e o projeto dos meta-modelos apresentados no modelo de Munich. O meta-modelo de usuário definido no Munich gera, como resultado, os seguintes artefatos: caso de uso, modelo de usuário; o meta-modelo de domínio gera: modelo conceitual, modelo de apresentação, modelo de navegação; e, por fim, o meta-modelo de adaptatividade, que tem como resultado as regras do modelo de adaptação.

Além de definir os modelos supracitados, a UWE prevê diversas etapas visando a abranger todo o ciclo de vida de um SHA, incluindo: gestão de riscos, planejamento de interação, captura de requisitos, análise e projeto, implementação, validação, verificação e testes. As diversas etapas da UWE, aliadas a modelagem visual (diagramas UML) e formal (OCL) constituem-se em um mecanismo sistemático para o projeto de SHA (AMARAL, 2006).

O foco desta pesquisa está na análise e projeto, não sendo relevante considerar as demais etapas do ciclo de vida de um SHA. A utilização de orientação a objetos, via UML/UWE, se justifica, pois proporciona facilidades quanto à reutilização de módulos e códigos.

6.3 A Triagem dos Estilos Cognitivos

De acordo com pesquisas já desenvolvidas (GELLER, 2004), (BROWN, 2005), (CRISTEA, 2006), (STASH, 2006), (ROSÁRIO, 2006) (LITZINGER, 2005), (DE BRA, 2006), (BECHARA, 2007) e (BROWN & BRAILSFORD, 2004), as dimensões de estilos cognitivos mais adotadas são: dependência-independência de campo; impulsividade-reflexividade de resposta; convergência-divergência de pensamento; e holista-serialista. As suas particularidades já foram discutidas no Capítulo 4 deste trabalho. A extensão proposta ao modelo de Munich, com a criação do meta-modelo RHA, utilizará os estilos cognitivos: dependência-independência de campo e holista-serialista.

É importante ressaltar que, nesta pesquisa, o estilo cognitivo triado foi mantido durante todo o histórico do usuário no ambiente; porém, também é válido observar que a reorientação do estilo cognitivo, com base nas ações desempenhadas pelo usuário, deve ser considerada como uma atualização dinâmica.

A tabela 3 resume como estes estilos serão modelados e aplicados no Modelo proposto.

Estilo	Atividades/Apresentação	Avaliação	Resultado da Avaliação
Dependente	Tutorial e <i>links</i> para pesquisa	Questões para pesquisa e Questionários	Conteúdo das respostas
Independente	Texto descritivo ilustrado, Esquema	Desafios. Questões para discussão	Participação, conteúdo das colaborações
Holista	Texto descritivo ilustrado e <i>links</i> para pesquisa	Questões para pesquisa	Conteúdo das respostas
Serialista	Tutorial	Questionários	Número de acertos e erros

Tabela 3. Proposta de atividades e avaliações de acordo com os estilos cognitivos para o modelo RHA.

As dimensões escolhidas, na sua totalidade, abordam quatro formas de apresentação e desenvolvimento das atividades, a saber: tutorial, *links* para pesquisa, texto descritivo ilustrado e esquema. Em termos de instrumentos de avaliação, serão utilizados: questões para pesquisa, proposta de desafios, questões para discussão, questionários. Com relação aos instrumentos de avaliação e os resultados obtidos, pode-se ter: em questões para pesquisa, devem ser ressaltados os conteúdos das respostas; desafios e questões para discussão devem levar em conta as participações dos alunos, ponderando o número e as formas de participação (na discussão, o aprendiz participa mais formulando perguntas ou colaborando nas respostas) e conteúdo; para os questionários, há que se considerar o número de acerto e erros.

Existem, também, relacionamentos entre os tipos de dimensões de estilos cognitivos e as formas possíveis de apresentação e atividades propostas, representados na figura 31.

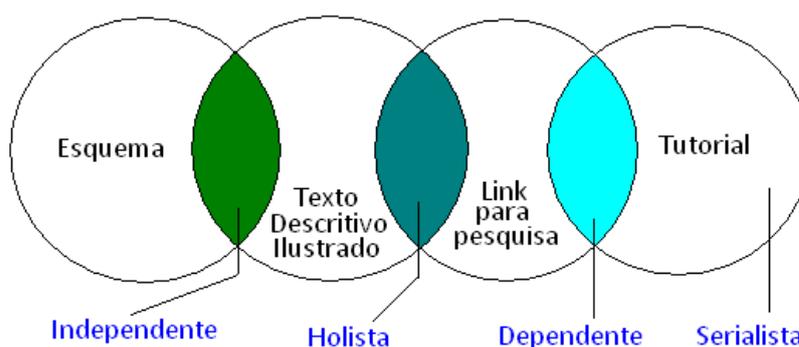


Figura 31. Correlações entre estilos cognitivos e atividades

A mesma idéia se aplica à análise das formas de apresentação e atividades *versus* tipos de avaliações que desencadeiam. Os tipos de avaliação ou instrumentos de avaliação darão condições para a escolha das ferramentas que os representam nos ambientes virtuais de aprendizagem. A figura 32 mostra como esses itens se relacionam.

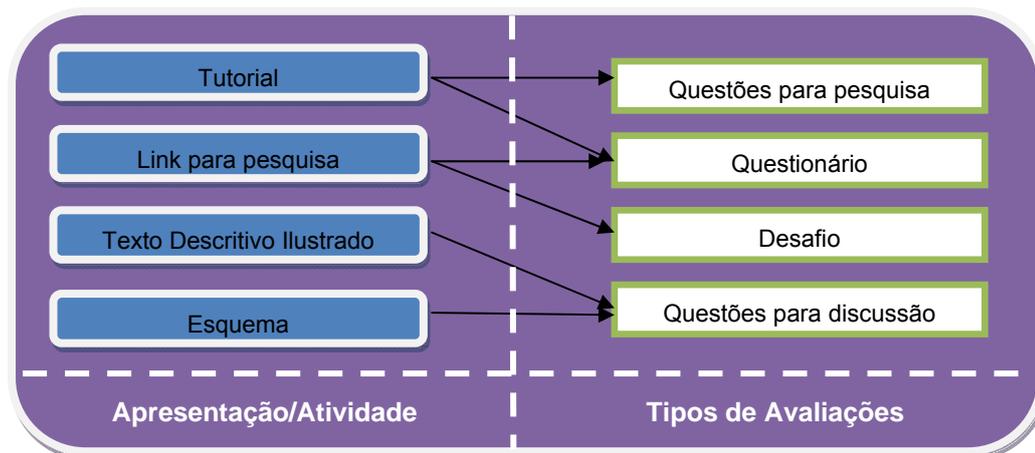


Figura 32. Relacionamentos entre atividade e tipos de avaliações

A partir das figuras 31 e 32, é possível deduzir que cada tipo de estilo cognitivo pressupõe uma forma mais adequada de atividade (ou apresentação do conteúdo). Cada uma dessas atividades desencadeia um processo de avaliação de aprendizagem que, por sua vez, gerará distintos resultados para serem analisados e utilizados pelo RHA.

6.4 Modelagem dos Estilos Cognitivos

Dada a definição das dimensões de estilos cognitivos que serão abordadas nesta pesquisa, deve-se desenvolver a modelagem de cada um dos estilos cognitivos. Essa modelagem é base para as alterações que devem ocorrer no modelo de usuário, ou aluno, do Munich (KOCH, 2002), apoiando o modelo RHA.

A modelagem de estilos cognitivos se inicia com a definição da hierarquia de usuários, representada na figura 33. Este diagrama, com notação em UML, apresenta os tipos de usuários, definidos com base nas dimensões de estilo cognitivo, e mostra os relacionamentos existentes entre eles. De forma geral, um diagrama como o apresentado na figura 33 especifica generalização/especialização entre os atores do sistema. Nesta pesquisa, o termo ator, adotado na UML, também pode ser equivalente a usuário ou aluno. Cada um dos usuários de um sistema hipermídia adaptativo possui características ou atributos que o representam.

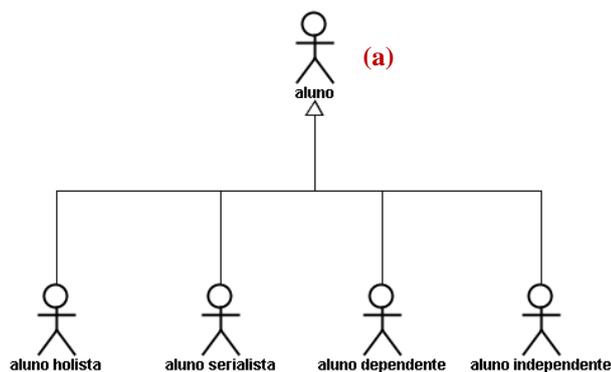


Figura 33. Hierarquia de usuários para o modelo RHA.

O modelo RHA pressupõe uma hierarquia de usuários que define um ator, denominado aluno e apresentado na figura 33(a), cujos atributos são gerais a todos os demais tipos de usuários ou alunos. No caso do modelo RHA, o ator especificado de forma generalista recebeu o rótulo de aluno e possui o seguinte conjunto de atributos ou características: nome, *login*, senha, data de cadastro e data da última visita, entre outros. Por serem atributos constantes nos demais tipos de alunos, eles são generalizados na especificação e dão origem ao conceito de generalização na hierarquia de usuários.

A generalização é uma ferramenta poderosa para a abstração de dados e conceitos. É um relacionamento existente entre um conceito mais geral (superconceito) e um conceito mais específico (subconceito), no qual o conceito mais específico é consistente com o mais geral e adiciona informações a ele ou herda informações dele (BOOCH, 1999).

Uma generalização é representada por uma linha com um triângulo, que liga o conceito mais específico ao mais genérico. No diagrama da figura 33, a generalização ocorre entre atores, porém ela pode ocorrer em outros diagramas da UML, que serão abordados futuramente, como o diagrama de classes.

Já que o ator aluno possui características ou atributos gerais, os demais atores definidos passam a herdar essas características. Para cada tipo de dimensão de estilo cognitivo foi definido um ator, que recebe o nome do respectivo estilo. Os atributos dos atores serão especificados no diagrama de classes na seção 6.7.

Definida a hierarquia existente entre os usuários ou atores que o modelo RHA pressupõe, o segundo o tipo de especificação, seguindo os preceitos da UML e da UWE a ser desenvolvido, é centrado no diagrama de Caso de Uso ou *Use Case*.

Os casos de uso referem-se aos serviços, tarefas ou funções que podem ser utilizados de alguma maneira pelos usuários do sistema, como emitir um relatório ou cadastrar uma atividade. São utilizados para expressar e documentar os comportamentos pretendidos para as funções do sistema (BOOCH, 1999).

Segundo Koch (2002), para construir o modelo de caso de uso podem ser utilizados os seguintes passos:

1. Determinar os atores;
2. Encontrar as atividades pertencentes a cada um dos atores;
3. Agrupar as atividades por caso de uso;
4. Estabelecer relacionamento entre atores e caso de uso;
5. Simplificar caso de uso com herança entre atores.

Essa categoria de diagrama mostra um conjunto de casos de uso e atores e seus relacionamentos (dependência, generalização e associação). São muito utilizados para fazer a modelagem do contexto de um sistema (hipermídia ou não) e, por isso, são relevantes para o modelo RHA, dada a necessidade de analisar e modelar o contexto dos alunos (independente do seu estilo cognitivo) e suas atividades no ambiente adaptativo, mediadas por ferramentas de comunicação/interação clássicas nos AVA.

A tabela 4 relaciona as dimensões de estilos cognitivos, atividades/formas de apresentação e instrumentos de avaliação, listados na tabela 3, com as ferramentas de comunicação que se mostram mais adequadas, dadas as características levantadas na seção 6.3 de triagem dos estilos cognitivos. As pesquisas que formaram o arcabouço conceitual para as conclusões presentes na tabela 4 são (GELLER, 2004), (BROWN, 2005), (CRISTEA, 2006), (STASH, 2006), (ROSÁRIO, 2006) e (BECHARA, 2007):

Estilo	Atividade/Apresentação	Ferramenta de Comunicação	Avaliação
Dependente	Tutorial e <i>links</i> para pesquisa	Fórum, correio eletrônico, lista de discussão, <i>quiz</i> , <i>wiki</i>	Questões para pesquisa e Questionários
Independente	Texto descritivo ilustrado e esquema	Fórum, lista de discussão e tarefa	Desafios. Questões para discussão
Holista	Texto descritivo ilustrado e <i>links</i> para pesquisa	Bate-papo, correio eletrônico	Questões para pesquisa
Serialista	Tutorial	<i>Quiz</i> , Bate-papo, fórum	Questionários

Tabela 4. Proposta de ferramentas de comunicação de acordo com os estilos cognitivos para o modelo RHA.

A tabela 4 apresenta as ferramentas de comunicação que podem ser utilizadas por cada estilo cognitivo para o processo de avaliação de aprendizagem. A fim de complementar as informações da tabela e para definir a modelagem do contexto de um sistema hipermídia adaptativo, foram desenvolvidos diagramas de caso de uso de cada um dos estilos cognitivos selecionados para esse trabalho.

É importante ressaltar que os casos de uso aqui apresentados foram desenvolvidos a fim de modelar os aspectos restritos a essa pesquisa, ou seja, ferramentas que são passíveis de serem aplicadas ao processo de avaliação de aprendizagem e não a toda a utilização do ambiente pelos atores designados.

A figura 34 apresenta o diagrama de caso de uso específico para o aluno holista. A mesma hierarquia de atores concluída na figura 33 é utilizada na representação da herança entre aluno e aluno holista. As ferramentas de comunicação/interação consideradas adequadas para o modelo RHA utilizar os resultados da avaliação de aprendizagem estão representadas nas elipses. No caso da figura 34, as ações que o aluno holista realiza e que são relevantes para o modelo RHA são: acessar correio eletrônico e acessar bate-papo.

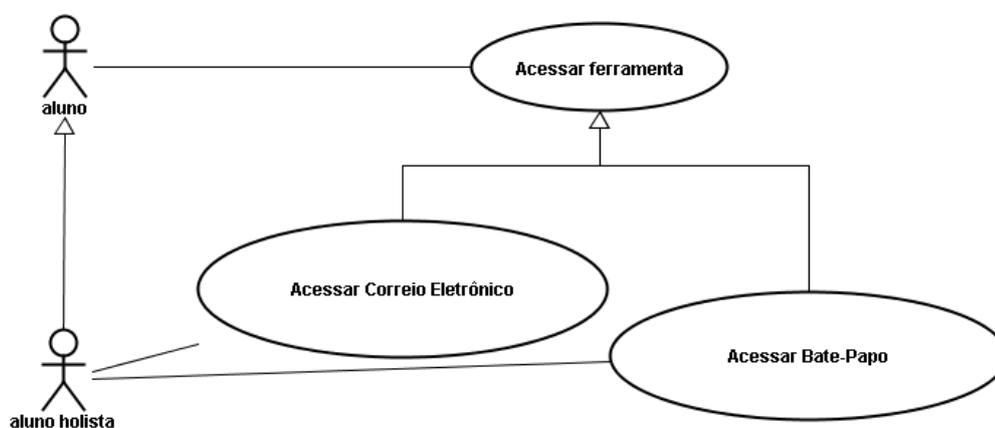


Figura 34. Diagrama de Caso de Uso – Aluno Holista

O mesmo esquema do diagrama exposto na figura 34 é utilizado para a concepção da figura 35. Nesta situação, a figura 35 representa o caso de uso do aluno serialista que tem como atividades: acessar fórum, acessar bate-papo e *quiz*.

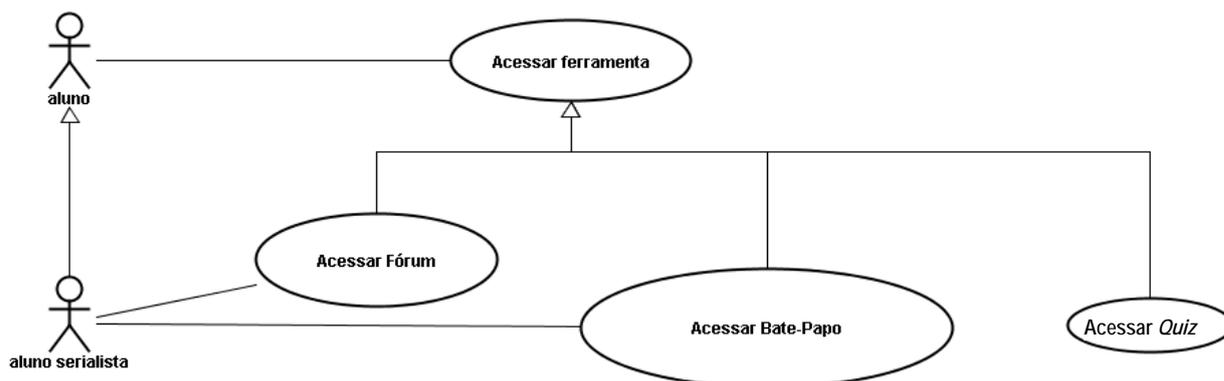


Figura 35. Diagrama de Caso de Uso – Aluno Serialista

Para o aluno independente, foram especificados os casos de uso acessar fórum, acessar correio eletrônico e acessar lista de discussão. Todo esse esquema está presente na figura 36.

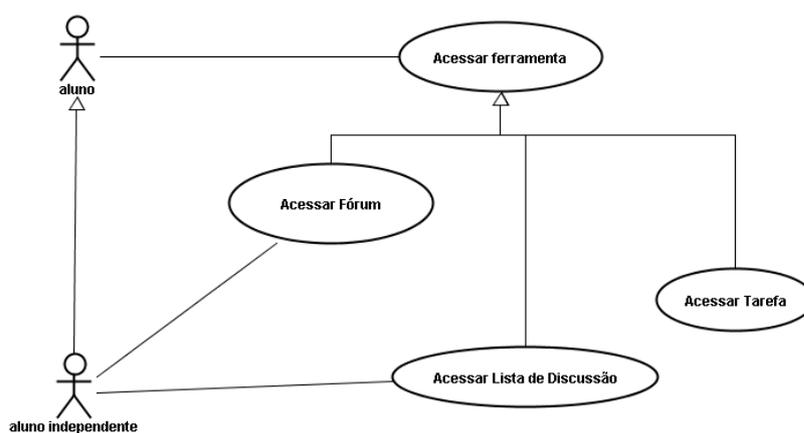


Figura 36. Diagrama de Caso de Uso – Aluno Independente

Por fim, tem-se a diagramação dos casos de uso do aluno detectado como dimensão de estilo cognitivo dependente. Nesta situação, diagramada na figura 37, os casos de usos são: acessar fórum, acessar *wiki* e acessar lista de discussão, acessar correio eletrônico e acessar lista de discussão.

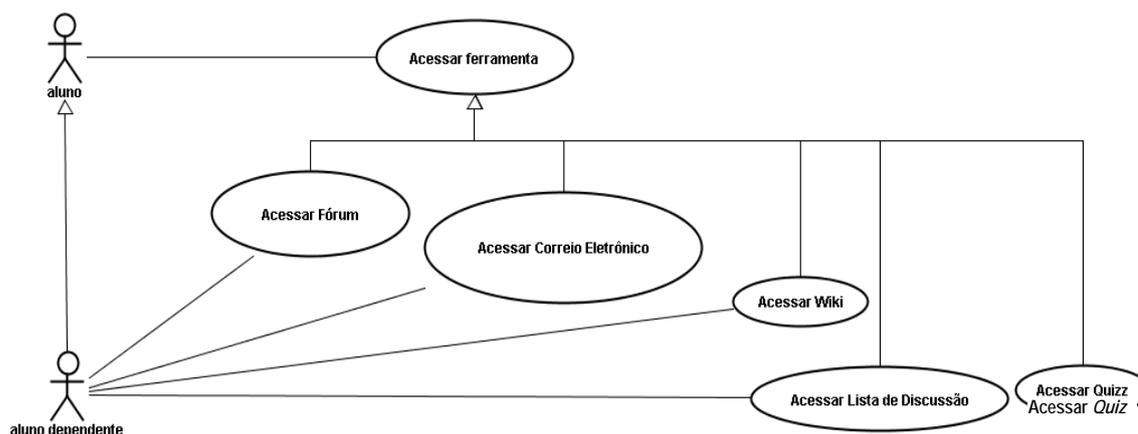


Figura 37. Diagrama de Caso de Uso – Aluno Independente

Existe a possibilidade de um usuário pertencer a mais de uma das dimensões de estilo cognitivo; porém, a título de simulação, para esta pesquisa será considerado que um usuário só pode pertencer a uma dimensão de estilo cognitivo.

Como pode ser observado nos diagramas, cada um dos estilos cognitivos selecionados possuem ferramentas de comunicação/interação mais indicadas às suas tendências de ações. Dadas as pesquisas realizadas por Santos (2000), a tabela 5 apresenta as características que levaram à escolha de tais ferramentas para os respectivos estilos cognitivos.

Estilo	Tendência de Ações	Ferramenta de Comunicação
Dependente	Conteúdo e seqüência previamente organizados. Reforço extrínseco. Percepção pessoal e habilidades interpessoais. Preferem interação professor-aluno informal. Gostam de aprender em grupo.	Fórum, correio eletrônico, lista de discussão, <i>quiz</i> , <i>wiki</i> .
Independente	Organização e seqüenciação de conteúdos. Reforço intrínseco. Análise impessoal. Maior ênfase do conteúdo do que com a interação professor-aluno.	Fórum, lista de discussão e tarefa.
Holista	Contexto global. Examinar grande quantidade de dados. Busca por padrões e relações entre dados. Combinação de diversos dados.	Bate-papo, correio eletrônico.
Serialista	Ênfase em tópicos separados e em seqüências lógicas. Buscam padrões e relações somente mais tarde no processo. Usam hipóteses mais simples e uma abordagem lógico-linear (de uma hipótese para a próxima, passo a passo).	<i>Quiz</i> , Bate-papo, fórum

Tabela 5. Ferramentas propostas e tendência de ações dos usuários no modelo RHA.

Os alunos que possuem características do estilo dependente têm preferência por conteúdos em seqüência; por isso, é recomendado o modo de apresentação de atividades via tutorial e ferramentas de comunicação/interação como *quiz*, que trabalham com seqüência de perguntas. De acordo com Santos (2000), esse perfil cognitivo requer maior reforçamento extrínseco, portanto, há a indicação de *links* para pesquisa. São classificados como hábeis em situações que exigem percepção pessoal e habilidades interpessoais; conseqüentemente, ficam facilmente familiarizados com ferramentas como fórum e lista de discussão. Possuem tendência a preferir interação professor-aluno mais informal e gostam de aprender em grupo, o que pode ser implementado no ambiente adaptativo via disponibilização de atividades em correio eletrônico, lista de discussão, fórum e *wiki*.

A integração dos alunos ditos independentes com as ferramentas de comunicação/interação de um ambiente adaptativo baseia-se em características como: envolvimento na organização e seqüenciação de conteúdos, o que pode ser aplicado via proposta de tarefas. Como respondem melhor a reforços intrínsecos e preocupam-se mais com o conteúdo do que com a interação professor-aluno, espera-se mais sucesso na utilização de textos descritivos ilustrados e esquemas gráficos do que em *links* para pesquisa. Esses alunos apresentam melhores resultados em situações que requerem uma análise impessoal; por isso, podem obter sucesso na utilização de ferramentas de comunicação/interação como tarefa, fórum ou lista de discussão, nas quais a participação é assíncrona e não pressupõe contato direto e pessoal com os participantes.

Para o estilo cognitivo holista, a proposta é a de utilizar atividades e apresentação de conteúdos na forma de texto descritivo ilustrado e *links* para pesquisa, pois esses alunos dão ênfase no contexto global desde o início de uma tarefa e preferem examinar grande quantidade de dados, na tentativa de encontrar padrões e relações entre eles. Para fomentar a comunicação, são indicadas ferramentas como bate-papo e correio eletrônico, que proporcionam espaço para debates tanto de forma síncrona como assíncrona.

Os serialistas têm por hábito dar ênfase em tópicos organizados em seqüências lógicas; então, é recomendada a apresentação dos conteúdos na forma de tutorial. Uma ferramenta de comunicação/interação que atende bem a essa característica é o *quiz*. Já que trabalham com abordagem passo a passo, as ferramentas de bate-papo e de fórum também são indicadas, pois possibilitam a consulta a um histórico organizado cronologicamente.

Cada uma das atividades geradas pelas tarefas relacionadas com um caso de uso pode ser representada por um diagrama de atividades da UML. Estes diagramas serão apresentados nas próximas seções.

6.5 Modelagem das Ferramentas de Avaliação de Aprendizagem

Conforme mencionado nas seções anteriores, a avaliação de aprendizagem será realizada por intermédio de ferramentas de interação/comunicação disponíveis no ambiente adaptativo de ensino a distância.

A modelagem que representa a interação do usuário com as ferramentas já definidas é dada na presente seção por meio do uso de Diagramas de Atividades, definidos pela UML e também utilizados na UWE.

O objetivo do diagrama de atividades é mostrar o fluxo de atividades em um único processo. Mostra como uma atividade pode se relacionar, inclusive dependendo de outras. As atividades são conectadas através de arcos (transições), que mostram as dependências entre elas.

Essa categoria de diagramas da UML pode ser considerada mais conceitual, pois possui foco na análise do ambiente computacional e não no projeto. Nesse projeto foi empregado o diagrama de atividades para exemplificar como os usuários devem interagir com as ferramentas de interação/comunicação e em que momento os dados de acesso dos usuários serão armazenados para, posteriormente, serem utilizados pelo RHA. Esses dados serão refinados na seção 6.6, para demonstração do processo de retro-alimentação.

Como o RHA é um meta-modelo que complementa os demais meta-modelos do Munich, seu nível de abstração é alto, já que pretende criar uma modelagem genérica a ser aplicada em qualquer hipermídia adaptativo. Os diagramas de atividades foram utilizados aqui como mecanismos para a análise de comportamento do usuário, ambiente e ferramentas de comunicação/interação. Não têm como objetivo manter a abstração de um meta-modelo; porém, possuem a intenção de representar situações reais para, depois de generalizadas, serem utilizadas no RHA.

É importante frisar que os diagramas de atividades que apresentam as formas de interação entre usuário e ferramenta não distinguem os tipos de dimensões de estilos cognitivos, uma vez que o foco para esse nível de abstração são as ferramentas e não os

usuários. Portanto, conclui-se que a interação com as ferramentas do ambiente é dada de maneira igual para qualquer um dos estilos cognitivos definidos.

As atividades que se relacionam com o acesso ao ambiente adaptativo são demonstradas na figura 38. Esse diagrama foi desenvolvido para ilustrar o que ocorre antes de ser iniciado o processo de retro-alimentação.

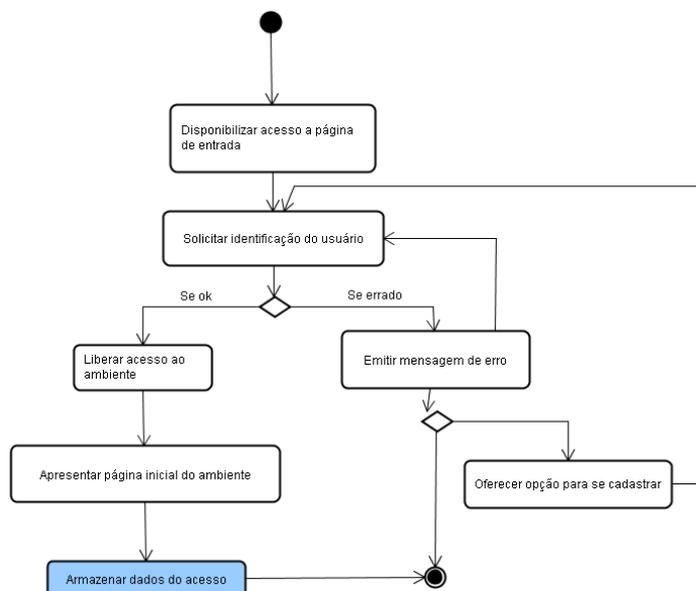


Figura 38. Diagrama de Atividades – Acesso ao ambiente

Todos os diagramas de atividades apresentados nessa seção possuem uma atividade destacada, “Armazenar dados do acesso”, que se refere aos dados que serão utilizados pelo modelo RHA.

A figura 39 apresenta o diagrama de atividades para acesso à ferramenta de bate-papo.

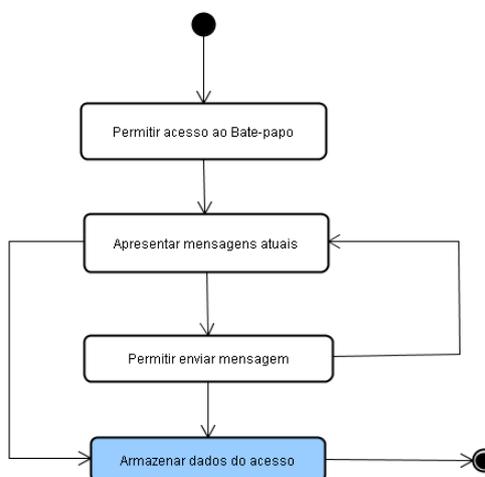


Figura 39. Diagrama de Atividades – Acesso ao Bate-Papo.

É possível notar, com base no diagrama, o ciclo de ação existente ao utilizar a ferramenta bate-papo. O ciclo é demonstrado pela seta que liga a atividade “Permitir enviar mensagem” à “Apresentar mensagem atual”. Isso denota atividades seqüenciais que são favoráveis ao estilo serialista.

O diagrama da figura 40 apresenta as atividades relacionadas com o acesso à ferramenta Fórum.

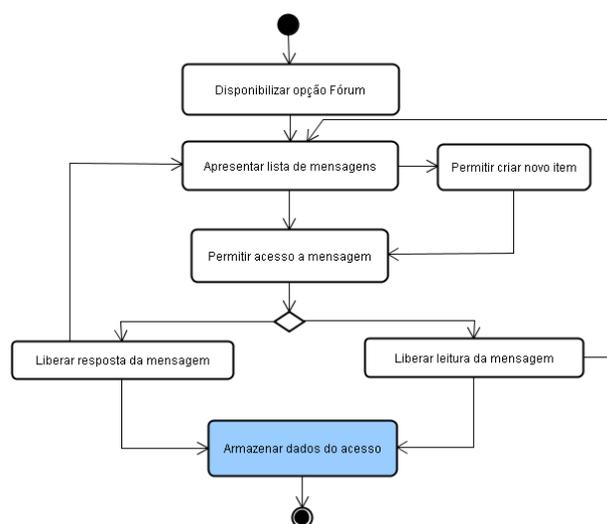


Figura 40. Diagrama de Atividades – Acesso ao Fórum.

A ferramenta fórum possui duas características, observadas no diagrama de atividades da figura 40: a primeira é a organização em forma seqüencial, no que se refere às mensagens do fórum; a segunda é a possibilidade de trabalho em grupo, pois ela armazena mensagens de diversos alunos.

O fórum é uma ferramenta de comunicação/interação utilizada por três dos quatro estilos cognitivos: serialista, dependente e independente. Os três têm em comum o fato de privilegiarem informações organizadas, que possuam seqüência lógica e, no caso dos dependentes, que possibilitem a aprendizagem em grupo.

A ferramenta *quiz* e as atividades relacionadas a ela são apresentadas na figura 41. O diagrama reflete a forma como a ferramenta pressupõe interação com o usuário, onde todas as perguntas são apresentadas em uma mesma tela, na seqüência em que foi elaborada pelo autor. Ao finalizar, as respostas a todas as perguntas são armazenadas. Essa organização prévia e seqüencial favorece alunos das dimensões serialistas e dependentes.

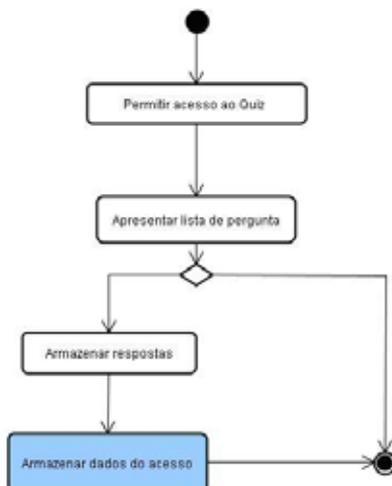


Figura 41. Diagrama de Atividades – Acesso ao *Quiz*.

O único estilo cognitivo, entre os selecionados na presente pesquisa, que utiliza a ferramenta *Wiki* é o dependente. A figura 42 apresenta o diagrama de atividades. Por a ferramenta *Wiki* apresentar caráter colaborativo, foi necessário representar, em seu diagrama, um ciclo de ação entre as atividades “Permitir editar texto” e “Apresentar texto atual”. Isso demonstra que existe uma seqüência explícita para inserção de conteúdo via *Wiki*.

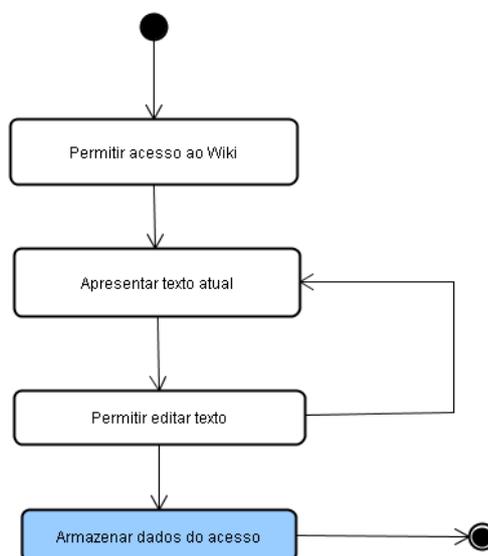


Figura 42. Diagrama de Atividades – Acesso ao *Wiki*.

A tarefa é uma ferramenta de interação/comunicação que oportuniza a entrega de atividades previamente delimitadas na forma de arquivos externos. Isso quer dizer que o aluno pode realizar uma determinada atividade proposta e postar arquivo relacionado com a

solicitação. Essa ferramenta limita o tempo que o aluno possui para desenvolver a proposta e postá-la.

O diagrama de atividades que representa essa ferramenta está na figura 43. Observa-se, pela figura, que a apresentação do intervalo de tempo já ocorre imediatamente após o acesso à ferramenta. É possibilitado, então, que o aluno envie o documento ou não. Esse envio só poderá ocorrer dentro do intervalo de tempo previsto. Após isso, os dados do acesso são armazenados.

A ferramenta Tarefa é uma das adotadas para o perfil independente, pois possibilita organização dos conteúdos e permite maior ênfase no conteúdo que na interação professor-aluno, características válidas para o perfil designado.

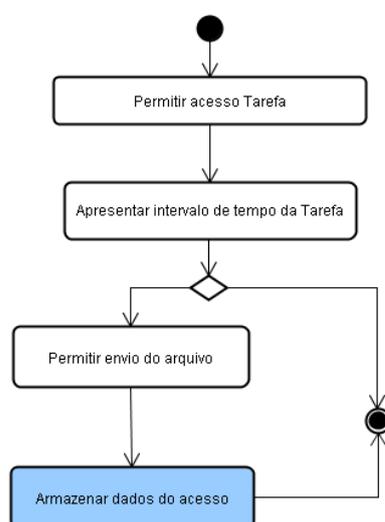


Figura 43. Diagrama de Atividades – Acesso a Tarefa.

A figura 44 apresenta o diagrama de atividades da ferramenta correio eletrônico. Em geral, os ambientes adaptativos não possuem uma interface para leitura de *e-mail* na própria plataforma, porém utilizam com frequência o endereço de correio eletrônico para enviar avisos sobre novos conteúdos ou novas interações ocorridas nas ferramentas.

Dadas essa relevância e sua utilização nos perfis dependente e holista, foi desenvolvido o seu diagrama, como exposto na figura 44.

A ferramenta de correio eletrônico possibilita duas atividades: o envio de mensagens e o recebimento/leitura de mensagens. Nessas atividades, podem ser notadas características que corroboram as características dos perfis dependente e holista. O perfil dependente prefere interação professor-aluno informal, que pode ser atingida via correio eletrônico. O perfil

holista possui preferência por utilizar uma abordagem lógico-linear, que pode ser conseguida com a estrutura de organização de mensagens do correio eletrônico.

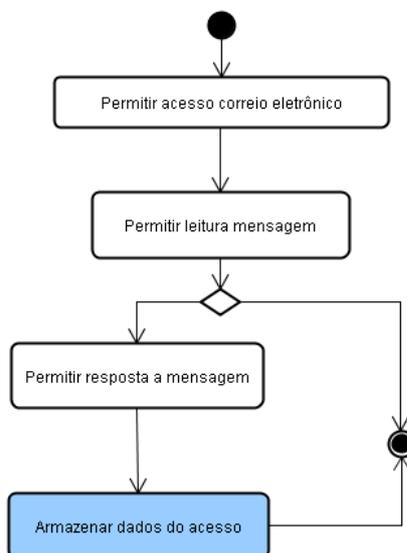


Figura 44. Diagrama de Atividades – Acesso ao Correio Eletrônico.

6.6 Integração do RHA com o Modelo de Munich

As seções anteriores mostram como os elementos pertinentes ao meta-modelo RHA se comportam. Os processos de triagem e modelagem dos estilos cognitivos foram úteis para auxiliar a seleção dos atributos que devem ser considerados com relação aos usuários. A modelagem das ferramentas de avaliação de aprendizagem, seção 6.5, foi utilizada para selecionar os atributos e métodos relacionados a cada uma delas.

É importante lembrar que, até agora, as modelagens foram desenvolvidas com um alto grau de abstração, pois se tratavam de modelos para representar a análise de engenharia de *software* da proposta.

Na presente seção, serão detalhados tanto os modelos de Orientação a Objetos (UWE), que foram base, como os que formam o meta-modelo RHA. Como já foi explorado na seção 3.3, o modelo de Munich é dividido, assim como o Dexter e o AHAM, em três camadas.

Essas camadas são a base para o detalhamento dos meta-modelos envolvidos no processo de construção de um sistema hipermídia adaptativo.

A figura 45 mostra o diagrama de pacotes (UWE) que representa a clássica arquitetura dividida em três camadas, já com a inserção do meta-modelo RHA, que está situado na camada de armazenamento.

Assim como no Dexter, o núcleo do modelo de Munich está na camada de armazenamento. A do modelo de referência Munich converge os meta-modelos de usuário, domínio e adaptatividade; desse modo, mantém a abstração em cada um destes meta-modelos, a fim de reunir os elementos mais genéricos possíveis para a construção da hipermídia adaptativa.

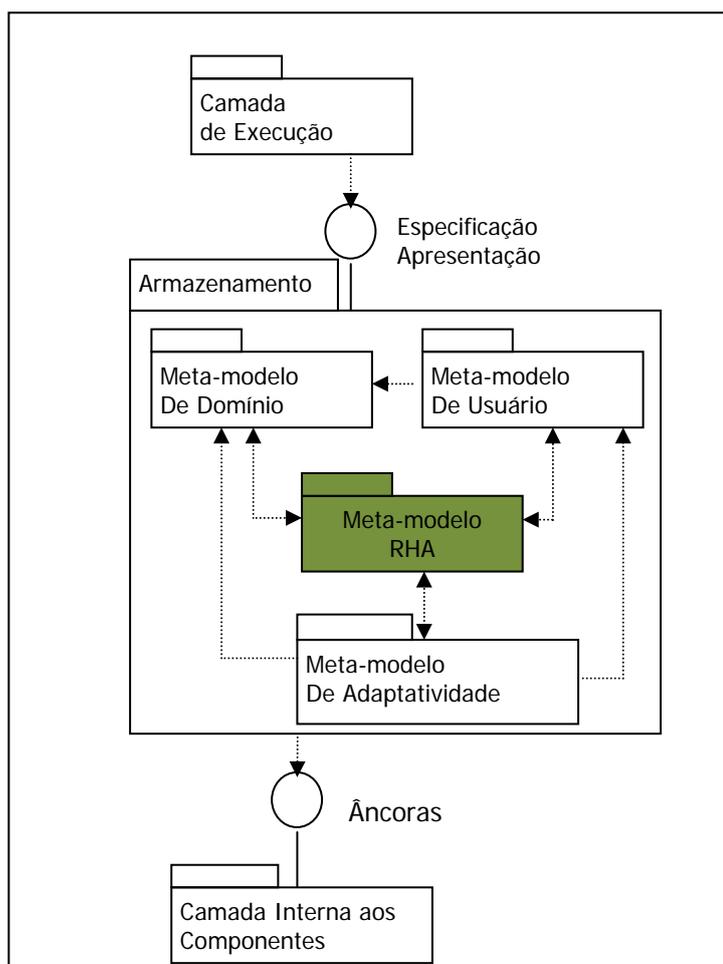


Figura 45. Inserção do RHA na arquitetura do modelo de Munich.

A camada de armazenamento e, por conseqüência, o meta-modelo RHA se relacionam com as camadas de execução e camada interna aos componentes.

A relevância da interligação com a camada de execução, para o RHA, é dada pelo fato de esta camada agregar as descrições sobre a apresentação dos *nodos* e *links*, que serão acessadas via meta-modelo de domínio e meta-modelo de usuário. Somado aos motivos já expostos, há que se considerar que essa camada é responsável pelo gerenciamento de

diferentes sessões da hipermídia, que são abertas para cada um dos usuários com conteúdos distintos.

Por outro lado, a influência da camada interna aos componentes para o RHA se dá por meio da estruturação e organização do conteúdo que será apresentado pela aplicação a ser desenvolvida.

Por tais características, o meta-modelo RHA foi inserido na camada de armazenamento, como apresentado na figura 45, juntamente com os outros meta-modelos supracitados.

Com a finalidade de detalhar a integração do RHA no Munich, serão realizadas as análises de seu relacionamento com os meta-modelos presentes na camada de armazenamento. Dentro deste contexto, a camada de armazenamento será o meio utilizado para as modelagens. Também é relevante destacar que os diagramas que seguem utilizam já a visão de projeto e não mais a de análise. Portanto, com relação aos aspectos do paradigma orientado a objeto, o detalhamento passa a ser maior, o que confere um nível de abstração menor ao referencial técnico.

Os meta-modelos expostos nessa seção são apresentados sob a forma de diagramas de classe. Um diagrama de classes descreve os tipos de objetos envolvidos em um determinado sistema (ambiente ou domínio do conhecimento) e os vários tipos de relacionamentos que existem entre eles. Também mostram atributos e operações de uma classe e as restrições com que os objetos são conectados (BOOCH, 1999). Por serem a base de quase todas as metodologias implementadas em Orientação a Objetos, são utilizados extensivamente.

São permitidos diferentes níveis de abstração aos diagramas de classe, dependendo de cada etapa do desenvolvimento ou até do nível de detalhamento requerido. Portanto, os diagramas de classe podem exibir desde apenas os nomes das classes até os seus atributos e métodos.

No início do processo de modelagem, o diagrama de classe é utilizado para modelar os aspectos lógicos do domínio do problema. Nas fases seguintes, o diagrama de classe é utilizado para documentar decisões de projeto, bem como detalhes de sua implementação futura.

Na presente pesquisa, os diagramas de classe apresentarão seus nomes, atributos e os métodos.

6.6.1 O Meta-modelo de Domínio e o RHA

O meta-modelo de domínio definido por Koch (2002) é dado pelo diagrama de classe apresentado na figura 46.

O meta-modelo de domínio descreve a estrutura da aplicação hipermídia. A classe “Domínio” do diagrama da figura 46 se relaciona, por meio de uma agregação, a um conjunto finito de componentes, que pode variar de 1 até n componentes. Além disso, essa classe define três funções ou métodos, que são: construir, recuperar ou acessar um determinado componente. Esse diagrama também mostra que o meta-modelo de domínio é responsável pela modelagem da apresentação desses conceitos no hiperespaço.

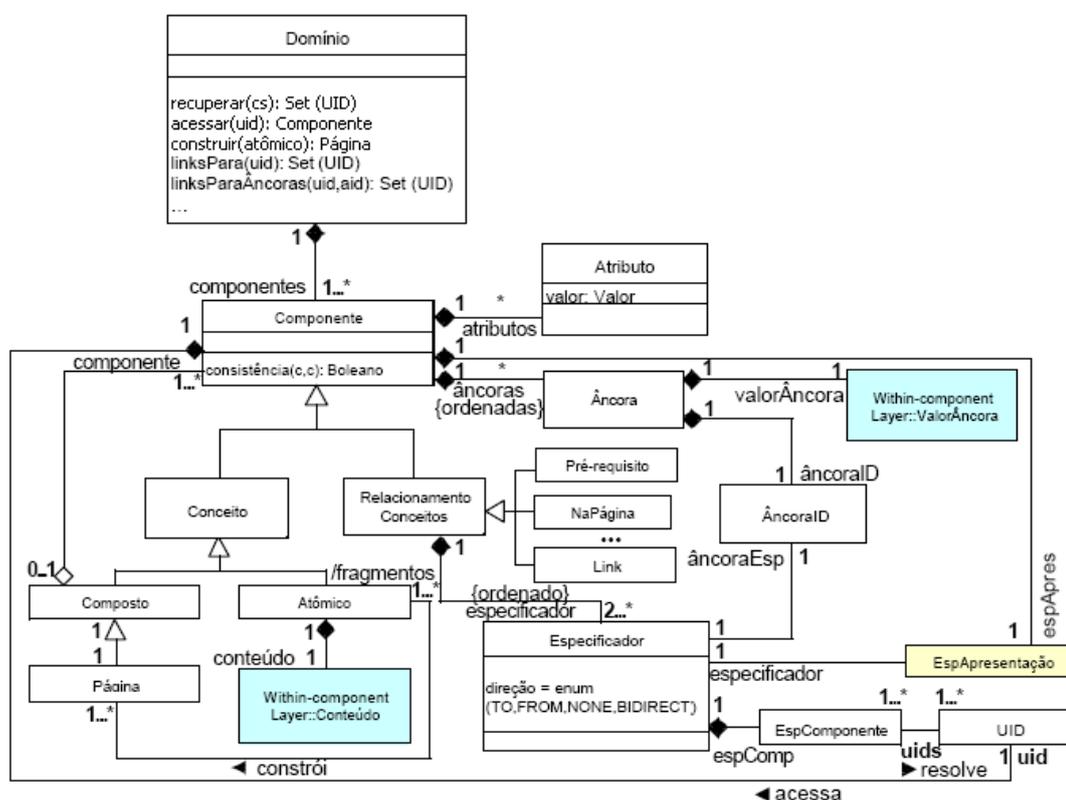


Figura 46. Diagrama de classe do meta-modelo de domínio do Munich. Fonte: Koch (2002).

Os componentes descritos no diagrama de classe da figura 46 modelam os elementos de ‘nível conceitual’ (KOCH, 2002). Funcionam como uma abstração de um item do domínio de conhecimento e podem ser considerados, então, análogos aos conceitos, tópicos, que formam o conteúdo a ser transmitido.

O meta-modelo de domínio apresenta as descrições relativas aos conteúdos/tópicos da hipermídia. Esta característica motiva o relacionamento entre o RHA e o meta-modelo de domínio. Fica evidente, também, a importância dos métodos associados à classe “Domínio”. Esses métodos serão a base para que o RHA possa utilizar informações sobre os tópicos da hipermídia e a interação que o usuário (aluno ou aprendiz) realiza com tais elementos.

Pelo diagrama, é possível notar que um componente pode ser classificado, dependendo da situação, a qual deve ser instanciada pela hipermídia, como sendo um conceito ou um relacionamento entre conceitos. Na prática, um conceito pode ser comparado a uma página da hipermídia e um relacionamento entre conceitos a um *link* entre páginas.

Para o modelo RHA, esse componente também pode ser instanciado por uma das ferramentas de interação/comunicação modeladas nas seções 6.3 e 6.4.

Como as aplicações, *software* ou ambiente ditos adaptativos são considerados dinâmicos, eles requerem geração dinâmica da apresentação (ou do acesso) das páginas de um determinado conteúdo. Isto é válido também para o acesso às ferramentas de comunicação/interação.

Esta funcionalidade é referente ao método construtor, pois este é o responsável por elaborar a apresentação dos conteúdos, dinamicamente. Os métodos de recuperação e acesso são responsáveis pelo mapeamento e busca dos componentes.

Um componente tem um conjunto de atributos, que são diferentes das informações relativas ao conteúdo instrucional. Esses atributos são propriedades do componente. Um componente pode, ainda, possuir um conjunto de âncoras que se comportam como elos entre os pequenos fragmentos de conteúdo a serem utilizados na apresentação. Esta apresentação (EspApresentação, no diagrama da figura 46) é formada por informações sobre o formato de apresentação dos componentes.

O RHA se relacionará com o meta-modelo de domínio por um relacionamento estabelecido com a classe “Domínio”.

6.6.2 O Meta-modelo de Usuário e o RHA

O meta-modelo de usuário também se relaciona com o RHA. A figura 47 apresenta o seu diagrama de classes.

A classe GerenciaUsuário do meta-modelo de Usuário possui uma agregação com a classe Usuário, e esse relacionamento implementa a administração de um grupo de usuários

por meio de três funções principais – inicializa, atualiza e avalia. A inicialização pode ser realizada baseada em sondagem ou uso de estereótipos. Este trabalho utiliza estereótipos definidos pelas duas dimensões de estilos cognitivos já exploradas.

Cada usuário possui uma identificação única (UsuárioID); além disso, possui, também, um conjunto de atributos (AtribUsuário) que armazena as características relevantes deste usuário para o sistema.

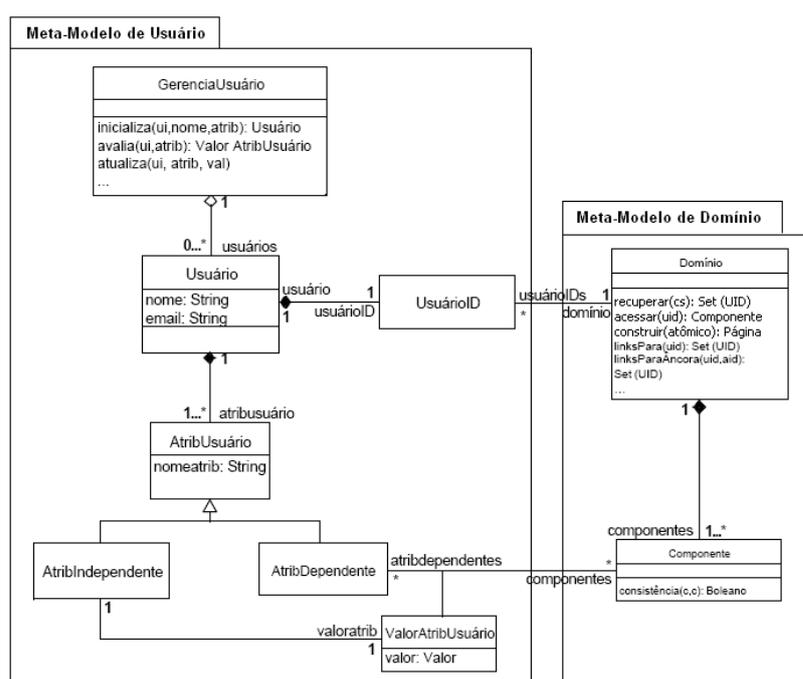


Figura 47. Diagrama de classe do meta-modelo de usuário do Munich. Fonte: Koch (2002).

Estas características podem ser categorizadas em dependentes (AtribDependente) e independentes (AtribIndependente) do domínio da aplicação e os valores atribuídos a estas características (ValorAtribUsuário) é que representam as crenças do sistema sobre o usuário.

Na maioria das hipermídias, a instância da identificação única é dada pelo endereço de *e-mail*. Então, quando é realizada a conexão do usuário com o sistema, é feita uma checagem, para a autenticação do acesso. Se o usuário não estiver cadastrado, recebe a opção de se cadastrar; se o usuário estiver cadastrado, sua identificação é encontrada no sistema e o acesso é permitido. A situação acima explicitada pode ser visualizada no Diagrama de Atividades – Acesso ao ambiente, apresentado na figura 38.

O RHA se integra com o meta-modelo de usuário por meio de associação com a classe `UsuarioID`, pois é necessário que o RHA tenha acesso às características do usuário e aos seus atributos.

No modelo de Munich, esses atributos podem ser classificados em dois tipos: “conhecimento do usuário relacionado ao domínio” e “características gerais do usuário”. Segundo essa classificação, os atributos do primeiro grupo são ditos atributos dependentes do domínio e os do segundo grupo são independentes do domínio e incluem o conhecimento que o usuário tem acerca de outros domínios que não o da hipermídia. Os atributos independentes do domínio, principalmente os relacionados às preferências e características do usuário podem ser compartilhados com outros SHA.

Os atributos dependentes são utilizados também pelo meta-modelo de adaptação, já que representam o conhecimento do usuário sobre o conteúdo do ambiente hipermídia. Esses atributos são representados na forma de pares do tipo “conceito-identificação_do_usuario (UID)” ou “conhecimento-valor”.

A classificação dos atributos e seu formato de valoração, já existente, são utilizados pelo RHA para modelar o comportamento do usuário, adicionando os elementos pertinentes à dimensão do estilo cognitivo.

6.6.3 O Meta-modelo de Adaptação e o RHA

As classes Adaptação e Regras são a base do meta-modelo de adaptação, juntamente com um grupo de regras e métodos que delimitam a funcionalidade de adaptação ao modelo. As regras definem como as páginas são montadas e apresentadas ao usuário. A figura 48 apresenta o meta-modelo de adaptação (KOCH, 2002).

O método “`resolveAdaptação`” especifica um componente para um determinado usuário em uma página com conceito apropriado. Para determinar todas as regras que podem ser utilizadas em uma determinada situação, foi criado o método “`trigger`”. Essa regra é inicialmente disparada pelo comportamento do usuário, por meio do método “`buscador`”. As regras selecionam os conceitos apropriados e propiciam o conteúdo adaptativo, sua apresentação e esquema de *links*, além de atualizar o meta-modelo de usuário. Esse tipo de organização do processo de adaptação, além de Koch (2002), é sugerido também por De Bra (1999).

No meta-modelo de adaptação, uma regra é dada pela classe Regra e consiste em uma condição, uma ação e atributos, fase e propagador. A fase de execução (atributo da classe Regra) pode ser executada antes da geração de uma página (pré) ou após (pós).

As atualizações do meta-modelo de usuário são realizadas pelas fases de execução (método fase representado na classe Regra). Se o atributo fase da regra for determinado como 'pré', a adaptação, então, é realizada com base no estado atual do modelo de usuário. O valor 'post' indica que o modelo de usuário é atualizado antes da aplicação da regra. Isso pode ocorrer na geração de algumas páginas de apresentação. Pode-se dizer que, no caso 'pré', a regra é aplicada antes da atualização; no caso 'pós', a regra é aplicada depois da atualização dos dados do usuário.

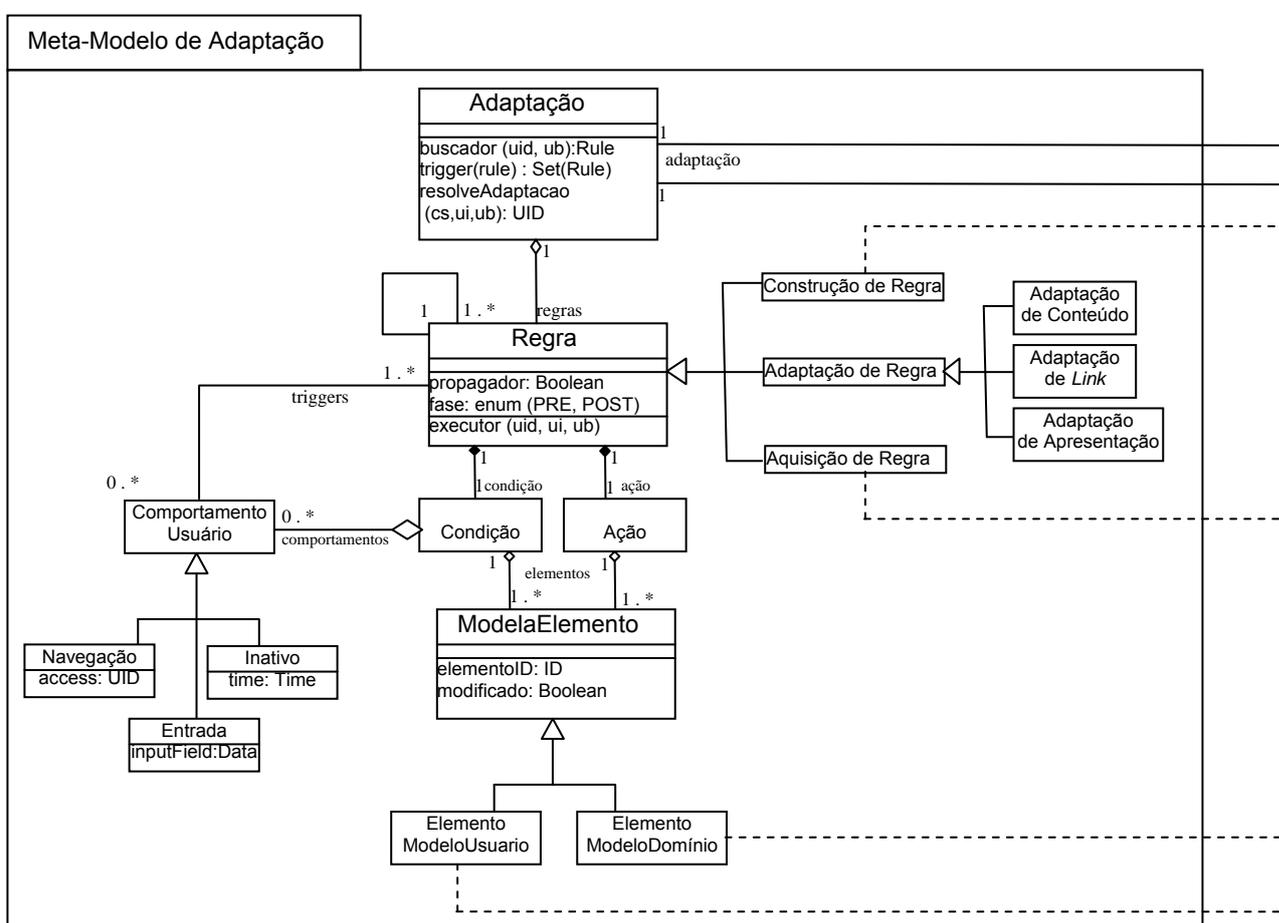


Figura 48. Diagrama de classe do meta-modelo de adaptação do Munich. Fonte: Koch (2002).

Existe, ainda, uma definição quanto ao tipo de regra. Elas podem ser genéricas ou específicas. As genéricas podem ser aplicadas em todas as instâncias do domínio (presentes no modelo de domínio) e as específicas só podem ser aplicadas a uma determinada instância (também presente no modelo do domínio).

Além disso, outra classificação existente se refere aos objetivos para os quais as regras são criadas (KOCH, 2000):

Regra de Construção: seu objetivo é encontrar um conceito com base nos relacionamentos, retornando o identificador único do conceito.

Regra de Aquisição: usada para reunir informação sobre o usuário, a fim de manter o Modelo do Usuário. Retorna uma lista dos atributos do usuário e, eventualmente, os valores alterados destes atributos.

Regra de Adaptação: adapta as páginas baseadas no estado do Modelo do Usuário. São definidos três tipos de regras, de acordo com a forma de adaptação:

- Adaptação de Conteúdo – Para a seleção de diferentes fragmentos para a construção da página;
- Adaptação de *Link* – Para a aplicação de diferentes técnicas de navegação adaptativa, tal como anotação de link, remoção de link, ordenação de link, orientação direta, etc.;
- Adaptação de Apresentação – Para os ajustes da apresentação da página, mudando estilos, fontes e tamanhos, por exemplo.

O método ‘executor’, que consta na classe Regra, tem como parâmetros a identificação do usuário, seu comportamento (última interação) e o componente do conceito (UID) que utiliza para executar as regras. A Regra de Construção retorna o UID de um conceito; a Regra de Aquisição retorna um grupo de atributos do usuário e seus valores; e a Regra de Adaptação disponibiliza os fragmentos da página, os *links* adaptados e a especificação da apresentação.

A classe ModelaElemento define um elemento por meio de um identificador único (elementoid) e por um valor lógico que, modificado, indica se o elemento está sendo alterado pela ação corrente do sistema hipermídia.

O comportamento do usuário incorporado no modelo de adaptação modela as diferentes atividades do usuário, as quais podem disparar uma regra, sendo, portanto, parte da condição da regra. A classe ComportamentoUsuário é uma classe abstrata que possui, por herança, as classes Navegação, Entrada dados e Inatividade, as quais possuem os seguintes atributos:

- O atributo “acesso” da classe Navegação, que indica o componente acessado;
- O atributo “campoEnt” da classe Entrada dados, que especifica o dado entrado ou selecionado pelo usuário;

- O atributo “tempo” da classe Inatividade, que monitora o tempo decorrido desde a última interação do usuário e o compara com o tempo máximo decorrido definido pelo sistema.

Para o RHA, estas atividades de interação do usuário são focadas nas dimensões de estilos cognitivos e nas interações com as ferramentas de comunicação/interação. Este é um dos motivos que justifica o relacionamento entre o RHA e o meta-modelo de adaptação.

6.7 O Modelo RHA

O objetivo das próximas seções é apresentar o meta-modelo RHA e sua integração com o modelo Munich. Como mencionado anteriormente, o RHA foi desenvolvido com base na UWE e, por isso, será visualizado na forma de diagrama de classe. O diferencial do modelo com a inclusão do RHA é que, com ele, ficam explícitas as modelagens dos estilos cognitivos e dos instrumentos de avaliação de aprendizagem. Além disso, o RHA torna o Munich diferente dos outros modelos de referência, pois considera ferramentas de interação/comunicação que são freqüentemente utilizadas em ambientes hipermídia de ensino-aprendizagem na *Web*.

6.8 Diagrama de Classe do Modelo RHA

A figura 49 apresenta o diagrama de classe do RHA, que possui relacionamento com os demais modelos do Munich. Algumas das classes do Munich foram suprimidas desse diagrama, apenas a título de organização, porém, são utilizadas dentro de cada um de seus meta-modelos para execução das funcionalidades normais do ambiente hipermídia adaptativo.

A ligação existente entre o RHA e o meta-modelo de adaptação é dada através do relacionamento das classes estilo cognitivo e adaptação. A classe estilo cognitivo tem atributos que retratam as características do estilo cognitivo, tais como:

- ações_estilo: que deve considerar as ações que são mais propícias a cada um dos estilos cognitivos;
- preferencia_apresentacao_estilo: que engloba as formas de apresentação do conteúdo mais adotadas para determinado estilo cognitivo;
- preferencia_avaliaoao_estilo: delimita as formas preferenciais de avaliação de um determinado estilo cognitivo.

A classe *sondagem_inicial* possui um relacionamento com a *UsuarioID* do meta-modelo de usuário, que já é nativa do Munich. Foram aproveitadas as características da *UsuarioID* e esse relacionamento tornou-se necessário para definir que um determinado usuário possui um estilo cognitivo. No nível de menor abstração dos dados, é possível observar que a classe *sondagem_inicial* terá identificador do estilo cognitivo e do *UsuarioID*; assim, por meio desta classe, será possível relacionar o usuário com seu estilo cognitivo.

A classe *UsuarioID* se relaciona com a classe *Domínio*. Em um ambiente virtual, um usuário pode se relacionar com vários domínios e um domínio pode ter vários usuários. Para melhor compreensão, pode-se realizar uma analogia e definir que um domínio é equivalente a um curso *on-line* ou uma disciplina *on-line*. Então, um usuário, em um mesmo ambiente virtual, pode estar ‘matriculado’ em diversos cursos/disciplinas.

O domínio é composto por uma agregação de componentes. O Munich, nativo, não prevê ferramentas relacionadas com seus componentes que formam um domínio. Com a inserção do RHA, um componente passa a se associar a ferramentas. Cada ferramenta, de acordo com a classe, possui os atributos: nome, *dataHabilitação* (que registra a data de início de utilização), *dataTermino* (que registra a data de final de utilização). Além desses atributos, existe o método *armazenaExec*, que registra os dados relativos à execução da ferramenta. As ferramentas ainda podem ser colaborativas, propícias para o trabalho em grupo, ou podem ser individuais, específicas para um usuário só.

Um domínio pode proporcionar uma ou mais avaliações. Diante deste cenário, a classe *domínio* possui um relacionamento com a classe *avaliação*, a qual, por sua vez, é relacionada com a classe *ferramenta*. Esses relacionamentos representam a seguinte situação prática: “cada domínio tem, no mínimo, uma avaliação de aprendizagem e essa avaliação é realizada por meio de instrumentos/ferramentas de comunicação, que, por sua vez, podem ser individuais ou em grupo”.

6.9 Sondagem Inicial

A técnica de sondagem inicial, representada pela classe do mesmo nome, é adotada para coleta inicial de dados referentes ao estilo cognitivo do usuário. O uso de sondagem é frequentemente realizado por meio de preenchimento de questionários e/ou formulários. É uma técnica utilizada para obter dados sobre o usuário e o seu conhecimento em relação ao

conteúdo da hipermídia (BUGAY, 2006). Essa técnica pode ser descrita como ativa, pois exige que o usuário faça interação direta com o formulário/questionário (KOCH, 2000).

Para realizar a sondagem inicial e filtrar o estilo cognitivo do usuário do ambiente virtual de aprendizagem adaptativo, foi utilizado um questionário baseado nas pesquisas de Bariani (2000), Martins (2005), também empregado nas pesquisas de Geller (2004). Esse questionário deve ser aplicado no início da utilização do ambiente virtual de aprendizagem adaptativo.

O trabalho resultante de Bariani (2000) aborda as seguintes dimensões de estilos cognitivos: dependente/independente de campo, reflexivo/impulsivo, pensamento convergente/divergente, holista/serialista. No presente trabalho, são adotadas dimensões dependente/independente de campo e holista/serialista; portanto, foi realizado um filtro no instrumento proposto por Bariani (2000) para contemplar apenas as dimensões que são foco desta pesquisa. Porém, a métrica adotada e o método de cálculo do estilo cognitivo são os mesmos das pesquisas de Bariani (2000) e Martins (2005).

O quadro 1, utilizado nessa pesquisa, apresenta a organização dos itens relacionados no instrumento da sondagem inicial com os estilos cognitivos.

Dependência de campo
Eu fico desanimado quando não sou elogiado pelo meu trabalho.
Eu prefiro conteúdos mais estruturados e com apresentação lógica.
Eu prefiro trabalhar e aprender em grupo.
Eu prefiro realizar trabalhos acadêmicos a partir de roteiros pré-estabelecidos, elaborados por professores ou outras pessoas.
Independente de campo
Quando estou estudando, eu prefiro decidir sozinho o que fazer, quando e como.
Eu sou autodisciplinado para os estudos.
Eu tenho facilidade para criticar e corrigir o trabalho de outras pessoas.
Eu prefiro professores que se preocupam mais com o conteúdo do que com as relações pessoais estabelecidas nas aulas.
Holista
Ao iniciar uma tarefa, prefiro examinar uma grande quantidade de dados, buscando relações entre eles.
Costumo enfatizar o contexto global e não os aspectos específicos das tarefas que realizo.
O contexto global de uma situação é o elemento mais relevante para a tomada e decisões.
Ao ler um texto, eu presto mais atenção na idéia geral do que nos detalhes informativos do mesmo.
Serialista
Num processo de tomada de decisão, considero indispensável o conhecimento dos dados específicos da situação-problema.
Ao realizar uma tarefa, prefiro usar um processo passo a passo, trabalhando com pequenas quantidades de dados de cada vez.
Eu dou maior atenção aos pequenos elementos informativos de um material de estudo ou de trabalho.
Diante de um material escrito, eu dou ênfase a cada tópico separadamente e somente depois busco relações entre as partes.

Quadro 1 – Itens do questionário de sondagem inicial e seu estilo cognitivo

É possível notar, pelo quadro 1, que os itens foram agrupados por categorias, em função de seu conteúdo referir-se a cada tipo de estilo cognitivo. O instrumento de sondagem inicial empregado no ambiente virtual de aprendizagem adaptativo utilizou os itens acima dispostos de maneira casual, como proposto em Bariani (2000).

A métrica adotada para a aplicação do instrumento foi baseada em uma escala do tipo Likert (BAKER, 2002), que também foi adotada na pesquisa de Cristea (2004), no processo de avaliação do MOT, apresentado no capítulo 5.

Para a avaliação da escala de estilos cognitivos, foi calculada a média em cada estilo, somando os itens de acordo com a categoria escolhida:

- DT para discordo totalmente;
- D para discordo;
- I para indeciso;
- C para concordo, e;
- CT para concordo totalmente.

Cada categoria de respostas tem uma pontuação que varia de 1 a 5, sendo 1 para DT, 2 para o D, 3 para I, 4 para C e 5 para CT. O estilo de maior média é o estilo preponderante do aprendiz usuário do ambiente virtual de aprendizagem adaptativo.

A tabela 6 apresenta o questionário já com as questões em sua ordem de apresentação.

Nº	Questão
01	Quando estou estudando, eu prefiro decidir sozinho o que fazer, quando e como.
02	Eu fico desanimado quando não sou elogiado pelo meu trabalho.
03	Eu prefiro conteúdos mais estruturados e com apresentação lógica.
04	Eu prefiro trabalhar e aprender em grupo.
05	Eu sou autodisciplinado para os estudos.
06	Num processo de tomada de decisão, considero indispensável o conhecimento dos dados específicos da situação-problema.
07	Ao realizar uma tarefa, prefiro usar um processo passo a passo, trabalhando com pequenas quantidades de dados de cada vez.
08	Eu prefiro realizar trabalhos acadêmicos a partir de roteiros pré-estabelecidos, elaborados por professores ou outras pessoas.
09	Ao iniciar uma tarefa, prefiro examinar uma grande quantidade de dados, buscando relações entre eles.
10	Eu dou maior atenção aos pequenos elementos informativos de um material de estudo ou de trabalho.
11	Costumo enfatizar o contexto global e não os aspectos específicos das tarefas que realizo.
12	Eu tenho facilidade para criticar e corrigir o trabalho de outras pessoas.
13	O contexto global de uma situação é o elemento mais relevante para a tomada e decisões.
14	Eu prefiro professores que se preocupam mais com o conteúdo do que com as relações pessoais estabelecidas nas aulas.
15	Ao ler um texto, eu presto mais atenção na idéia geral do que nos detalhes informativos do mesmo.
16	Diante de um material escrito, eu dou ênfase a cada tópico separadamente e somente depois busco relações entre as partes.

Tabela 6. Questões do instrumento da sondagem inicial

Torna-se relevante ressaltar que, dependendo do método de sondagem inicial adotado, serão realizadas a definição das questões e o conjunto de respostas pertinente a cada questão. Esse cenário determinará adequações ao diagrama de classe e, conseqüentemente, ao diagrama de banco de dados. O modelo proposto na presente seção, ilustrado pela figura 49, traz uma representação genérica do RHA. A simulação da sondagem inicial adotada, e supracitada, e readequações propostas ao diagrama de classe e ao modelo de banco de dados estão descritas no capítulo 7.

6.10 Modelo de Banco de Dados

Toda a modelagem, em UWE, realizada para a análise e definição do RHA foi implementada utilizando um banco de dados para prover a persistência dos dados. Foi realizado o mapeamento do diagrama apresentado na figura 49 e o projeto de banco de dados, apresentado sob forma de diagrama entidade relacionamento na figura 50, foi gerado.

É importante notar que as classes definidas no diagrama de classe foram mapeadas para tabelas no modelo apresentado na figura 50. Esse diagrama representa as principais tabelas geradas depois de aplicadas às regras de normalização (SILBERSCHATZ, 1999) específicas da fase de projeto do Banco de Dados.

O projeto lógico do Banco de Dados é apresentado no modelo da figura 50 e segue as normas da área de Banco de Dados em sua representação lógica (HEUSER, 2000). As regiões destacadas em verde são as que foram inseridas com base no modelo RHA. As demais tabelas foram projetadas tomando como referência o modelo de Munich nativo.

A relevância da utilização do projeto lógico de Banco de Dados está na ênfase em transformar os conceitos apresentados no diagrama UWE (figura 49) em um modelo que define como os dados serão armazenados e, por conseqüência, como o banco de dados será desenvolvido em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) específico (HEUSER, 2000). Nesta pesquisa, foi adotado o SGBD MySQL para a implementação.

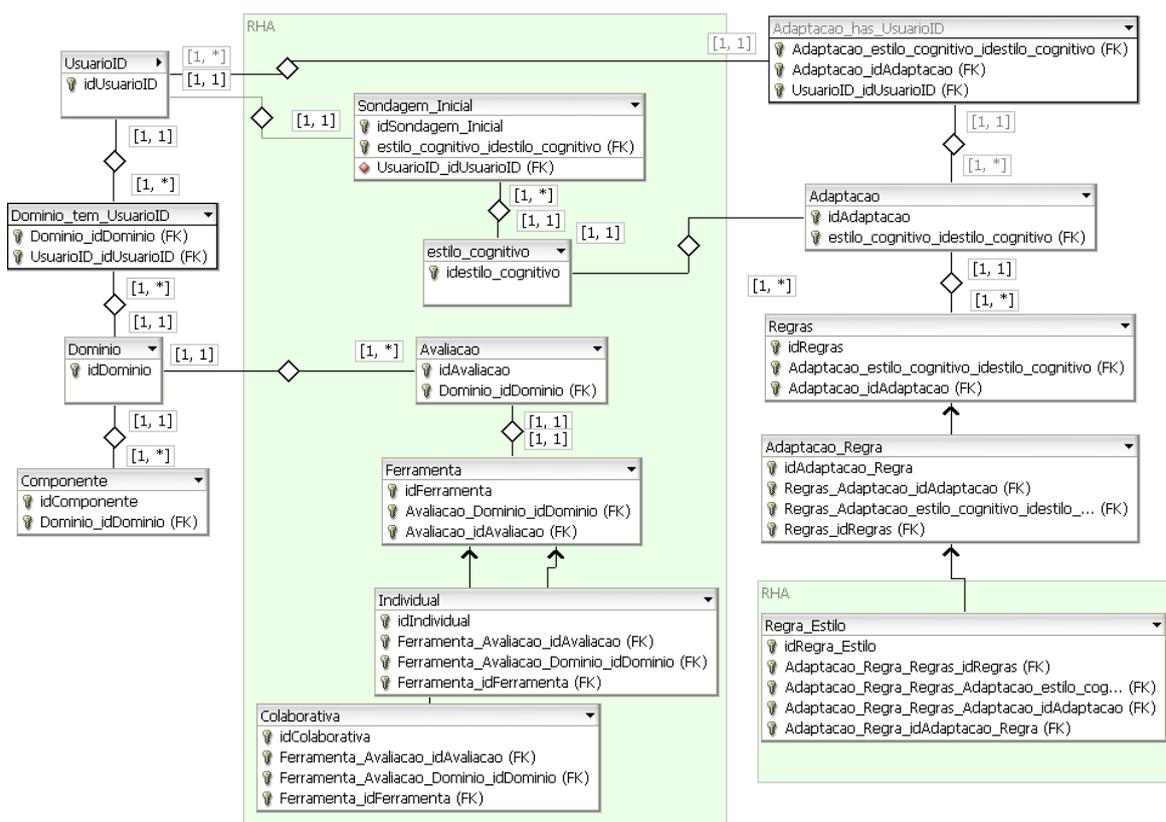


Figura 50. Projeto Lógico de Banco de Dados do RHA.

Para tornar o projeto claro e dar destaque às tabelas e aos seus relacionamentos, foram suprimidos os atributos e apenas apresentadas as chaves (primárias e estrangeiras). Uma chave é o conceito básico para identificar linhas e estabelecer relações entre linhas de tabelas de um banco de dados (HEUSER, 2000).

No projeto de Banco de Dados apresentado são utilizados dois tipos de chaves: primárias e secundárias. Uma chave primária é uma coluna ou uma combinação de colunas cujos valores distinguem uma linha das demais dentro de uma tabela (HEUSER, 2000) (SILBERSCHATZ, 1999). Uma chave estrangeira, designada na figura 50 pelos caracteres (FK), é uma coluna ou combinação de colunas cujos valores aparecem necessariamente na chave primária de outra tabela. A chave estrangeira é o mecanismo que permite a implementação de relacionamentos em um banco de dados (HEUSER, 2000).

Por exemplo, a tabela “Avaliacao”, no projeto lógico, possui duas chaves, uma primária, denominada idAvaliacao, que identifica cada uma das avaliações realizadas no ambiente virtual, e uma chave estrangeira, Domínio_idDominio, que relaciona cada uma das avaliações a um dos domínios do ambiente virtual adaptativo.

Os relacionamentos possuem indicação de multiplicidades que denotam o número de ocorrência dos elementos das tabelas. O relacionamento entre as tabelas *Sondagem_Inicial* e *estilo_cognitivo* indica que uma sondagem inicial possui pelo menos um estilo cognitivo; porém, um estilo cognitivo pode ocorrer em uma ou várias sondagens iniciais. A ligação denotada pela flecha preta negritada determina a herança entre duas tabelas.

6.10.1 Atributos Relevantes

Os atributos do usuário podem ser classificados em três grupos diferentes: atributos relacionados com os conhecimentos do domínio, relacionados com conhecimento geral (ou *background*) e outros atributos que descrevem as preferências, tarefas e metas do usuário. Para os propósitos de modelagem, Koch (2000) considerou suficiente dois grupos de atributos relativos ao modelo de usuário: “conhecimento do usuário relacionado com os componentes do domínio” e “características gerais do usuário”. Os dois grupos estão representados no diagrama de classes do modelo de usuário (figura 47), apesar de não se relacionarem diretamente com o RHA, são de fundamental importância para as adaptações e, também, para o processo de retroalimentação.

O primeiro grupo inclui os atributos dependentes do domínio, enquanto que os atributos do segundo grupo são considerados independentes do domínio. O segundo grupo também inclui conhecimentos não relacionados com os componentes do domínio, como o conhecimento de *background*. Assim, são denominados atributos dependentes e atributos independentes e são tratados de forma separada no modelo de Munich (KOCH, 2000), mas são representados e implementados em conjunto no AHAM (DE BRA, 1999).

Os atributos dependentes geralmente são relacionados com um componente do domínio da hipermídia. Exemplos de atributos dependentes são (KOCH, 2000):

- **Conhecimento:** Indica quanto o usuário conhece sobre o conteúdo do componente;
- **Experiência:** Designa práticas anteriores do usuário que podem ser úteis na adaptação, tais como: experiência com computador, experiência em navegar na *Web*, etc.;
- **Leitura:** Informa se o usuário leu ou não algo sobre o conteúdo do componente. Em sistemas baseados na *Web*, é usado para mostrar a visualização dos *links* de

páginas visitadas e não visitadas (geralmente cor azul e violeta respectivamente);

- Tempo Decorrido: Mostra quanto tempo decorreu desde que o usuário leu o conteúdo, para determinar se ele pode ter esquecido ou não o que aprendeu;
- Resolvido: Mostra se a resposta do usuário para a questão ou o exercício formulado está correta;
- Pronto-para-ler: Indica quando o usuário está pronto para ler sobre um determinado tópico/componente do domínio, etc.

Alguns exemplos de atributos que são independentes do domínio são:

- Meta: Indica o tipo de meta do usuário, como pesquisa, aprendizado ou exercícios;
- Imagem: Indica se o conteúdo será apresentado usando ou não imagens;
- Exemplo: Mostra se o conteúdo será apresentado ao usuário com ou sem materiais de exemplos;
- Experiência: Designa práticas anteriores do usuário que podem ser úteis na adaptação, tais como: experiência com computador, experiência em navegar na *Web*, etc.;
- Linguagem: Indica o idioma escolhido para apresentação do conteúdo, como: inglês, francês ou grego.

Se existirem atributos independentes do domínio, então, se tem um modelo de usuário independente do domínio. A vantagem desse formato de modelo de usuário é que ele poderá ser utilizado por diferentes aplicações.

Os valores dos atributos independentes ou dependentes do domínio podem ser representados por (KOCH, 2000):

- Booleano: valor lógico que indica verdadeiro ou falso, que significa dizer se o usuário conhece ou não um determinado tópico ou conceito do domínio, ou que o usuário possui ou não uma determinada preferência;
- Discreto: expresso por um conjunto pequeno de valores como: “não sei”, “aprendendo”, “aprenderei”, “saberei”, ou valores como 1 para “alto”, 2 para “mediano” e 3 para “baixo”. Ou até “s” para “exercícios-resolvidos”, “r” para “exercício-lido”, “f” para “exercício-errado”, e assim por diante;
- Probabilístico: dado por um número real.

Alguns atributos que estão contemplados no processo de desenvolvimento do modelo RHA merecem destaque. A seleção de atributos do usuário que são importantes para o modelo RHA segue listada abaixo (KOCH, 2000):

- **Conhecimento:** Indica quanto o usuário conhece sobre o conteúdo do componente;
- **Exemplo:** Mostra se o conteúdo será apresentado ao usuário com ou sem materiais de exemplos;
- **Experiência:** Designa práticas anteriores do usuário que podem ser úteis na adaptação, tais como: experiência com computador, experiência em navegar na *Web*, etc.;
- **Imagem:** Indica se o conteúdo será apresentado usando ou não imagens;
- **Leitura:** Informa se o usuário leu ou não algo sobre o conteúdo do componente. Em sistemas baseados na *Web*, é usado para mostrar a visualização dos *links* de páginas visitadas e não visitadas (geralmente cor azul e violeta respectivamente);
- **Meta:** Indica o tipo de meta do usuário, como pesquisa, aprendizado ou exercícios;
- **Resolvido:** Mostra se a resposta do usuário para a questão ou o exercício formulado está correta;
- **Som:** Indica se o conteúdo será apresentado usando ou não sons;
- **Tempo Decorrido:** Mostra quanto tempo decorreu desde que o usuário leu o conteúdo, para determinar se ele pode ter esquecido ou não o que aprendeu.
- **Tempo Máximo de Inatividade:** Informa o tempo máximo que o usuário pode ficar sem interagir com o sistema (clique do *mouse* ou entrada de dados) até que o sistema realize automaticamente, por decurso de prazo, uma interação sem atualizar o modelo do usuário.

Os atributos acima listados são utilizados no processo de retroalimentação proposto no RHA e são descritos na simulação do modelo RHA no capítulo 7.

6.11 A Retroalimentação

Os Sistemas Hipermídia Adaptativos têm como principal fonte de dados para a atualização do modelo do usuário o comportamento navegacional deste usuário; no entanto, outros aspectos sobre ele e sobre o seu ambiente também devem ser armazenados.

Enquanto algumas destas informações podem ser também deduzidas do comportamento navegacional, outras devem ser coletadas através de instrumentos ou ferramentas para avaliação de aprendizagem. Os tipos de eventos normalmente encontrados nos AHS são:

- O usuário segue um *link* para outra página;
- O usuário realiza um teste de múltipla escolha;
- Informações sobre o usuário são importadas de outro Sistema de Hipermídia Adaptativa;
- Uma preferência de usuário é um conjunto de dados declarados por ele através de um formulário;
- O usuário permanece inativo (sem interagir com o sistema) por um tempo que exceda o limite estabelecido pelo sistema.

A aquisição é o processo de coleta das entradas do usuário no sistema pela forma que estiver disponível, seja pelo clique do *mouse*/digitação ou tempo de permanência, correspondendo às interações do usuário com o Sistema de Hipermídia Adaptativa.

O modelo RHA propõe que essa atualização, denominada de retroalimentação, seja feita baseada em uma interface de formulários, testes de múltipla escolha (*quiz*), ferramenta de comunicação/interação (*chat*, fórum) ou ferramentas para escrita colaborativa (*wiki*).

Com já foi visto anteriormente no modelo de usuário do Munich, na classe “GerenciaUsuario”, a função ‘atualiza’ é que modifica o valor de um atributo específico (ValorAtribUsuario) para um determinado usuário (UsuarioID). Então, por meio do relacionamento entre as classes UsuarioID, Usuario e GerenciaUsuario, é determinada a retroalimentação dos resultados das avaliações realizadas em um domínio específico. Os atributos que devem ser atualizados foram definidos na seção 6.10.1.

O capítulo 7 apresenta a simulação do modelo RHA e detalha como ocorre esse processo de retroalimentação.

7 Simulação do Modelo RHA

A simulação do RHA ocorreu após a definição dos estilos cognitivos, do processo de sondagem inicial e das ferramentas de comunicação/interação adotadas.

O domínio de conhecimento escolhido para a simulação foi a área de capacitação em Mercado de Capitais. Todo o material instrucional desenvolvido tratou da análise de empresas de capital aberto listadas na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa).

O processo ocorreu em um ambiente empresarial (com sede em Londrina-PR). Contou com a participação de 8 colaboradores que trabalham na área de investimento em Bolsa de Valores e foi realizado durante quatro dias. Após o início da simulação, por meio da sondagem inicial, foram triados os seguintes estilos cognitivos: dois colaboradores foram definidos como estilo cognitivo dependente, três como independente, um como holistas e dois como serialista. Essa atividade foi realizada para verificação do ambiente.

É importante destacar que os representantes do público-alvo desse domínio de conhecimento estão habituados com atividades classificadas como *on-line*, pois atuam em uma área que já desenvolve suas atividades exclusivamente na *Internet*, visto que grande parte das operações do mercado de capitais é consolidada por meio de ferramentas via *Web*.

O referido domínio de conhecimento foi escolhido por apresentar as seguintes características:

- necessidade de interação com os aprendizes, por meio de ferramentas de comunicação/interação, possibilitando interação entre professor-alunos, alunos-alunos e alunos-professor;
- real importância em avaliar o rendimento dos aprendizes, para emissão de certificados, e análise de pré-requisitos para novos treinamentos;
- existência de poucos cursos a distância já desenvolvidos nessa área.

Para a simulação, foi escolhido o primeiro módulo de treinamento, com foco em Introdução ao Mercado de Capitais e Análise de Empresas. Esse e os demais módulos são apresentados na seção 7.3.

7.1 Ambiente Virtual de Aprendizagem Adotado

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) são *softwares* que fazem a ligação entre o aluno e o professor, reunindo todas as funcionalidades necessárias para proporcionar um bom rendimento no aprendizado. Estes ambientes dispõem de diversos recursos que

facilitam a interação do aluno com o professor ou com outros alunos do mesmo curso. Alguns desses recursos são definidos como serviços síncronos (*chat*, videoconferência, etc.) e assíncronos (fóruns, e-mails, mural, etc.).

Para a simulação do modelo RHA, foi necessário operacionalizar algumas das funcionalidades dos AVA, a fim de demonstrar como o modelo e sua concepção de retroalimentação podem apoiar o processo de adaptação, criando, assim, um AVA adaptativo.

Dado esse condicional, foram pesquisados alguns dos AVA existentes e coletadas informações sobre eles, a fim de triar o que mais se adequasse aos objetivos da pesquisa, tendo em vista que não está entre os objetivos o desenvolvimento de um novo ambiente. Entre os AVA pesquisados estão: *AulaNet*, *ClassNet*, *Learning Space*, *Moodle*, *TelEduc*, *WebCT*.

Os requisitos considerados para a escolha do ambiente foram: plataforma baseada em *software* livre; código aberto (*opensource*); tecnologias (banco de dados e linguagem de programação) difundidas; facilidade de acesso à comunidade de desenvolvedores e usuários.

Atendendo às características acima, tem-se o ambiente Moodle, desenvolvido, em 1999, pelo australiano Martin Dougiamas e disponibilizado atualmente em 40 idiomas.

O Ambiente Virtual de Aprendizagem *Open Source Moodle (Modular Object Oriented Distance Learning)* é utilizado por instituições de ensino em todo o mundo, apresentando uma grande comunidade composta de membros com diferentes objetivos, desde manutenção e aperfeiçoamento do sistema a discussões referentes a estratégias pedagógicas para um bom aproveitamento do ambiente para o ensino (ALVES, 2005).

O projeto e o desenvolvimento do Moodle pautam-se na proposta da Pedagogia Social Construcionista, o que representa uma significativa vantagem em relação a outras plataformas, pois prioriza atividades individuais e colaborativas que envolvam a construção do saber (PULINO, 2004).

A comunidade Moodle é bastante ativa, contando, atualmente, com cerca de 48.000 membros de aproximadamente 115 países e, embora a maioria das discussões seja da comunidade internacional, existe também a comunidade brasileira atuando no aperfeiçoamento da plataforma e contribuindo com discussões relevantes e trabalhos colaborativos, auxiliando na construção do aprendizado da comunidade sobre o ambiente (MUNIZATTI, 2007), (GRAF, 2002).

O ambiente Moodle conta com diversos recursos que dão apoio pedagógico e administrativo aos usuários (administradores, professores, tutores e alunos). Dentre eles, destacam-se (MOODLE, 2008):

- Administração do *site*: O *site* é administrado por um usuário administrador. O ambiente Moodle possui ferramentas com as quais o administrador do *site* pode definir sua aparência;
- Administração dos usuários: Esse módulo é utilizado para administrar os usuários do Moodle, suportando uma variedade de mecanismos de autenticação através de extensões (*plug-in*) com módulos de autenticação, permitindo fácil integração com sistemas existentes;
- Administração de curso: Recurso utilizado pelo professor para controlar os parâmetros de um curso, tendo total controle sobre ele, podendo restringir até os outros professores;
- Módulo Tarefa: Tarefas podem ser marcadas com uma data de cumprimento e uma nota máxima, os alunos podem enviar suas tarefas para o servidor;
- Módulo Chat: Permite a interação através de texto, de forma síncrona e sem problemas;
- Módulo Pesquisa de Opinião: Semelhante a uma eleição, o aluno pode participar de enquetes;
- Módulo Fórum: Cada pessoa pode se inscrever em cada um dos fóruns, de modo que cópias são encaminhadas via *e-mail*, ou o professor pode forçar a inscrição de todos;
- Módulo Questionário: Os professores podem definir uma base de dados de questões que podem ser reutilizadas em diferentes questionários;
- Módulo Recursos: Suporta qualquer conteúdo eletrônico, por exemplo, um arquivo de texto, uma planilha ou uma apresentação de *slide*;
- Módulo Pesquisa de Avaliação: Relatórios de pesquisa *on-line* sempre disponíveis, incluindo muitos gráficos, e os resultados do aluno podem ser fornecidos, comparados aos da média da classe;
- Módulo Laboratório de Avaliação: Permite a avaliação de documentos por parceiros, e o professor pode administrar e atribuir notas à avaliação feita pelos estudantes. É um módulo muito flexível e com várias opções.

Esses recursos garantem ao ambiente uma estrutura modular, como pode ser observado no diagrama proposto na figura 51, cuja visão é balizada pelas ferramentas do AVA e suas integrações. Nesta abordagem, não foram especificados os conceitos de Banco de Dados do ambiente.

É possível notar, pela figura 51, que o Moodle apresenta ferramentas administrativas para manipulação dos dados de cursos e usuários. Essa manipulação é feita via cadastramento, permitindo alteração e exclusão de dados já previamente inseridos. Neste módulo de ferramentas administrativas ficam os dados relativos ao *log* dos usuários. Além disso, é possível, por meio deste módulo, administrar os elementos que formam a interface do Moodle (AMARAL, 2007).

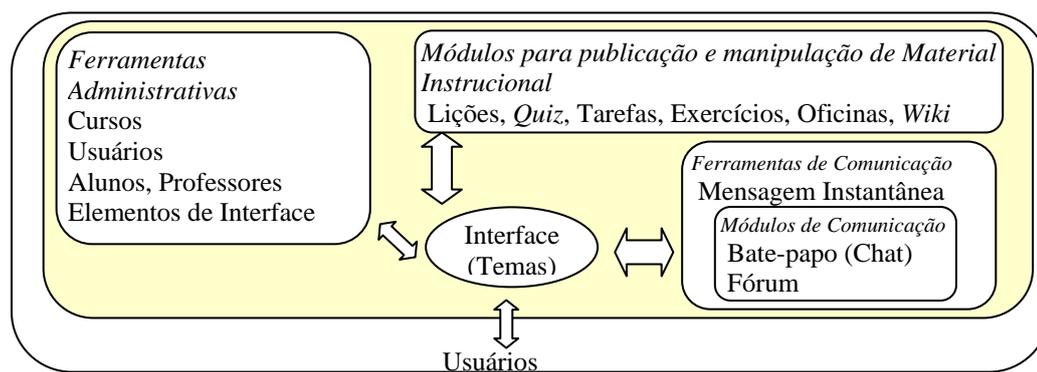


Figura 51. Diagrama esquemático do Moodle

Os módulos para publicação de Material Instrucional são utilizados por professores, alunos e, eventualmente, tutores para apresentação e manipulação dos conteúdos e das atividades que serão desenvolvidas com base neles. As ferramentas de comunicação formam um conjunto para estabelecer comunicação entre os usuários envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Bate-papo e Fórum são considerados módulos de comunicação, pois podem ser inseridos e utilizados em qualquer um dos módulos para publicação e manipulação de material instrucional. Todos estes módulos convergem para a interface, que é o meio de interação direta com os usuários do AVA (AMARAL, 2007).

De acordo com os estudos realizados na área de hipermissão e com as pesquisas desenvolvidas sobre o Moodle, é possível realizar uma analogia entre a organização modular do ambiente e os modelos de domínio e usuário tradicionais de um hipermissão adaptativo.

Sendo assim, pode-se considerar como parte do modelo de usuário as ferramentas administrativas e que manipulam os *logs* dos alunos, além dos próprios dados armazenados. O modelo de domínio é expresso pelos módulos para publicação e manipulação de material instrucional, ferramentas de comunicação e módulos de comunicação.

A organização modular do ambiente torna possível a integração de um modelo de adaptação, bem como a inclusão dos elementos relacionados com o modelo RHA.

As características abordadas acima tornam o ambiente Moodle adequado para essa pesquisa.

7.1.1 Aspectos Técnicos do Ambiente Virtual de Aprendizagem Adotado

Para garantir melhores condições à comunidade de usuários do Moodle, algumas atualizações são feitas, viabilizando uma freqüente evolução. Essas várias atualizações totalizam 40 versões desde 20 de agosto de 2002, quando foi lançada oficialmente a versão 1.0, até a versão 1.9 Beta, lançada em 14 de agosto de 2007, estando em teste pela Comunidade Moodle e liberada em 3 de março de 2008 (MOODLE, 2008). Desde a primeira versão, esse AVA, mantém a mesma arquitetura modular, simples e robusta, facilitando a criação de novos módulos e funcionalidades (MOODLE, 2008).

Funcionando em qualquer plataforma, o Moodle pode ser instalado tanto em sistemas Unix, GNU/Linux, Microsoft Windows, MacOS X ou em qualquer outro, contanto que ofereçam suporte a PHP.

Outra característica importante é o bom suporte aos sistemas gerenciadores de bancos de dados MySQL e PostgreSQL, podendo também trabalhar com outros SGBD através da biblioteca ADOdb, que atua como uma camada de abstração de bancos de dados escrita para atender as linguagens PHP e Python.

Essa pesquisa foi simulada em um servidor Debian Linux, com os seguintes itens instalados: Apache versão 2.2.6, Moodle versão 1.8, Banco de Dados MySQL versão 5.0.51, PHP versão 5.2.5-3. Esses dados são relevantes, pois formam a plataforma em que foram realizadas as alterações da base atual do Moodle para a implementação e simulação do modelo RHA.

7.2 O Modelo de Usuário

Dado o mapeamento supracitado, o modelo de usuário, nessa concepção de ambiente virtual de aprendizagem adaptativo, com inclusão do modelo RHA, utilizará os dados e a estruturação já existente no Moodle.

Os dados relevantes do usuário, obtidos no momento do primeiro acesso, estão apresentados na figura 52.

Necessários * Ocultar Avançado

Nome de usuário*

Escolha um método de autenticação:*

Nova senha*

Forçar mudança de senha

Nome*

Sobrenome*

Endereço de email*

Mostrar endereço de email

Email ativado

Formato de email*

Tipo de digest das mensagens*

Assinatura automática*

Monitoragem do fórum*

Ao editar o texto*

AJAX e Javascript*

Leitor de tela*

Cidade/Município*

Selecione um país*

Zona de fuso horário

Idioma preferido

Figura 52. Tela de Cadastro dos Usuários.

É possível notar que os campos obrigatórios desse cadastro estão destacados com um sinal de asterisco. Além das informações obtidas no primeiro contato do usuário, o ambiente armazena dados relativos ao processo de navegação nos conteúdos e ferramentas.

Na figura 53 é apresentado o esquema gráfico da tabela usuário. Nessa tabela, podem ser destacados os seguintes atributos do usuário, obtidos no momento do cadastro: *idnumber*, que é o número de identificação deste usuário, atributo este utilizado internamente nas rotinas do ambiente; *username*, que descreve o nome do usuário; *e-mail*, também definido pelo usuário. Os atributos que são obtidos em tempo de execução e que merecem ser destacados pela relevância para essa pesquisa são: *firstaccess*, que registra os dados de horário e data do primeiro acesso do usuário; *lastaccess*, que registra os dados de horário e data do último acesso do usuário ao ambiente; *lastlogin*, que registra as informações de horário e data do último *login* do usuário; e *currentlogin*, que registra o *log* atual do usuário para o acesso ao ambiente.



Figura 53. Esquema de Banco de Dados da Tabela Usuário (*user*) do ambiente.

A tabela 7 apresenta as diferenças entre os atributos *firstaccess*, *lastaccess*, *lastlogin*, *currentlogin*.

Atributo	Descrição
<i>Firstaccess</i>	Armazena o horário e a data do primeiro acesso ao ambiente.
<i>Lastaccess</i>	Armazena o horário e a data do último acesso ao ambiente.
<i>Lastlogin</i>	Armazena o horário e a data do último <i>login</i> do usuário no ambiente.
<i>Currentlogin</i>	Armazena o horário e a data do <i>login</i> atual do usuário no ambiente.

Tabela 7. Atributos pertinentes ao modelo do usuário

Cada usuário pode possuir um conjunto de atributos dependentes ou atributos independentes do domínio, preferências que estão descritas na seção 6.10.1, e têm relacionamento com o estilo cognitivo do usuário. Para implementar essa funcionalidade, a tabela usuário (*user*) possui um relacionamento com as tabelas “atrib_dependente” e “atrib_independente”, que armazena o identificador único do usuário (comprovando o relacionamento do usuário com seus atributos) e os diversos atributos que se encaixam em cada uma das categorias. Essas particularidades podem ser visualizadas na figura 54.

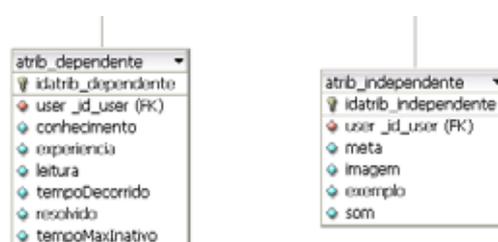


Figura 54. Esquema de Banco de Dados das Tabelas de Atributos Independentes e Dependentes.

Cada usuário pode possuir um conjunto de preferências que engloba: cor de tela, tamanho de fonte e ordenação de itens de menu, entre outros. Para implementar essa funcionalidade, a tabela usuário (*user*) possui um relacionamento com uma tabela denominada “user_preferences”, que armazena o identificador único do usuário (comprovando o relacionamento do usuário com suas preferências), o tipo de preferência e os descritores das preferências propriamente ditas, o nome e o valor atribuído pelo usuário. Essas particularidades podem ser visualizadas na figura 55.

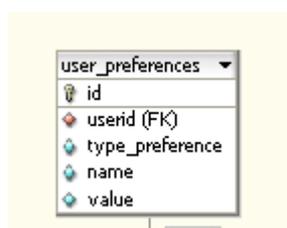


Figura 55. Esquema de Banco de Dados da Tabela Preferências do Usuário (user_preferences) do ambiente.

Ainda é importante ressaltar que a tabela usuário (*user*) tem relacionamento com as tabelas de cada uma das ferramentas de comunicação/interação do ambiente. Portanto, é

possível, via identificador único do usuário, monitorar quais ferramentas foram acessadas, em que momento o usuário as acessou e quais atividades foram realizadas por ele. Um exemplo da situação descrita está apresentado na figura 56.

No acesso a ferramenta *wiki*, o usuário pode ser identificado via atributo (a) apresentado na figura 56. Cada alteração no *wiki* é dada em uma página. As alterações realizadas por um determinado usuário podem ser identificadas pelos atributos (b) da figura 56, que identificam o autor da alteração pelo seu identificador único.

Esse esquema de identificação, adotado na ferramenta *wiki*, é padrão para as demais ferramentas existentes no ambiente. O modelo RHA faz uso desses atributos, definidos na classe ferramenta. A ferramenta *wiki* é considerada uma ferramenta do tipo colaborativa, como é descrito no modelo RHA.

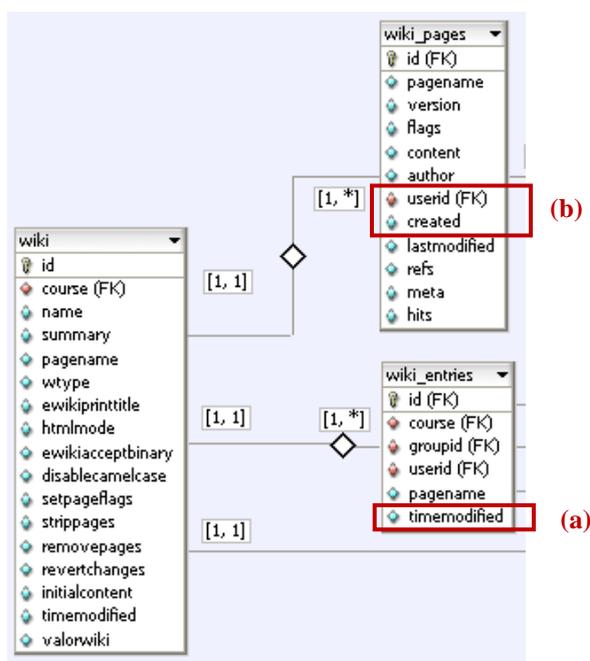


Figura 56. Esquema de Banco de Dados da ferramenta *Wiki* do ambiente.

7.3 Modelo de Domínio e a Avaliação de Aprendizagem

A capacitação em Mercado de Capitais é a área de conhecimento da simulação desenvolvida. Os treinamentos são divididos em seis módulos e possuem diversos materiais disponibilizados para cada um dos módulos realizados. A organização seqüencial desses módulos, que foram desenvolvidos utilizando o ambiente, está apresentada no quadro 2.

MÓDULO	TÍTULO
I	Introdução ao Mercado de Capitais
II	Políticas Gerais de Investimentos
III	Análise de Balanços para Investimentos
IV	Escolas & Metodologias de Investimentos
V	Teoria das Carteiras para Investidores Pessoa Física
VI	Análise de Riscos, VAR e Relatórios de Risco

Quadro 2: Estrutura seqüencial dos treinamentos.

O treinamento ocorre 100% na modalidade a distância. Os materiais foram desenvolvidos em diversas mídias: texto, *slides*, gráficos, imagens ilustrativas, esquemas gráficos, vídeos arquivados, vídeos ao vivo e áudios.

Exemplos de conteúdos teóricos definidos para o curso em questão e disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem (com modelo RHA) podem ser visualizados na figura 57.

A figura 57 (a) mostra um tutorial com *links* para pesquisa que se encaixa no conteúdo de preferência do estilo cognitivo dependente. Os *links* estão expostos em duas situações: no sumário do tutorial e também interno aos textos. As setas dispostas no canto superior direito são utilizadas como opção para navegação no tutorial.

(a)

(b)

Esquema adotado

(c)

(d)

Figura 57. Conteúdos elaborados conforme estilos cognitivos.

Já na opção 57 (b) tem-se um exemplo de texto descritivo ilustrado com utilização de esquema, que pode ser adotado por um estilo cognitivo independente.

O estilo holista possui preferência por conteúdo apresentado na opção 57 (c), que mostra um texto descritivo ilustrado com *links* para pesquisa.

Na opção 57 (d) é apresentado o conteúdo em forma de tutorial simples, que é considerado uma preferência do estilo cognitivo serialista.

Como pode ser observado, o conteúdo é o mesmo, porém as formas de apresentação variam dependendo do estilo cognitivo estabelecido. Este exemplo ilustra a organização de diferentes modos de apresentação para um tópico do domínio escolhido. Os demais tópicos (ou conceitos) do domínio também seguem esse esquema de classificação e apresentação.

As ferramentas de comunicação/interação adotadas como instrumentos de avaliação também seguem a mesma idéia dos conteúdos teóricos do modelo de domínio. Então, no ambiente virtual adaptativo com uso do RHA, tem-se o seguinte cenário, dado no quadro 3, para exemplificar o uso de pelo menos uma ferramenta de comunicação/interação para cada dimensão de estilo cognitivo.

As devidas justificativas das ferramentas de comunicação/interação selecionadas para cada um dos estilos cognitivos, já foram apresentadas na seção 6.4.

<i>Dimensão do Estilo Cognitivo</i>	<i>Ferramenta de Comunicação/Interação</i>
Dependente	<i>Wiki</i>
Independente	Fórum
Holista	Bate-papo ou Chat
Serialista	<i>Quiz</i>

Quadro 3: Estilos cognitivos e ferramentas associadas.

Foram selecionadas ferramentas de comunicação/interação para avaliar os conteúdos pertinentes ao primeiro módulo de treinamento, “Introdução ao Mercado de Capitais”, listado no quadro 2 e apresentado anteriormente na figura 57. A figura 58 mostra uma listagem geral dos tipos de ferramentas de comunicação/interação para o tópico proposto.

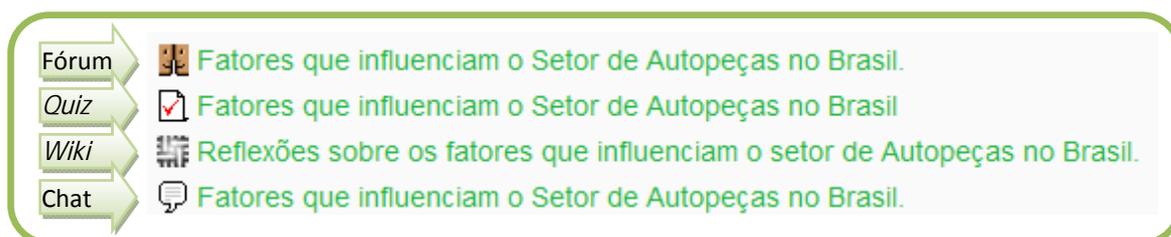


Figura 58. Ferramentas de Comunicação/Interação e tópico proposto.

A aplicação das ferramentas, associada aos estilos cognitivos, na simulação realizada, está ilustrada na figura 59.



Figura 59. Simulação das Ferramentas de Comunicação/Interação.

A figura 59 (a) retrata a proposta de uso da ferramenta de comunicação/interação para usuários do estilo cognitivo independente. A ferramenta adotada para o estilo cognitivo serialista é exibida na figura 59 (b). A ferramenta *Wiki* foi proposta para o estilo cognitivo dependente, e está apresentada na figura 59 (c). Por fim, a ferramenta Bate-papo (ou *chat*), ilustrada na figura 59 (d), foi selecionada para o estilo cognitivo holista.

7.4 O Modelo RHA na Simulação

O princípio da simulação do modelo RHA é dado com a sondagem inicial, conforme detalhado na seção 6.9. O método proposto possui dezesseis questões, cada uma delas com foco em um dos quatro estilos cognitivos definidos anteriormente. Portanto, são quatro grupos de questões, uma para cada estilo cognitivo. A cada questão existente há cinco alternativas de respostas possíveis e cada uma das respostas possui um peso pré-estabelecido que varia de um a cinco.

Após agrupar as questões por seus estilos cognitivos, chegou-se a uma expressão matemática adotada para o cálculo que gera um valor para cada um dos estilos cognitivos. Como são adotados quatro estilos cognitivos nesta pesquisa, então tem-se quatro valores calculados com a fórmula proposta. O maior valor encontrado, dentre esses quatro, determina o estilo predominante e é a resposta atribuída à sondagem inicial (BARIANI, 2000).

A expressão matemática é apresentada na fórmula 1.

$$\sum_{i=1}^5 \frac{Q(\varepsilon) \times i}{5}$$

Fórmula 1. Expressão adotada para cálculo da resposta da sondagem inicial. Fonte: Bariani, 2000.

Na qual Q é a função dos estilos cognitivos e (ε) representa a quantidade de alternativas respondidas para cada grupo de estilo cognitivo. A variável i representa o peso de cada uma das alternativas (variando de um até cinco). Para se atingir a média, é realizada a divisão pelo denominador de valor igual a cinco.

O estilo cognitivo de maior média é considerado o estilo predominante do usuário, que deve ser armazenado no modelo de usuário já apresentado.

Para dar suporte à modelagem explicitada na presente seção, tornou-se necessário desenvolver algumas tabelas, a fim de complementar o modelo de banco de dados proposto pela figura 50. Essas tabelas adicionais, que refinam o modelo RHA proposto, não são obrigatórias e seus desenvolvimentos dependem do método de sondagem inicial escolhido.

No RHA, as características do questionário proposto e o método de cálculo adotado para a determinação do estilo cognitivo nortearam o desenvolvimento do refinamento proposto na figura 60.

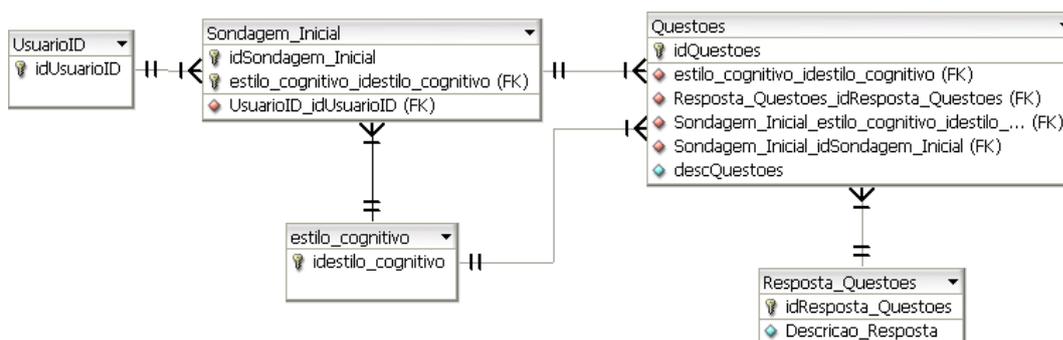


Figura 60. Tabelas adicionais para a sondagem inicial.

Com base nas resoluções propostas, o modelo RHA sofreu uma readequação, para agregar as classes derivadas do processo de sondagem inicial adotado. É importante notar que, dependendo do método de sondagem inicial adotado, devem ser realizadas outras readequações ao RHA. A figura 61 apresenta a readequação desenvolvida.

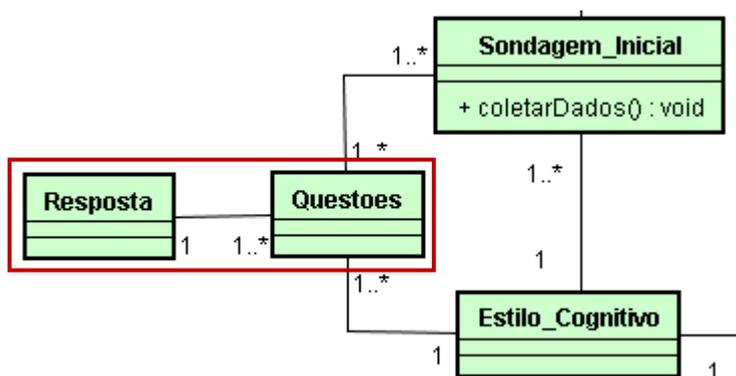


Figura 61. Diagrama de Classes do modelo RHA explicitando a sondagem inicial.

As classes “Questões” e “Resposta” foram inseridas, para definir o processo de sondagem inicial pretendido. Assim, as questões do questionário inicial e as possíveis respostas às suas possíveis respostas são contempladas nas classes destacadas na figura 60.

O método “coletarDados” da classe *Sondagem_Inicial* é responsável pelo cálculo determinado na fórmula 1.

Com a definição do estilo cognitivo predominante, é possível definir as regras de adaptação que estão relacionadas com as classes do modelo de adaptação.

Uma das regras de adaptação é a utilizada no primeiro momento de uso do ambiente, após o usuário responder o questionário da sondagem inicial. Essa regra é baseada em um condicional e sua representação gráfica está na figura 62, sob a forma de um diagrama de atividades. Essa regra é um método da classe *regra_estilo*.

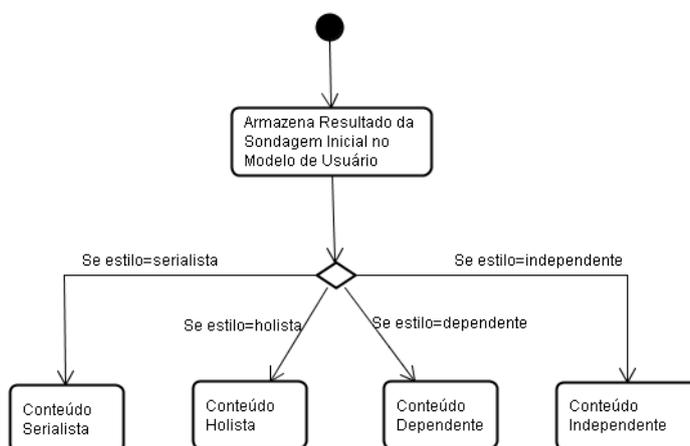


Figura 62. Diagrama Regra 1 de Adaptação.

Conforme o estilo cognitivo triado na sondagem inicial, deve ser apresentado um dos tipos de conteúdo já apresentados na seção 7.5, figura 56. Da mesma forma, as ferramentas de comunicação/interação devem ser elencadas de acordo com o estilo cognitivo resultante da sondagem inicial.

Essas adaptações são possibilitadas pelos fluxos de dados e os relacionamentos existentes e apresentados no diagrama genérico de adaptação da figura 63.

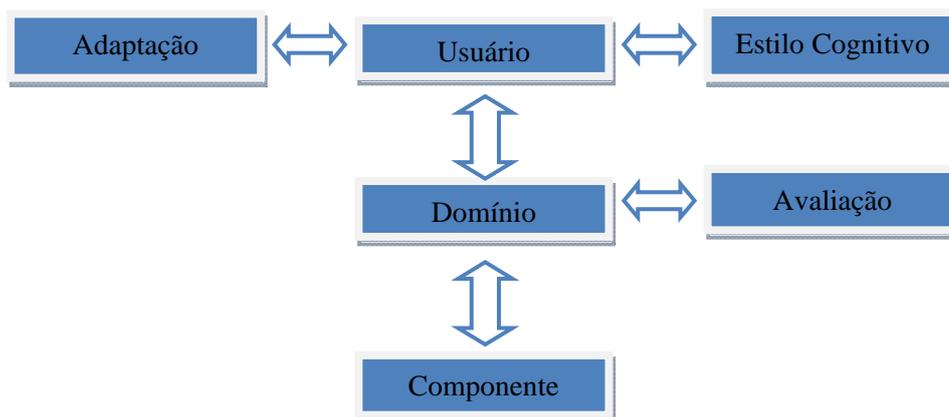


Figura 63. Relacionamento e fluxo dos dados para as adaptações.

As adaptações realizadas em decorrência do processo de retroalimentação, além de utilizarem as classes (ou tabelas mapeadas) do modelo de adaptação (adaptação, regra, adaptação_regra e regra_estilo), também utilizam atributos das classes usuário e atribIndependente e atribDependente. Além disso, consultam atributos das classes domínio e componentes, sendo esta última a que descreve as ferramentas de comunicação/interação.

É importante ressaltar que a retroalimentação emprega os resultados das utilizações das ferramentas de comunicação/interação. No ambiente virtual de aprendizagem adaptativo, cada ferramenta de comunicação/interação gera o seu resultado de utilização, ou a avaliação de uso, conforme seus requisitos funcionais.

O *quiz*, por exemplo, gera seu resultado com a contagem dos acertos. Quem delimita uma média para a avaliação é o professor. Então, com base nesse valor, é possível estabelecer a seguinte regra de adaptação, que funciona como retroalimentação:

Se estilo_cognitivo=(dependente ou serialista) e valorquiz<mediaestabelecida então exibir outros links para pesquisa.

Para tornar tal funcionalidade possível, foi necessário incluir na tabela *quiz* do Banco de Dados do ambiente Moodle o atributo ‘valorquiz’ do tipo real. Também foi preciso criar uma tabela para conter os *links* indicados para pesquisa, como visualizado na figura 64. Além disso, foi necessária a criação de uma caixa de edição para inserção dos *links* para pesquisa extra.

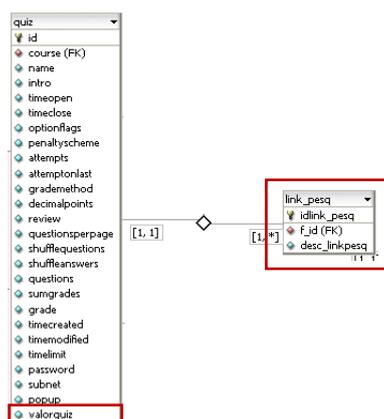


Figura 64. Tabela *Quiz* e suas alterações.

É importante ressaltar que essa funcionalidade, proveniente da regra de adaptação supracitada, foi adotada para os estilos dependente e serial.

Para os estilos independente e holista, que utilizam fórum e *chat*, respectivamente, serão contadas as contribuições ou interações realizadas pelos usuários. O professor deve setar o número mínimo de contribuições para que o aluno receba mais textos descritivos ilustrativos sobre o assunto do *chat* ou do fórum.

No caso do *wiki*, isso pode ser implementado por meio dos atributos listados na tabela que armazena as entradas realizadas no *wiki*, ou seja, tabela “*wiki_entries*”, como aponta a figura 65.

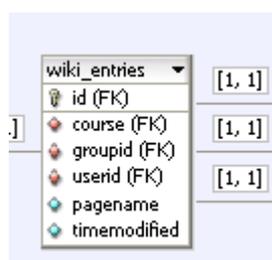


Figura 65. Tabela que armazena as entradas do *wiki*.

É possível, por meio da tabela “*wiki_entries*”, conhecer o usuário que fez uma determinada entrada em um dado horário. Essa tabela armazena um histórico das entradas. É possível, portanto, obter a quantidade de entradas que um determinado usuário realizou no *wiki*. Ao criar o *wiki*, professor, tutor ou administrador deve setar a quantidade de entradas mínimas que um usuário do tipo aluno deve realizar. Esse atributo constante, denominado *valorwiki*, foi inserido na tabela *wiki*, como mostra a figura 66.

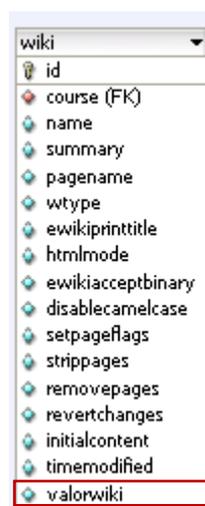


Figura 66. Atributo que determina o valor mínimo de contribuições a um *wiki*.

Assim, o modelo de adaptação usa o atributo *valorwiki* e os atributos da tabela “*wiki_entries*” para realizar a seguinte regra de adaptação para cada usuário:

*Se estilo_cognitivo=(independente) e valorwiki > contagementradas então
enviar mensagem com texto descritivo ilustrado.*

O mesmo esquema foi empregado com a ferramenta *chat*, adotada para o estilo holista. As alterações realizadas na base de dados do ambiente foram análogas às expressas no caso do estilo independente.

As regras de adaptação da presente seção também disparam regras para a retroalimentação, que será efetivada no modelo de usuário com base nos atributos dependentes e independentes do domínio.

Após a simulação, foi possível colher algumas relações existentes entre os atributos dependentes e independentes, os estilos cognitivos e as regras de adaptação. A tabela 8 apresenta os atributos e com quais estilos cognitivos são mais relacionados.

Regra	Tipo	Atributo	Estilo Cognitivo relacionado
A	Dependente	Leitura	Dependente, Independente, Holista, Serialista
B	Independente	Meta	Dependente, Independente, Holista, Serialista

Tabela 8. Atributos e estilos cognitivos mais relacionados.

A figura 67 apresenta a regra de retroalimentação A, que relaciona o atributo leitura com todos os estilos cognitivos utilizados na pesquisa e age de maneira isonômica para todos os estilos. Essa regra de retroalimentação verifica se o usuário já leu um determinado conteúdo. Em caso afirmativo, disponibiliza conteúdo extra; em caso negativo, aguarda leitura.

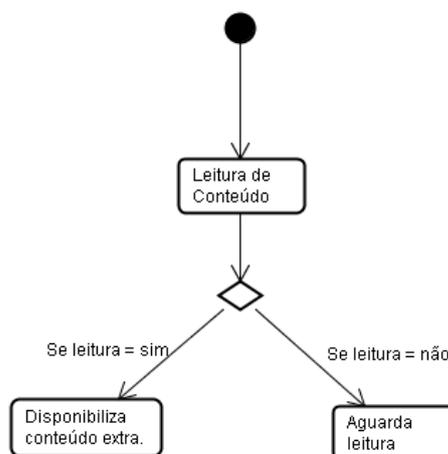


Figura 67. Retroalimentação com base no atributo Leitura.

A regra de retroalimentação determinada como B, na tabela 8, utiliza o atributo independente denominado meta. Existem variações da regra para cada um dos estilos utilizados. Isso pode ser visualizado na figura 68.

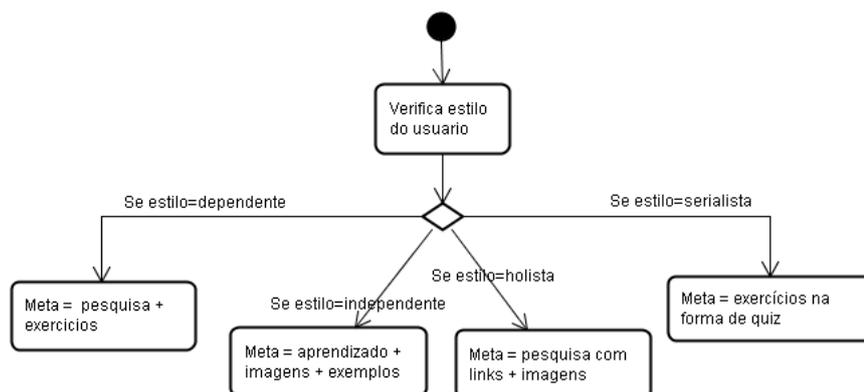


Figura 68. Retroalimentação com base no atributo meta.

O atributo meta é destinado a indicar o tipo de meta do usuário, que pode variar entre pesquisa, aprendizado ou exercícios. Dependendo o estilo cognitivo do usuário um tipo de meta é setado pelo ambiente hipermídia adaptativo e, posteriormente, com base na meta são propostas atividades para o usuário.

Outros atributos independentes, como imagem e exemplos, também são foco da retroalimentação. O processo para esses atributos é mais simples. No caso do atributo imagem, se o estilo cognitivo é independente ou holista, então o atributo deve ser setado como “verdadeiro” e os conteúdos devem apresentar imagens para o usuário. Para o atributo exemplo, que se relaciona com o perfil independente, o mesmo método é válido, ou seja, nos usuários de estilo cognitivo independente, esse atributo é valorado com “verdadeiro” e os conteúdos devem conter exemplos.

8 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

A base para o desenvolvimento dos sistemas hipermédia, sejam eles adaptativos ou não, é denominada modelo de referência. Esse modelo atua como uma espécie de projeto para o desenvolvimento da hipermédia. Usualmente, o modelo de referência é dividido em módulos, que podem ser adotados na instância a ser desenvolvida.

Os módulos básicos de um sistema hipermédia são: modelo de usuário, modelo de domínio e modelo de adaptação. Geralmente, os modelos de referência utilizam esses três módulos no seu projeto. Observa-se, portanto, que não há, de forma explícita, menção ao processo de avaliação de aprendizagem (do usuário final) nos módulos supracitados. Esta pesquisa pautou-se nessa ausência para propor uma extensão de um dos modelos de referência existentes, a fim de incluir aspectos relativos à avaliação de aprendizagem.

Com o intuito de complementar o processo de avaliação de aprendizagem, foram estudadas e aplicadas teorias sobre estilos cognitivos para tornar efetivo o uso dos resultados das avaliações realizadas pelos aprendizes.

Como a proposta era a criação de um módulo que realizasse a atividade de avaliação de aprendizagem utilizando critérios dos estilos cognitivos do aprendiz na seleção de novas regras de adaptação, foi feita uma investigação, a fim de verificar qual dos modelos de referência existentes supria as necessidades desta pesquisa.

Para nortear a seleção, foram determinados alguns requisitos relevantes ao modelo de referência. Entre eles se destacam: a necessidade de organização modular, a facilidade no provimento de reuso e a utilização do paradigma orientado a objeto no seu projeto. O modelo de referência que se enquadrou nos requisitos citados foi o modelo de Munich que foi, portanto, adotado como base desta pesquisa. É interessante ressaltar que o modelo RHA, determinado nesta pesquisa, pode ser adaptado a outros modelos de referência que sejam definidos em módulo e que tenham suas especificações compatíveis com a orientação a objetos.

O referencial teórico relativo à área de estilos cognitivos indica uma gama de dimensões cognitivas. Na presente pesquisa, foram selecionadas duas das dimensões existentes, a fim de utilizá-las juntamente com os resultados das avaliações de aprendizagem. As dimensões adotadas foram: holista-serialista, dependente-independente do domínio, por serem consideradas clássicas e extensivamente utilizadas nas pesquisas da área de estilos cognitivos. Vale a pena ressaltar que, apesar de esta pesquisa considerar o estilo cognitivo do

usuário como único durante sua interação no ambiente, o ideal seria haver uma reorientação do estilo cognitivo conforme as ações desempenhadas pelo usuário.

Cada uma destas dimensões possui particularidades quanto às suas ações no processo de navegação e acesso aos conteúdos, quanto às suas preferências em relação às ferramentas de comunicação/interação e quanto a formas de avaliação de aprendizagem. Com base nessas variáveis, foi realizada uma averiguação para adequar os estilos cognitivos, suas ações e preferências de ferramentas de comunicação/interação aos instrumentos de avaliação de aprendizagem de ambientes hipermídias de ensino a distância.

Determinados esses fatores, foi, então, realizada a modelagem em orientação objetos do modelo RHA. Para ser integrado com o Munich, o RHA utilizou UML, dadas as características de modularidade, reaproveitamento de módulos e facilidade para implementação do modelo. O Munich utiliza uma variação, ou extensão, da UML denominada UWE, conforme discutido no capítulo três deste trabalho. Para tornar o RHA integrado tanto ao Munich como a outros modelos de referência que adotam a orientação a objetos como paradigma, foram concebidos classes, métodos e atributos utilizando a base da UML.

O modelo RHA se relaciona com os demais meta-modelos do Munich. A ligação entre o meta-modelo de domínio e o RHA é dada por meio de dois relacionamentos entre classes: o primeiro, entre a classe domínio (do meta-modelo de domínio) e a classe avaliação (do RHA); e o segundo, entre a classe componente (do meta-modelo de domínio) e a classe ferramenta (do RHA). A integração entre o RHA e o meta-modelo de usuário foi definida por meio do relacionamento entre as classes UsuarioID (meta-modelo do usuário) e sondagem inicial (RHA), pois é necessário que o RHA tenha acesso às características do usuário e aos seus atributos. E, finalmente, o RHA se relaciona com o meta-modelo de adaptação pela ligação existente entre as classes adaptação (meta-modelo de adaptação) e avaliação (RHA).

Além das classes criadas e utilizadas na integração do RHA com os demais modelos do Munich, foram criadas classes para: definição dos estilos cognitivos, definição das regras de adaptação relacionadas a cada estilo cognitivo e classes filhas da classe ferramenta (designadas para definir as ferramentas de comunicação/interação), decorrentes de especializações de dois tipos de ferramentas.

No decorrer da pesquisa, observou-se necessidade de utilizar elementos já existentes em ambientes hipermídias de ensino a distância e em modelos de referência. Funcionalidades como controle do usuário (relativas ao modelo de usuário) e apresentação do conteúdo

instrucional a ser ensinado (relativas ao modelo de domínio) deveriam ser desenvolvidas para darem suporte à simulação do modelo RHA. Essas funcionalidades são clássicas em ambientes de ensino a distância, ou ambientes virtuais de aprendizagem (AVA); portanto, a opção foi reutilizar esses elementos com a escolha de um ambiente específico.

A determinação do ambiente ideal para a simulação do RHA ocorreu após um amplo estudo sobre a área de AVA. O ambiente deve permitir que sejam realizadas novas implementações e até alterações em módulos já existentes. Portanto, um fator preponderante nessa escolha foi o fato de o ambiente ser classificado como *opensource*, ou seja, ambiente de código aberto, passível de alterações em seu código.

A escolha recaiu sobre o Moodle, que, além de ser categorizado como *opensource*, possui uma organização modular que pode ser considerada análoga aos ambientes hipermídia adaptativos, bem como às definições do modelo de referência Munich.

Foram, então, implementadas as classes definidas no RHA para serem integradas ao Moodle e, posteriormente, servirem de base à simulação do RHA. Também foram necessárias alterações em ferramentas já existentes no ambiente, com a finalidade de darem suporte às funcionalidades relativas aos estilos cognitivos e às ferramentas de comunicação/interação definidas.

A simulação do modelo RHA só foi possível após a definição de um domínio de conhecimento específico, que gerou material instrucional suficiente para alimentar o ambiente hipermídia adaptativo. A área em questão é a de Mercado de Capitais, especificamente análise de ativos listados na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa).

Na escolha do domínio de conhecimento, os requisitos que tiveram importância foram:

- a) por esta ser uma área em que as atividades desenvolvidas pelos usuários e futuros aprendizes (dos treinamentos em EaD) se dá exclusivamente via *Web*, já que todas as operações do mercado de capitais são realizadas exclusivamente por meio de ferramentas alocadas na *Internet*;
- b) existem poucos cursos a distância já desenvolvidos nessa área;
- c) existência de vários materiais em mídias diferentes;
- d) possibilidade de desenvolvimento dos materiais em níveis de aprofundamento distintos;
- e) necessidade de interação com os aprendizes, por meio de ferramentas de comunicação/interação;
- f) importância em avaliar o rendimento dos aprendizes, para emissão de certificados, e análise de pré-requisitos para novos treinamentos;
- g) na área em questão, os treinamentos presenciais são caros; portanto, a utilização do EaD é crucial para baratear o investimento dos aprendizes;
- h) a empresa que se propôs a sediar a pesquisa aqui apresentada está localizada em uma cidade fora do tradicional

eixo Rio-São Paulo para Mercado de Capitais e, portanto, possui interesse em atender clientes no Brasil todo, inclusive no eixo Rio-São Paulo.

É importante destacar que a simulação foi realizada no domínio de conhecimento escolhido, porém, o RHA é genérico, como qualquer módulo de um modelo de domínio, a ponto de ser base para a implementação em qualquer área de conhecimento.

8.1 Atendimento ao Objetivo da Tese

A concepção do modelo RHA, que reúne os instrumentos de avaliação, os estilos cognitivos e as características dos demais módulos de um modelo de referência, o desenvolvimento dos diagramas em UML pertinentes ao modelo RHA, apresentados no capítulo 6, bem como sua simulação, discutida no capítulo 7, demonstram que o objetivo geral da tese foi alcançado.

A integração do modelo RHA com um modelo de referência existente, as recomendações adotadas da teoria de estilos cognitivos e sua implantação em um ambiente virtual de aprendizagem utilizado em larga escala, visando a inserção de aspectos de adaptação, comprovam sua validade.

8.2 Resposta à Questão Pesquisa

O modelo RHA aqui proposto busca integrar os demais módulos de um modelo de referência com os resultados obtidos em avaliações de aprendizagens oriundas da utilização de ferramentas de comunicação/interação e os estilos cognitivos pré-estabelecidos.

Os resultados das avaliações de aprendizagem foram utilizados para dar subsídio aos modelos de adaptação e usuário. Foram, então, determinadas novas regras de adaptação pertinentes ao escopo das avaliações de aprendizagem e, também, dos estilos cognitivos, conforme apresentado nas seções 7.3 e 7.4.

8.3 Recomendações para Trabalhos Futuros

Com base nesta pesquisa, podem ser recomendados os seguintes trabalhos futuros:

1. Analisar os tipos de erros das avaliações realizadas via ferramentas de comunicação/interação e aprimorar o processo de retroalimentação;
2. Relacionar o modelo com mais estilos cognitivos existentes;

3. Possibilitar que o estilo cognitivo do usuário (aprendiz) seja atualizado dinamicamente, conforme as ações realizadas;
4. Realizar uma validação do ambiente gerado com uma determinada população;
5. Pesquisar novas regras de retroalimentação, provenientes de outros estilos cognitivos ou de outras ferramentas de comunicação/interação;
6. Realizar a adequação do modelo RHA com outros modelos de referência que também utilizem o paradigma orientado a objetos;
7. Pesquisar a possibilidade de aplicação do modelo RHA em outros domínios de conhecimento.

9 REFERÊNCIAS

ABOU-JAOUDE, S., & FRASSON, C. **Integrating a believable layer into traditional ITS.** Paper presented at the World Conference on Artificial Intelligence in Education (AI-ED99), July, Le Mans, France, 1999.

AHN, JAe-Wook; FARZAN, Rosta; BRUSILOVSKY, Peter. **A Two-Level Adaptive Visualization for Information Access to Open-Corpus Educational Resources.** Proceedings of Workshops held at the Fourth International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Dublin, 2006

ALLPORT, G. W. (1937). **Personality: a psychological interpretation.** New York: Social Science Research Council.

AMARAL, Marília. **Organização e Armazenamento de Conteúdo Instrucional no Ambiente AdaptWeb Utilizando XML.** Dissertação de Mestrado apresentada ao PPGC, UFRGS, 2002.

AMARALa, Marília; FERREIRA, Cláudio Luiz ; ZANCHETT, Pedro ; ULBRICHT, V. R. . **Aspectos de Modelagem em Sistemas Hipermídia Adaptativos: a UWE..** In: Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem- Conahpa, 2006, 2006, Florianópolis. Anais do Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem- Conahpa, 2006. São Paulo : Anhembi Morumbi.

AMARALb, Marília.; Ulbricht, V. R. **Desenvolvimento de Hipermídia Adaptativo seguindo o Modelo de Munich.** In: Universidade Anhembi Morumbi, PUC-Rio. (Org.). Design Arte e Tecnologia. São Paulo: Rosari, 2006, v. , p. -.

AMARALc, Marília; Oriundo, Walter. **Modelo de Referência em Sistemas Hipermídia Adaptativos.** In: Vânia Ribas Ulbricht. (Org.). Sistemas Hipermídia Adaptativos. : Moderna, 2006, v. 1, p. -.

AMARAL, Marília; **Social Networks in Moodle.** In: *IADIS International Conference IADIS Web Based Communities 2007.* Salamanca, Espanha, 2007.

ANDREJKO, Anton. **Improving Adaptive Hypermedia by Adding Semantics,** 2005. Disponível: www2.fiit.stuba.sk/iit-src/2005/36-andrejko.pdf

ARAKAKI, Reginaldo; SOUZA, Alexandra A. **Processo de manutenção de software Web apoiado pela modelagem IHC.** DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação - v.7 n.6. dez, 2006.

ARROYO, I. CONEJOo, R. GUZMAN, E. WOLF, B.P. (2001). **An Adaptive Web-based Component for Cognitive Estimation.** Proceedings of Artificial Intelligence in Education (pp. 456-466). Amsterdam:IOS.

BAJRAKTAREVIC, N., HALL, W., & FULLICK, P. **ILASH: Incorporating Learning Strategies in Hypermedia.** Paper presented at the Fourteenth Conference on Hypertext and Hypermedia, August 26-30, Nottingham, UK, 2003.

BAKER, S.L.; HEINRICH, N.; HYO-JIN, K.; HOFMANN, S.G. – **The Liebowitz Social Anxiety Scale as a Self-Report Instrument: a Preliminary Psychometric Analysis**. *Behav. Res Ther* 40: 701-15, 2002.

BALASUBRAMANIAN, N. **Document Management and Web Technologies: Alice Marries the Mad Hatter**. *Communications of the ACM*. 1997.

BARIANI, I. C. D.; SISTO, F. F.; SANTOS, A. A. A. dos. Construção de um instrumento de avaliação de estilos cognitivos. In: SISTO, F. F.; SBARDELINI, E. T. B.; PRIMI, R. **Contextos e Questões da Avaliação Psicológica**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2000.

BARRETO, C.G., FUKS, H. & LUCENA, C.J.P.; **Agregando Frameworks em uma Arquitetura Baseada em Componentes no Ambiente AulaNet**, Workshop de Desenvolvimento Baseado em Componentes (WDBC 2005), 5º, 7-9 de novembro de 2005, Juiz de Fora, MG, ISBN 85-88279-47-9, pp. 25-32.

BARTOLOMEIS, F. **Avaliação e orientação: objetivos, instrumentos e métodos**. Lisboa: Horizonte, 1977.

BAUMEISTER, Hubert, KNAPP, Alexander., KOCH, Nora and ZHANG, Gefei. **Modelling Adaptivity with Aspects**. David Lowe and Martin Gaedke, editors, *Proc. 5th Int. Conf. Web Engineering (ICWE'05)*, volume 3579 of *Lect. Notes Comp. Sci.*, pages 406-416, 2005.

BEAUMONT, I. **User Modeling in the Interactive Anatomy Tutoring System Anatom-Tutor**. *User Modeling and User-Adapted Interaction* , 1996. 4 (1), 21-45.

BECHARA, João José Bignetti. **Revisitando a Fundamentação Pedagógica dos Modelos Educacionais a Distância Mediados pela Tecnologia**. Congresso da ABED, 2007.

BERTOLAZI, Silvana. **Interface Adaptativa em Sistemas Hipermídia para Web na Educação**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual Norte do Paraná – UENP, 2006.

BIELAWSKI, Larry, LEWAND, Robert. **INTELLIGENT SYSTEMS DESIGN: INTEGRATING EXPERT SYSTEMS, HYPERMEDIA, AND DATABASE TECHNOLOGIES**. John Wiley & Sons: New York, 1991.

BIELIKOVÁ, Maria. **Štúdie Vybraných Tém Softvého Inzinierstava**. 2006. Disponível por: www2.fiit.stuba.sk/~bielik/publ/abstracts/2006/bielik-navrat-text-studie-si1.pdf

BLOOM, Benjamin S; **Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain** New York: McKay, 1956.

BLOOM, Benjamin S., HASTINGS; J. Thomas and MADAUS; George F., **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**, New York: McGraw-Hill, 1971

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison-Wesley, 1999

BOYLE, C. & ENCARNACIÓN, A. O. **METADOC: AN ADAPTIVE HYPERTEXT READING SYSTEM. USER MODELS AND USER ADAPTED INTERACTION** 4(1), 1-19, 1994.

BRAGA, Marta Cristina Goulart ; PEREIRA, Alice Cybis ; ULBRICHT, V. R. ; VANZIN, Tarcísio . **Hipermídia: uma jornada entre narrativas e roteiros**. In: Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem- Conahpa, 2006., 2006, Florianópolis. São Paulo : Anhembi Morumbi, 2006.

BRAVO, Javier; ORTIGOSA, Alvaro. **Validating the Evaluation of Adaptive Systems by User Profile Simulation**. Proceedings of Workshops held at the Fourth International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Dublin, 2006

BROWN, Elizabeth; CRISTEA, Alexandra. **Patterns in Authoring of Adaptive Educational Hypermedia: A Taxonomy of Learning Styles**, 2005

BROWN, E. J., & BRAILSFORD, T. **Integration of learning style theory in an adaptive educational hypermedia (AEH) system**. Paper presented at the ALT-C Conference, September 14-16, 2004, Exeter, UK, 2004.

BRUSILOVSKY, Peter. **Methods and techniques of adaptive hypermedia**. *User Modeling and User Adapted Interaction*, [S.l.], v.6, n. 2-3, p. 87-129, 1996. Special Issue on adaptive hypertext and hypermedia.

BRUSILOVSKY, Peter. **Adaptive Hypermedia: an Attempt to Analyze and Generalize**. 1996a. Disponível em: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/MHVR96.pdf>.

BRUSILOVSKY, Peter. **Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education**. In: *Künstliche Intelligenz, Special Issue on Intelligent System and Teleteaching*, 19-25 /4, 1999. Disponível em: <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/papers/KI-review.html>

BRUSILOVSKY, Peter. **From intelligent tutoring systems to Web-based education**. In: *Proceedings of 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS 2000*, Montreal, Canada, 2000.

BRUSILOVSKY, Peter. **Adaptive Educational Hypermedia**. In: *INTERNATIONAL PEG CONFERENCE, PEG, 10.*, 2001, Tampere, Finland. *Proceedings...* Disponível em: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/PEG01.html>

BRUSILOVSKY, P. **Adaptive hypermedia, User Modeling and User Adapted Interaction**, Ten Year Anniversary Issue (Alfred Kobsa, ed.) 11 (1/2), 2002.

BULLEN, M. **Participation and Critical Thinking in computer conferencing: a case study**, 1997. Disponível em, ww2.cstudies.ubc.ca/~bullen/index.html

BUGAY, Edson. **O MODELO AHAM - MI: Modelo de Hiperídia Adaptativa utilizando Inteligências Múltiplas**, 2006. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – UFSC.

BUSH, Vannevar. **As we may think**. The Atlantic Monthly, Boston, MA, 1945. Disponível por <http://www.ps.uni-sb.de/~duchier/pub/vbush/vbush.shtml>.

CALDEIRA, Ana Cristina Muscas. **Avaliação da aprendizagem em meios digitais: novos contextos**. Abril, 2004. <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/033-TC-A4.htm>

CAMPOS, Gilda Helena B., **Avaliação em cursos online**, TI Máster, 2002. Disponível por http://www.timaster.com.br/revista/colunistas/ler_colunas_emp.asp?cod=522.

CANDOTTI, Clarissa T. **Sistema Hiperídia Adaptativo Baseado em Estilos Cognitivos**. VIII Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação: Saber criar, saber usar. SEAD - Secretaria de Educação a Distância/UFRGS. (2006).

CARVER, C. A., HOWARD, R. A., & LANE, W. D. **Addressing different learning styles through course hypermedia**. IEEE Transactions on Education, 42 (1), 33-38, 1999.

CONLAN, Owen; DUVAL, Eric. **Workshop on Applying Service Oriented Architectures to Adaptive Information Systems**. Proceedings of Workshops held at the Fourth International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Dublin, 2006

COOK, S.W. et. al. **Research methods in social relations**. Nova York, Holt Rinehart Wuston. (1976).

CRISTEA, A., De MOOIJ, A. **LAOS: Layered WWW AHS Authoring Model and its corresponding Algebraic Operators**. In Proceedings of WWW'03, Alternate Education track. (Budapest, Hungary 20-24 May 2003). ACM.

CRISTEA, A.I. Calvi, L. **The three Layers of Adaptation Granularity**, UM'03, Pittsburgh, US, Springer, 2003b.

CRISTEA, A., CRISTEA, P. **Evaluation of Adaptive Hypermedia Authoring Patterns During a Socrates Programme Class**. Advanced Technology for Learning, Vol. 1, N0 2, 2004.

CRISTEA, A., STACH, N. **AWELS: Adaptive Web-Based Education and Learning Styles**. First Workshop on Adaptive Web-Based Education and Learning Styles.IEEE. ICalt, 2006.

CRUZ, Therezinha M. L. da. Avaliação: um teste para a educação. In: **Didática de Ensino Religioso**; nas estradas da vida: um caminho a ser feito. São Paulo: FTD, 1997. p. 96-97.

CSAPO, Nancy. **The Role of Learning Styles in Effective Teaching** Business Information Systems Department Central Michigan University. FaCIT News for CMU Faculty – Volume 2 – ISSUE 2 – February, 2007.

CUZZOCREA, Alfredo; MASTROIANNI, Carlo. **Enriching conceptual modeling of XML-aware Adaptive Web Systems with object-oriented constructs and UML diagrams.** Congresso EC-Web 2004 : e-commerce and web Technologies, 2004.

DE BRA, P., Romero C., Martín-Palomo S., Ventura S. **An Authoring Tool for Web-Based Adaptive and Classic Tests** (pp. 174-177). Eindhoven, The Netherlands, 2003

DE BRA, Paul; **Creating and Delivering Adaptive Courses with AHA!** ECTEL06. First European Conference on Technology Enhanced Learning, 2006.

DE BRA, Paul. **Dexter Model. Curso on-line.** Disponibilizado por <http://paul.luon.net/hypermedia/chapter6/modelsFrameworks/dhrm.html>. Criado em Outubro, 2006. Visitado em: 03/2007

DE BRA, Paul; HOUBEN, G. J.; DORNATZKY, J. D. V. Y. **An Extensible Data Model for Hyperdocuments**, Proc. of the 4th ACM Conference on Hypertext (ECHT-92), pp. 222-231, Milan, 1992.

DE BRA, Paul; CALVI, L. **AHA: a Generic Adaptive Hypermedia System.** In: WORKSHOP ON ADAPTIVE HYPERTEXT AND HYPERMEDIA, 1998. Proceedings ... Disponível em: <http://www.wis.win.tue.nl/ah98/DeBra.html>. Acesso em: abril de 2007.

DE BRA, P.; HOUBEN, G. J.; WU, H. **AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia.** In: Proceedings of 10th ACM Conference on Hypertext and hypermedia (Hypertext'99), Darmstadt, Germany, February 21 - 25, 1999, ACM Press, pp. 147-156.

DEMO, P. **Avaliação sob o olhar Propedêutico**, Campinas, Papirus, 1996

DEMO, Pedro. **Ironias da Educação: mudanças e contos sobre mudança.** Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

DOLOG, Peter; BIELIKOVÁ, Maria. **Hypermedia Modelling using UML.** In Proc. of ISM 2002 - Information Systems Modelling - ISM'2002. Czech Republic, April 22-24, 2002

DUFRESNE, A.; TURCOTTE, S. Cognitive style and its implications for navigation strategies. In: WORLD CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION, AI-ED'97, 8., 1997. Kobe, JP. **Proceedings ...** Amsterdam: IOS, 1997.

DUNN, R., & DUNN, K. **Teaching Students Through Their Individual Learning Styles: A Practical Approach**, Virginia: Reston Publishing, 1978.

DUNN, R., S. A. GRIGGS, J. OLSON, B. GORNMAN. **A meta-analytic validation of the Dunn and Dunn learning styles model.** Journal of Educational Research, 88 (6), 1995.

ESCALONA, Maria Jose; KOCH, Nora. **Metamodeling the Requirements of Web Systems**. Second International Conference for Web Informations Systems and Technologies (WEBIST 2006), Setubal, Portugal, 2006

FELDER, R. M., & SOLOMAN, B. A. **Index of Learning Styles**, 2004. Disponível por: <http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>. Acesso em: abril de 2007.

FERNANDES, Manoel. **O IMPORTANTE É O CONTEÚDO**. Veja Vida Digital. Edição Internet 2000. Publicado em maio/2003. Disponível na Internet: <http://www.veja.abril.com.br/especiais/vidadigital2/16entrevista.html>. Acesso em: 27 de março de 2006.

FERREIRA, C. L.; ULBRICHT, V. R.; VANZIN, Tarcísio ; FIGUEIREDO, Luiz Fernando Gonçalves de . **Integrando as geometrias e a arte através da hipermídia**. Educação Gráfica, Baurú, v. 5, p. 17-26, 2001.

FIERRO, A. Personalidad y aprendizaje en el contexto escolar. In C. Copll; J. Palacios; A.Marchesi (ed). **Desarrollo psicológico y educación**, II. Psicología de la educación. Madrid: Alianza. 1990.

FILIPPO, D.; GEROSA, M.A.; PIMENTEL, M.; FUKS, H.; LUCENA, C.J.P.; **Sempre atento ao forum: alertas SMS para suporte à coordenação dos aprendizes**; Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2006, Brasília, DF, 8-10 Novembro, 2006, v.1, pp. 62-71.

FLORES, Adriana José Berlanga. **Sistemas Hipermedia Adaptativos en el Âmbito de la Educación**. Informe Técnico – Technical Report. DPTOIA-IT-2004-001. Abril, 2004

FRANCO, Maria Laura P. Barbosa. Pressupostos epistemológicos da avaliação educacional. In: SOUSA, Clarilza Prado de (org.) **Avaliação do rendimento escolar**. 2 ed. Campinas: Papyrus , 1993.

FREITAG, Dayene. **WebWatcher: A Learning Apprentice for the World Wide Web** , in the 1995 AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Heterogeneous, Distributed Environments, Stanford, March 1995.

FUKS, H., GEROSA, M.A. & LUCENA, C.J.P. (2001). **Sobre o Desenvolvimento e Aplicação de Cursos Totalmente a Distância na Internet**, Revista Brasileira de Informática na Educação, N9, Setembro 2001, ISSN 1414-5685, Sociedade Brasileira de Computação, pp. 61-75, 2001.

FUKS, H. GEROSA, M.A. & LUCENA, C.J.P. **Evoluindo para uma Arquitetura de Groupware baseada em componentes: o Estudo de Caso do Learningware AulaNet, III Workshop de Desenvolvimento Baseado em Componentes**, São Carlos, 2004.

FU, Yujian. **Formalizing and validating UML architecture description of web systems**. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 155 archive Workshop proceedings of the sixth international conference on Web engineering table of contents Palo Alto, Califórnia, 2006.

GAILO, Benhur. Apresentação **Modelo Sistêmico de Avaliação de Competências e Habilidades Cognitivas para um Curso Superior na Modalidade a Distância**. XIII Congresso Internacional de Educação a Distância da ABED, 2007.

GASPARINI, Isabela; PIMENTA, Marcelo S. Concepção de Interfaces WWW Adaptativas para EAD. **Cadernos de Informática**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.71-76, mar. 2002. Artigo apresentado nos Seminários sobre Tecnologias de Informática para Ensino a Distância, 2001.

GASPARINI, Isabela. **Interface Adaptativa no ambiente AdaptWeb: navegação e apresentação adaptativa baseada no modelo do usuário**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, 2003.

GELLER, Marlise; TAROUCO, Liane. **Educação a Distância e estilos cognitivos: construindo a adaptação de ambientes virtuais**. VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, 2004.

GIRAFFA, L.M.M. **Uma Arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. 1999. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

GOMEZ, Margarita Victoria, **Avaliação formativa e continuada da educação baseada na Internet**, In VI Congresso Internacional de Educação a Distância. – ABED, 1999, Rio de Janeiro, disponível em http://www.abed.org.br/antiga/htdocs/paper_visem/margarita_vitoria_gomez.htm, consultado em 04/2007.

GRIGORIADOU, M., PAPANIKOLAOU, K., KORNILAKIS, H., & MAGOULAS, G. **INSPIRE: An Intelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment**, 2001. Disponível por: <http://www.wis.win.tue.nl/ah2001/papers/papanikolaou.pdf>. Acessado em: abr. 2007.

GRONMO, R; SKOGAN, D; SOLHEIM, I; OLDEVIK, J. **Model-driven Web services development**. Proceedings in: **e-Technology, e-Commerce and e-Service, 2004. IEEE '04. 2004 IEEE International Conference on March 2004**.

HADJI, C. **A avaliação, regras do jogo – Das intenções aos instrumentos**. Portugal. Porto Editora. Traduzido por Júlia L. Ferreira e José M. Cláudio, 1994

HADJI, C. **A avaliação desmistificada**. Porto Alegre Editora Artmed. Traduzido por Patrícia C. Ramos, 2001

HALASZ, Frank G.; SCHWARTZ, Mayer **The Dexter Hypertext Reference Model**. NIST Hypertext Standardization Workshop, Gaithersburg, MD, January 16-18, 1990.

HARVEY, O.J. et al. **Conceptual System and Personality Organization**. New York: Wiley, 1961.

HAYDT, R. C. **Avaliação do Processo Ensino-Aprendizagem**. São Paulo: Ática, 1995.

HENRI, F. **Computer conferencing and content analysis** in A. Kaye (Ed.), Collaborative learning through computer conferencing, Springer-Verlag, 1992.

HENZE, Nicola. **Adaptive Hyperbooks: Adaptation for Project-Based Learning Resources**. 2000. Disponível em: <www.kbs.uni-hannover.de/~henze/diss.pdf>. Acesso em: jul. 2007.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de Banco de Dados**. Editora Sagra Luzzatto. 3ª Edição, 2000.

HOFFMANN, J, **Avaliação: Mito e Desafio: uma perspectiva construtivista**, Porto Alegre, Editora Mediação, 1994.

HONEY, P., & MUMFORD, A. **The Manual of Learning Styles**, Maidenhead: Peter Honey Publications, 1992.

HÖÖ, K., & SVENSSON, M. **Evaluating Adaptive Navigation Support**. Paper presented at the Intelligent User Interfaces Conference, January 5-8, Redondo Beach, California, USA, 1999.

KAMINSKI, Douglas. **Sistema hipermídia adaptativo: A sua utilização para o ensino da matemática**. 2006. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Santa Catarina.

KAUFFMAN, S. A. **AT HOME IN THE UNIVERSE**. OXFORD UNIVERSITY Press, New York, 1995.

KIRKPATRICK, Donald L. **Evaluating Training Programs: The Four Levels**. Berrett-Koehler Publishers, 1998.

KNAPP, Alexander., ZHANG, Gefe. **Model Transformations for Integrating and Validating Web Application Models**. In Heinrich C. Mayr and Ruth Brey, editors, Proc. Modellierung 2006 (MOD'06), volume P-82 of Lect. Notes Informatics, pages 115-128. Gesellschaft für Informatik, 2006.

KOBSA, Alfred; **EDITORIAL. IN USER MODELING AND USER ADAPTED INTERACTION**. V. 4 n.2 p.iii-v. Kluwer, Amsterdam, 1995

KOBSA, Alfred. **Personalized Hypermedia Presentation Techniques for Improving Online Customer Relationships**. 2001. Disponível em: <http://citeseer.nj.nec.com/kobsa01personalized.html>

KOCH, Nora P. **Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems Reference Model, Modeling Techniques and Development Process**, 2000. PhD. Thesis. Ludwig-Maximilians- Universität München.

KOCH, Nora P. **The Munich Reference Model for Adaptive Hypermedia**. 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems, 2002

KOGAN, N; WALLACH, M.A. **Risk-Taking: A Study in Cognition and Personality**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1964.

KOGAN, N. Educational Implications of Cognitive Style. In G. S. Lesser (Ed.), **Psychology and Educational Practice**. Glenview, Ill: Scott Foresman and Co, 1971.

KOLB, D. A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**, New Jersey: Prentice Hall, 1984.

KUIPER, P.M. **Adaptive Municipal e-forms**. Proceedings of Workshops held at the Fourth International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Dublin, 2006

KURUC, Karoslav. **Sharing a User Model between Several Adaptive Hypermedia Applications**. M. Bieliková (Ed.), IIT.SRC 2005, April 27, 2005, pp. 249-256.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1993.

LANGSCH, Carla Wandscheer Krieger. (1999). **Avaliação no Ensino à Distância via Web**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Computação da UFRGS.

LEÃO, Priscilla. **Uma Linguagem Visual para Avaliação Adaptativa de Aprendizagem baseada em Gramática de Grafos**. Revista Notas Tecnológicas na Educação – RENOTE. UFRGS, 2006.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência**. São Paulo : Editora 34, 1993.

LITZINGER, Thomas A. **A Study of the Reliability and Validity of the Felder-Soloman Index of Learning Styles**. Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, 2005.

LOPES, Maria Sandra Souza. **Avaliação da Aprendizagem em Atividades Colaborativas em EAD Viabilizada por um Fórum Categorizado**. Dissertação de Mestrado. UFRJ, 2007.

LUCKESI. C.C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 9. ed.São Paulo: Cortez, 1999.

MADHOUR, H. **LAUSANNE MODEL: TOWARDS AN AHAM-BASED REFERENCE MODEL FOR ADAPTIVE LEARNING OBJECT SYSTEMS**. Advanced Technology for Learning, 2006

MARCHIONINI, G. **Hypermedia and Learning: Freedom and Chaos**. Educational Technology USA, v. 28, n. 11, p.8-12, Nov 1988.

MARTINS, Rosana. **ESTILOS COGNITIVOS E COMPREENSÃO LEITORA EM UNIVERSITÁRIOS**. Paidéia - Cadernos de Psicologia e Educação volume 15 número 30 jan/abr 2005.

MASON, R. **Analyzing Computer Conferencing Interactions**. International Journal of Computers in Adult Education and Training, 1991.

MASETTO, M. **Competência Pedagógica do Professor Universitário**, São Paulo, Summus, 2003

MÁXIMO, Luiz Fernando. **Avaliação Formativa Assistida por Computador no Ensino a Distância**. Revista Notas Tecnológicas na Educação – RENOTE. UFRGS, 2006.

MELCHIOR, M. C.. **Avaliação pedagógica: função e necessidade**. Porto Alegre: Mercado Aberto. 1994.

MELIÁ, Santiago, KRAUS, Andreas and KOCH, Nora. **MDA Transformations Applied to Web Application Development**. David Lowe and Martin Gaedke, editors, Proc. 5th Int. Conf. Web Engineering (ICWE'05), volume 3579 of Lect. Notes Comp. Sci., pages 465-471, 2005.

MESSICK, S. **Individuality in Learning**. San Francisco: Jossey-Bass, 1976

MESSICK, S. **The Nature of Cognitive Styles: Problema and Promise in Educational Practice**. Educational Psychologist, 1984.

MIRAS, M., SOLÉ, I. A Evolução da Aprendizagem e a Evolução do Processo de Ensino e Aprendizagem in COLL, C., PALACIOS, J., MARCHESI, A. **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MORAN, José Manuel. **Educando em ambientes virtuais**. Campinas, Universidade de Campinas. /Palestra proferida dentro do projeto de EAD da Universidade de Campinas. Disponível em: <http://www.ead.unicamp.br/eventos/evento.html>. Acesso em 01 de jun. 2005.

MOSTAFA, Malaka; **An Adaptive E-learning Model Based on Decision Table**. Conference IMCL2006 April 19 -21, 2006 Amman, Jordan.

MOULIN, Nelly, **Utilização de portfólio na avaliação do ensino a distância**, VIII Congresso Internacional de Educação a Distância, 2001.

NANARD, Marc. **L'apport des travaux de recherche: dans les hypertextes aux techniques éducatives**. In: ACTES HYPERMÉDIAS, EDUCATION ET FORMATION, Paris, 1994.

NEDER, Maria Lúcia Cavalli, **Avaliação na educação a distância - significações para definição de percursos** In: PRETI Oreste (Org). Educação a Distância: Inícios e Indícios de um percurso. Cuiabá, EdUFMT, 1996.

NELSON, G. E. **On-Line Evaluation: Multiple Choice, Discussion Questions, Essay, and Authentic Projects**. In: Third Teaching in the Community Colleges Online Conference, Kapiolani Community College, Hawaii, April 7-9, 1998.

NOYA, R. C. **Quest - Um Sistema de Avaliação Educacional para a Web**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Informática - PUC-Rio, Rio de Janeiro, 1998.

OLIVEIRA, José M de.; AMARAL, Marília A.; FREITAS, Veronice de; MARÇAL, Viviane P.; GASPARINI, Isabela; PROENÇA Jr., Mario Lemes ; BRUNETTO, Maria Angélica C.; PIMENTA, Marcelo S.; RIBEIRO, Cora H. F. Pinto; LIMA, José Valdeni de. **AdaptWeb: an Adaptive Web-based Courseware**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION, 2002. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2002.v.1, p. 131-134.

OLIVEIRA, José Maria Parente de. **Um modelo de referência para sistemas hipermídia adaptativos educacionais**. Mini-Curso apresentado no CONAHPA, 2006

OTSUKA, J. L. **Suporte à Avaliação Formativa no Ambiente de Educação à Distância TelEduc, aceito para publicação no VI Congresso Iberoamericano de Informática Educativa (IE2002)**, Vigo, España, 20-22 noviembre, 2002.

OTSUKA, J. L. **Uso de Agentes de Interface no ambiente TelEduc, em Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre: Cinted (Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação) , v.1, n.2, 2003.

OTSUKA, J. L. **Avaliação Formativa em Ambientes de Educação a distância: Uma Proposta de Suporte Tecnológico e Conceitual**. Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), SBC, 2005.

OTSUKA, J. L. **Avaliação Online: O Modelo de Suporte Tecnológico do Projeto TelEduc (2006)**. In: **AVALIAÇÃO EM EDUCAÇÃO ONLINE**, ORGs.: SANTOS, E. O.; SILVA, M. EDIÇÕES LOYOLA (capítulo de livro a ser publicado), 2006.

PALAZZO L. A. M.; COSTA, A. C. R.: **TOWARDS PROACTIVE HYPERMEDIA SYSTEMS**. 3º ENCONTRO NACIONAL DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (ENIA 2001). Fortaleza, 2001.

PALAZZO, Luiz Antônio M. **Sistemas de Hipermídia Adaptativa**. In: XXII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, v. 2, pp 287-325, 2002, Florianópolis. **Convergências Tecnológicas: redesenhando as fronteiras da ciência e da educação**. Florianópolis: SBC, 2002.

PALAZZO, L. A. M. **Modelos Proativos para Hipermídia Adaptativa** – Tese – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, programa de Pós-Graduação em Computação. Porto Alegre. 1999.

PALAZZO, Luiz Antônio Moro. **Sistemas de Hipermídia Adaptativa**. 2004. Disponível em: <http://ia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/sha/sha.htm>. Acesso em 20 de abril de 2006.

PAPASALOUROS, Andréas. **From learning design model to automated synthesis of a web-based educational application: A CASE tool**. Open Source for Education in Europe, Research & Practise - Conference proceedings. 2005.

PAREDES, P., & RODRIGUEZ, P. **A mixed approach to modelling learning styles in adaptive educational hypermedia**, Paper presented at the 1st International Workshop on Authoring of Adaptive and Adaptable Educational Hypermedia, 2003.

PEREIRA, Heloisa Caroline de Souza; ULBRICHT, V. R. **A organização da Informação para Ambiente Hiperídia: ArteContemporanea.Floripa** . Revista Uniandrade, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 13-25, 2004.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens - entre duas lógicas**. Porto Alegre: ArtMed, 1999.

PERRENOUD, P.; THURLER, M. G. **As Competências para ensinar no Século XXI: A formação dos professores e o desafio da avaliação**, Porto Alegre Artmed Editora, 2000.

PEAK, Russell S. **STEP, XML, and UML: Complementary Technologies**. Journal of Computing and Information Science in Engineering -- December 2004 -- Volume 4, Issue 4, pp. 379-390

PIMENTEL, M., GEROSA, M.A., FILIPPO, D., BARRETO, C.G., RAPOSO, A.B., FUKS, H. & LUCENA, C.J.P.; **AulaNet 3.0: desenvolvendo aplicações colaborativas baseadas em componentes 3C**, Workshop Brasileiro de Tecnologias para Colaboração (WCSCW 2005), em XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, (SBIE), 16º, v. 2, ISBN 85-88279-48-7. Juiz de Fora - MG: UFJF, 8 a 11 de Novembro 2005. pp. 761-770.

PIMENTEL, Mariano G.; GEROSA, Marco Aurélio; FILIPPO, D., RAPOSO, Alberto B.; FUKS, Hugo; LUCENA, Carlos José Pereira; **Modelo 3C de Colaboração no Desenvolvimento de Sistemas Colaborativos**; Anais Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos. Natal, RN, 20-22 Novembro 2006. ISBN 85-7669-097-7. Porto Alegre: SBC, 2006. pp. 58-67.

PRIMUS, N.J.C. **A generic framework for evaluating Adaptive Educational Hypermedia authoring systems. Evaluating MOT, AHA! and WHURLE to recommend on the development of AEH authoring systems**. Dissertação de Mestrado apresentada no Curso de Business Information Technology da University of Twente, 2005.

RAMADA, José António Seara Salgado. **Desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação por computador baseada na Web**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho, 2006.

REZENDE, Flavia; BARROS, Susana; **FÍSICA NA ESCOLA**, v. 6, n. 1, 2005. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/hipermidia.pdf>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2007.

ROMÃO, J. E. **Avaliação dialógica: desafios e perspectivas**. São Paulo: Cortez, 1998.

ROMERO, C., MARTIN-PALOMO, S., DE BRA, P. & VENTURA, S. (2004). An Authoring Tool for Web-Based Adaptive and Classic Tests. In G. Richards (Ed.), **Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2004** (pp. 174-177). Chesapeake, VA: ACE.

ROMERO, C., DE BRA, P. & VENTURA, S. **Extending AHA!: Adding Levels, Data Mining, Tests and SCORM to AHA!. Int. Conference on Human Systems Learning: Who is in control?** Marrakech. 2005. ISBN: 2-909285-33-2. pag. 21-40.

ROMERO, C., DE BRA, P. & VENTURA, S. **An authoring tool for web-based adaptive and classic tests.** AHA2006, 2006.

ROSÁRIO, Jeane de A. **Estilos de Aprendizagem de Alunos de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos da UFSC: O Caso da Disciplina de Análise e Simulação de Processos.** Programa de Pós Graduação em Engenharia Química. Florianópolis, maio de 2006.

ROQUE, Gianna Oliveira. **Uma proposta de um modelo de avaliação de aprendizagem por competências para cursos a distância baseados na web,** Dissertação de Mestrado em Informática, Rio de Janeiro, UFRJ/ IM /NCE, 2004, xii, 158 f.:il.

ROQUE, Gianna Oliveira. **Avaliação de Aprendizagem em Atividade Desenvolvida à Distância,** Revista Século XXI, 2007. Disponível em: http://www.multirio.rj.gov.br/seculo21/texto_link.asp?cod_link=1734&cod_chave=2502&letra=c. Acesso em: 4 de junho de 2007.

SANTOS, Acácia Aparecida Angeli dos; BARIANI, Isabel Cristina Dib; CERQUEIRA, Tereza Cristina S. Estilos cognitivos e estilos de aprendizagem. In SISTO, Fermino Fernandes; OLIVEIRA Gislene de Campos; FINI, Lucila Dihel Tolaine. **Leituras de psicologia para formação de professores.** (pp. 44-57). Petrópolis: Vozes, 2000.

SAVIANI, D. **Saber escolar, currículo e didática.** 3.ed.Campinas: Autores Associados, 2000.

SILBERSCHATZ, Abraham. **Sistema de Banco de Dados.** Makron Books, 1999, 3ª Edição.

SILVA, José Carlos Tavares. **Um modelo para avaliação de aprendizagem no uso de ferramentas síncronas em ensino mediado pela Web.** Tese de Doutorado: Programa de Pós Graduação em Informática da – PUC – RJ, 2004.

SILVEIRA, Ricardo A. BASTOS, André. **Webduc: Uma proposta de ferramenta de avaliação formativa no ambiente TelEduc.** CIENTED-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação, 2004.

SOSNOVSKY, Sergey. **The Integration of Two Domain Conceptualizations in a Single Adaptive Hypermedia System.** Proceedings of Workshops held at the Fourth International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Dublin, 2006

STAFF, Christopher. **HYPERCONTEXT: USING CONTEXT IN ADAPTIVE HYPERTEXT.** 1997. Disponível em <http://www.cs.um.edu.mt/~cstaff/HCTBrazil97/HCT97.html>. Acesso em 12 de agosto de 2006.

STASH, N., DE BRA, P., AERTS, A., BERDEN, B., DE LANGE, B., ROUSSEAU, B., SANTIC, T., SMITS, D. **The Adaptive Hypermedia Architecture**. Proceedings of the ACM Hypertext Conference (pp.81-84). Nottingham:UK, 2003

STASH, Natalia. **Incorporating Cognitive Styles in AHA!**. Proceedings of the IASTED International Conference. WEB-BASED EDUCATION, 2004.

STASH, Natalia. **Learning Styles Adaptation Language for Adaptive Hypermedia**. Proceedings of AH'2006 Conference, Dublin, Ireland, June 2006, pp.323-327

STYNES, Paul; CONLAN, Owen. **Architectural framework for the composition and delivery of adaptive educational support services**. Proceedings of Workshops held at the Fourth International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Dublin, 2006

STURM, Jake. **Developing Web Systems with UML**. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc, 2004.

TERÊNCIO, Douglas; BRUNETTO, Maria Angélica. **Reengenharia de Software do Ambiente AdaptWeb**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual de Londrina, 2005.

TRIANAFILLOU, E., POMPORTSIS, A., & GEORGIADOU, E. (2002). **AES-CS: Adaptive Educational System based on Cognitive Styles**. Paper presented at the Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems, May 29-31, 2002, Malaga, Spain.

TYLER, Ralph W. **Princípios Básicos de Currículo e Ensino**. Rio de Janeiro: Editora Globo, 10ª ed, 1949.

ULBRICHT, Vânia e BUGAY, Edson L. e R. **Hipermídia**. Florianópolis: Bookstore, 2000.

ULBRICHT, V. R. ; MACEDO, Cláudia Mara Scudelari de. **Ambiente hipermídia para o estudo das curvas cíclicas**. Educação gráfica, Baurú, v. 9, p. 35-42, 2006.

VALLEJO, P.M. **Manual de avaliação escolar**. Coimbra: Almedina, 1979.

VANZIN, Tarcísio. **TEHCo – Modelo de Ambientes Hipermídia com tratamento de erros, apoiado na teoria da cognição situada**. PPGE: Tese de doutorado, 2005.

VANZIN, Tarcísio ; ULBRICHT, V. R. . Tratamento dos Erros Humanos em Ambientes de Aprendizagem Mediados por Computador . **In: 4Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade, Design de Interfaces e Interação Homem-Computador**, 2005, Rio de Janeiro. Anais do 4Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade, Design de Interfaces e Interação Homem-Computador. Rio de Janeiro : LEUI/PUC, 2005. v. 1.

VICCARI, Rosa M.; MUSA, Daniela Leal; BICA, Francine; OLIVEIRA, José Palazzo - **Agente para auxílio à avaliação de aprendizagem em ambientes de ensino na web**, In:XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE 2001, Vitória. Anais, Novembro/2001.

VIEIRA, Josiane Wandelinde ; ALVES, João Bosco da Mota ; ULBRICHT, V. R. . Geometria Descritiva para alunos surdos usuário de LIBRAS. In: **Graphica 2005- 17 Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico / VI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Designca**, 2005, Recife. Anais do Graphica 2005, 2005. v. 1.

WARPECHOWSKI, Mariusa; OLIVEIRA, Jose Palazzo Moreira de. **Obtenção de Metadados de Objetos de Aprendizagem no AdaptWeb**. In: I ESCOLA REGIONAL DE BANCO DE DADOS, 8-9 DE ABRIL, 2005, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: SBC, 2005. v. 1, p. 61-66.

WEBB, B.; NEWMAN, D.R.; COCHRANE C. Towards a methodology for evaluating the quality of student learning in a computer-mediated conferencing environment. In G. Gibb (Ed.), **Improving student learning: theory and practice** (pp. 329-339). Oxford, U.K.: Oxford Centre for Staff Development, Oxford Brookes University, 1994.

WILLIAMS, Fionán Peter. **Visualising Narrative Structures in Personalised e-Learning Systems**. Dissertação, Universidade de Dublin. Mestrado em Ciência da Computação. May 2006

WITKIN, Herman A.; GOODENOUGH, Donald. **Cognitive styles—essence and origins: Field dependence and field independence**. New York: International Universities. 1981.

WOLF, C. **iWeaver: Towards an Interactive Web-Based Adaptive Learning Environment to Address Individual Learning Styles**, 2002. Disponível por <http://www.adaptivelearning.net/media/html/iWeaver.htm>. Acessado em: abr. 2007.

WU, H., HOUBEN, G.J., DE BRA, P., **AHAM: A Reference Model to Support Adaptive Hypermedia Authoring**, Proceedings of the "Zesde Interdisciplinaire Conferentie Informatiewetenschap", pp. 77- 88, Antwerp, 1998. Disponível em: <<http://www.wis.win.tue.nl/~debra/infwet98/paper.pdf>>. Acesso em: abr. 2006.

WU, H. **A Reference Architecture for Adaptive Hypermedia Applications**, Tese de Doutorado, Eindhoven University of Technology, The Netherlands, ISBN 90-386-0572-2, 2003.

WU, H.; DE BRA, P. **Sufficient Conditions for Well-Behaved Adaptive Hypermedia Systems**. In: WEB INTELLIGENCE: RESEARCH AND DEVELOPMENT, ASIA-PACIFIC CONFERENCE, WI, 1., 2001, Maebashi City, Japan. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 2001.

WU, Xing; Chen, Jin. **Modeling a web-based remote monitoring and fault diagnosis system with UML and component technology**. Journal of Intelligent Information Systems; Springer Netherlands, 2006.

ZAINA, Luciana. A. M, (2001). **Analysis of Distance Education Environments**. In: Proceedings of INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY

BASED HIGER EDUCATION AND TRAINING, Kumamoto: Japão. Disponível em: <http://www.eecs.kumamoto-u.ac.jp/ITHET01/proceedings.htm>. Acesso em 25 de março de 2005.

ZAINA, Luciana. A. M. **Acompanhamento do Aprendizado do Aluno em cursos a Distância Através da WEB: Metodologias e Ferramenta**. Programa de Pós-graduação da Escola Politécnica da USP. Dissertação de Mestrado, 2002.

ZANCHETT, Pedro. **Sistemas de Hipermídia Adaptativa como suporte à orientação de usuários idosos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil., 2006

ZHANG, Gefei., KOCH, Nora. **Aspect-Oriented Modeling of Access Control in Web Applications**, 2005. Disponível por: www.pst.ifi.lmu.de/veroeffentlichungen/zhang-et-al:waom:2005.pdf

ZHANG, Gefei. **Towards Aspect-Oriented Class Diagrams**. *Proc. 12th Asia-Pacific Software Engineering Conf. (APSEC'05)*, pages 763-768. IEEE, 2005.