

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA  
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ANDRESSA CAROLINE PORTES DA CUNHA

**MODELO DE MEDIAÇÃO EM AMBIENTE VIRTUAL DE  
APRENDIZAGEM**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Curitiba  
2013

ANDRESSA CAROLINE PORTES DA CUNHA

**MODELO DE MEDIAÇÃO EM AMBIENTE VIRTUAL DE  
APRENDIZAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso do Bacharelado em Sistemas de Informação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marília A. Amaral.

Curitiba  
2013

## **RESUMO**

Ambientes Virtuais de Aprendizagem vêm sendo cada vez mais utilizados com o intuito de promover a Educação à Distância, seja através de cursos exclusivamente on-line, semipresenciais ou até mesmo dando suporte a atividades presenciais. Contudo, muitas instâncias de cursos reproduzem os ineficazes métodos utilizados em cursos presenciais, agindo como simples retransmissores de conhecimento e desconsiderando o perfil de seus usuários. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo elaborar um modelo de mediação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem com base nas diretrizes de sistemas Hipermedia Adaptativa, focando nas características do usuário. Este documento traz a descrição dos procedimentos necessários ao desenvolvimento do modelo.

## **ABSTRACT**

Virtual Learning Environments are being increasingly used in order to promote distance education, through courses exclusively online, semi-distance or even supporting classroom activities. However, many instances of courses reproduce ineffective methods used in classroom courses, acting as simple relays knowledge and disregarding the profile of its users. Thus, the present study aimed to develop a mediation model for Virtual Learning Environments based on Adaptive Hypermedia systems policies, focusing on the characteristics of the user. This document provides a description of the procedures required for the development of the model.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Gerações da Educação à Distância.....	13
Figura 2- Categorias dos AVAs .....	18
Figura 3 - Arquitetura geral dos Tutores Inteligentes .....	30
Figura 4 - <i>Loop</i> clássico "Modelagem de Usuários - adaptação" em Sistemas Adaptativos.....	33
Figura 5 - Taxonomia de Tecnologias HA .....	36
Figura 6 - Arquitetura do Modelo Dexter .....	43
Figura 7 - O Modelo AHAM .....	44
Figura 8 - Arquitetura do Modelo de Munich.....	45
Figura 9 - Caso de Uso 1 - Visão geral do modelo.....	64
Figura 10 - Caso de Uso 2 - Aluno Dependente .....	65
Figura 11 - Caso de Uso 3 - Aluno Independente.....	66
Figura 12 - Caso de Uso 4 - Aluno Divergente .....	66
Figura 13 - Caso de Uso 5 - Aluno Convergente.....	67
Figura 14 - Diagrama de Atividades.....	68
Figura 15 - Adaptação do Modelo de Referência de Munich.....	69
Figura 16 - Visão do curso criado no AVA Moodle.....	71
Figura 17 - Questionário Estilo Cognitivo.....	71
Figura 18 - Comando SQL para criação de campo na Tabela <i>mdl_user</i> .....	73
Figura 19 - Tabela <i>mdl_user</i> .....	73
Figura 20 - Diagrama de Classes .....	74
Figura 21 - Adaptação de conteúdo para usuário Divergente.....	75
Figura 22 - EC dos alunos que realizaram o teste.....	78

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Ferramentas dos AVAs.....	21
Quadro 2 - Métodos e Técnicas de Adaptação de Conteúdos .....	39
Quadro 3 - Métodos e Técnicas de Navegação Adaptativa .....	42
Quadro 4 - Características do usuário consideradas nos sistemas HA analisados.....	53
Quadro 5 - Técnicas de apresentação e navegação aplicadas nos sistemas HA analisados .....	53
Quadro 6 - Estilos Cognitivos contemplando distintas Mídias.....	59
Quadro 7 - Mídias x Estilos Cognitivos.....	60
Quadro 8 - Estilos Cognitivos x Mídias x Adaptação.....	61
Quadro 9 - Categorização dos itens da escala de acordo com a dimensão de estilo cognitivo ....	62
Quadro 10 - Descrição do Caso de Uso 1 .....	65
Quadro 11 – Descrição Generalizada dos Casos de Uso 2, 3, 4 e 5 .....	67
Quadro 12 - Tabelas do ambiente Moodle utilizadas .....	72
Quadro 13 - Adaptação do Conteúdo aos Estilos Cognitivos.....	77

**LISTA DE SIGLAS**

AHA	<i>Adaptive Hypermedia Architecture</i>
AHAM	<i>Adaptive Hypermedia Application Model</i>
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
EAD	Educação à Distância
EC	Estilo Cognitivo
ELM-ART	<i>Episodic Learner Model - Adaptive Remote Tutor</i>
ELM-PE	<i>Episodic Learner Model</i>
HA	Hipermídia Adaptativa
IHC	Interação Humano-Computador
IP	<i>Internet Protocol</i>
MOODLE	<i>Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment</i>
MySQL	<i>My Structured Query Language</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
STI	Sistemas Tutores Inteligentes
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Educação à Distância.....</b>	<b>13</b>
2.1	Definição de Educação à Distância .....	14
2.2	Ambientes Virtuais de Aprendizagem .....	15
2.2.1	Conceitos em EAD e AVAs .....	17
2.2.2	Exemplos de AVAs.....	20
<b>3</b>	<b>Design de Interação .....</b>	<b>23</b>
3.1	Interação .....	23
3.2	Interação Humano-Computador .....	24
3.3	Conceito e Processo de Design de Interação.....	25
3.3.1	Processo de Design de Interação.....	26
<b>4</b>	<b>Sistemas Hipermedia Adaptativa .....</b>	<b>29</b>
4.1	Sistemas Tutores Inteligentes.....	29
4.2	Definições sobre sistemas Hipermedia Adaptativa.....	32
4.3	Características do Usuário.....	34
4.4	Níveis de Adaptação.....	35
4.4.1	Apresentação adaptativa .....	36
4.4.2	Navegação Adaptativa .....	37
4.5	Técnicas e Métodos da HA .....	37
4.5.1	Métodos e Técnicas de Adaptação de Conteúdos.....	37
4.5.2	Métodos e Técnicas de Navegação Adaptativa .....	39
4.6	Modelos de Referência para Sistemas HA.....	42
4.6.1	Dexter.....	42
4.6.2	AHAM .....	43

4.6.3	Munich .....	45
4.7	Exemplos de Sistemas HA .....	46
<b>5</b>	<b>Desenvolvimento .....</b>	<b>54</b>
5.1	Levantamento de Requisitos .....	55
5.1.1	Requisitos Funcionais .....	56
5.1.2	Requisitos não funcionais .....	56
5.2	Desenvolvimento do Modelo .....	56
5.2.1	Estilos Cognitivos .....	57
5.2.2	Estilos Cognitivos x Mídias x Adaptação .....	59
5.2.3	Sondagem Inicial .....	61
5.3	Modelo de Mediação .....	63
5.3.1	Diagrama de Casos de Uso .....	63
5.3.2	Diagrama de Atividades.....	68
5.4	Aplicação do Modelo no Ambiente MOODLE .....	70
5.4.1	Base de dados do Moodle .....	72
5.4.2	Programa em linguagem Java .....	73
5.5	Experiência do Usuário .....	77
<b>6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>79</b>
6.1	Trabalhos Futuros.....	80
<b>7</b>	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Educação à Distância (EAD) corresponde a uma modalidade de ensino cujas principais características compreendem a separação física entre o professor e o aluno e a utilização de algum tipo de mídia (texto, vídeo, áudio, gráficos) para intermediar a comunicação (MACHADO; MIRANDA, 2006).

Entretanto, muitas instâncias de cursos na modalidade à distância reproduzem os ineficazes métodos que são utilizados nos cursos presenciais (JONASSEN, 1996), agindo como simples retransmissores de conhecimento e desconsiderando o perfil de seus usuários (MACHADO; MIRANDA, 2006). Deste modo, faz-se necessária a realização de mudanças significativas nas práticas educacionais, resultando na construção de ambientes que favoreçam o desenvolvimento das competências e habilidades do aluno, respeitem o ritmo de cada aprendiz (BEHAR, 2009) e proporcionem a oportunidade de interação entre os estudantes (JONASSEN, 1996).

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo elaborar um modelo de mediação para ambientes virtuais de aprendizagem tendo por base as diretrizes de sistemas Hipermídia Adaptativa com foco nas características do usuário. Como objetivos específicos inerentes a este trabalho, tem-se:

- Estudar Educação à Distância;
- Estudar Design de Interação;
- Estudar sistemas Hipermídia Adaptativa;
- Estudar características, expectativas e experiências de usuários de ambientes virtuais de aprendizagem;
- Estudar modelos de referência em ambientes virtuais de aprendizagem;
- Estudar Estilos Cognitivos;
- Definição de linguagem para descrição do modelo de mediação;
- Definição do modelo de mediação;
- Validação do modelo de mediação em um ambiente virtual de aprendizagem.

A efetivação do modelo proposto neste trabalho é importante para fornecer apoio a professores e alunos. Aos primeiros no sentido de modificar sua função, passando de orientadores

a mediadores da aprendizagem; aos segundos, incentivando-os a agir de modo participativo, colaborativo, interativo e comprometido, visando construir o máximo possível de conhecimento nos cursos ofertados a distância. Também é relevante quanto à geração de distintas formas de interação entre alunos-alunos, professor-aluno, aluno-ambiente e professor-ambiente e para buscar minimizar as desistências nos cursos de EAD.

O modelo gerado pode ser replicado em qualquer curso que faça uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, seja para promover o ensino na modalidade semipresencial ou totalmente a distância. Para expor sua validação, este foi aplicado no ambiente virtual de aprendizagem Moodle, tendo por base a disciplina Sistemas Operacionais do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Alguns alunos que já cursaram a disciplina fizeram uso do ambiente, testando o modelo desenvolvido.

A seguir é apresentada a organização do presente trabalho, destacando os principais assuntos abordados em cada capítulo:

- Capítulo 2 (Educação à Distância): após um breve histórico sobre Educação à Distância, o capítulo apresenta a definição do conceito, bem como um estudo sobre Ambientes Virtuais de Aprendizagem, assuntos cujo entendimento se faz essencial para o desenvolvimento do modelo;
- Capítulo 3 (Design de Interação): este capítulo aborda a relação entre homem e computador – extremamente presente nos cursos que fazem uso da Educação à Distância – indicando um processo a ser seguido para desenvolver sistemas que priorizem o usuário;
- Capítulo 4 (Sistemas Hiperídia Adaptativa): apresenta um rico embasamento para promover a adaptação, em termos de características do usuário a serem consideradas, bem como ferramentas que podem ser manipuladas e adaptáveis. Além disso, o capítulo expõe modelos de referência e exemplos de sistemas Hiperídia Adaptativa;
- Capítulo 5 (Desenvolvimento): exhibe as etapas necessárias para que o modelo idealizado pudesse ser confeccionado, incluindo levantamento de requisitos, estudo sobre Estilos Cognitivos e diagramas de casos de uso e atividades. Ainda discorre sobre a aplicação e validação do modelo no ambiente Moodle;

- ° Capítulo 6 (Conclusões): este capítulo sintetiza todas as conclusões levantadas durante todo o desenvolvimento deste projeto, além de apresentar opções de trabalhos futuros relacionados ao presente trabalho desenvolvido;
- ° Capítulo 7 (Referências Bibliográficas): por fim, neste capítulo são exibidas todas as referências bibliográficas que foram consultadas e estudadas para embasar a pesquisa e desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso.

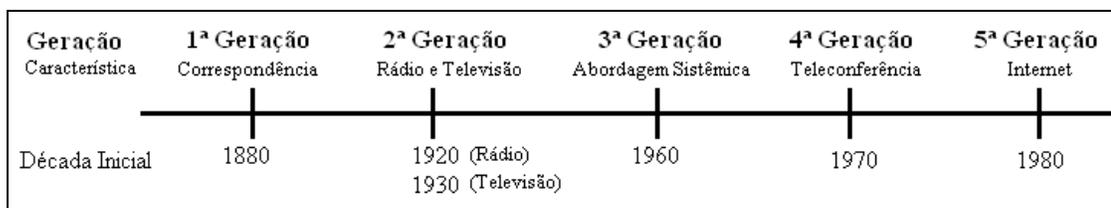
Deste modo, o capítulo seguinte destina-se à abordagem dos conceitos Educação à Distância e Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

## 2 EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Acesso crescente a oportunidades de aprendizado e treinamento, oportunidades para atualização de aptidões, apoio à qualidade das estruturas educacionais existentes, melhora à capacitação do sistema educacional, nivelamento de desigualdades entre níveis etários, combinação de educação com trabalho e vida familiar. Estas representam apenas algumas das necessidades que justificam o interesse cada vez maior por parte dos responsáveis por políticas em nível institucional e governamental na Educação à Distância (MOORE; KEARSLEY, 2007).

O surgimento da modalidade de EAD, todavia, esteve estreitamente relacionado à necessidade de preparar profissionalmente àqueles que pertenciam a camadas sociais menos privilegiadas economicamente, proporcionando-lhes acesso ao sistema formal de ensino (GOMES, 2009). Sua evolução caracterizou-se pelo uso das distintas tecnologias disponíveis ao longo do tempo, permitindo fragmentar seu desenvolvimento em cinco gerações (MOORE; KEARSLEY, 2007).

A primeira geração de EAD promovia o ensino através de correspondência. Em uma segunda etapa, a educação foi proporcionada por meio do rádio e da televisão. Já a terceira geração não se caracterizou pela tecnologia da comunicação, mas especialmente pela imposição de uma visão sistêmica ao processo de EAD. A quarta geração distinguiu-se pela utilização de áudio e videoconferência transmitidos por telefone, satélite, cabo e redes de computadores. Por fim, a geração atual envolve ensino e aprendizagem *on-line*, tendo por base as tecnologias da Internet. A Figura 1 ilustra as gerações de EAD demarcadas em uma linha do tempo, sinalizando as décadas nas quais cada geração iniciou (MOORE; KEARSLEY, 2007).



**Figura 1 - Gerações da Educação à Distância**  
**Fonte: A autoria Própria.**

Tendo em vista a diversidade de definições que o termo Educação à Distância possui, a seção seguinte é destinada à apresentação dos principais conceitos acerca da modalidade.

## 2.1 DEFINIÇÃO DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

O termo Educação à Distância possui diversas definições. Otto Peters, Børge Holmberg e Michael Moore foram os primeiros autores a conceituarem o termo, na década de 70, seguidos por Desmond Keegan, o qual buscou sintetizar as definições anteriormente elaboradas. Destaca-se ainda Greville Rumble, caracterizado por afirmar que a separação do professor e do estudante, encontrado em muitas definições, é elemento central para conceituar educação à distância (STOVER, 2002). Deste modo, o presente trabalho utilizou as definições de EAD propostas por estes autores.

De acordo com Peters (1973 apud LIMA, 2003), EAD é uma forma industrializada de ensinar e aprender, visto que corresponde a um método racional de compartilhar conhecimentos, atitudes e habilidades por meio da aplicação da divisão do trabalho e de princípios organizacionais, bem como pelo uso extensivo de meios de comunicação. Deste modo, torna-se possível instruir um grande número de estudantes ao mesmo tempo (LIMA, 2003).

Já Holmberg (1977 apud LIMA, 2003), enfatiza a ausência de supervisão, contínua ou imediata, de tutores presentes com seus alunos em um mesmo local. Para o autor, a educação à distância se beneficia do planejamento, direção e instrução da organização do ensino (LIMA, 2003).

A definição de Moore (1973 apud LIMA, 2003) para EAD descreve que o termo corresponde a um conjunto de métodos instrucionais nos quais as ações dos professores são executadas à parte das ações dos alunos (LIMA, 2003). Normalmente ocorre em um local diferente do ensino, exigindo técnicas especiais de criação do curso e de instrução, comunicação por meio de várias tecnologias e disposições organizacionais e administrativas especiais (MOORE; KEARSLEY, 2007).

Conforme citado anteriormente, Keegan foi o autor que sumarizou os elementos considerados por ele centrais nas definições anteriores de EAD. Logo, os principais aspectos de EAD levantados por Keegan (1986 apud STOVER, 2002) são: quase permanente separação física entre professor e aluno durante todo o processo de aprendizagem; uma organização educacional que fornece planejamento, preparação de materiais de aprendizagem e suporte ao estudante; utilização de meios técnicos para unir professor e aluno e levar o conteúdo do curso;

comunicação bidirecional que permite ao aluno iniciar o diálogo a ausência quase permanente do grupo de aprendizagem (STOVER, 2002).

Por fim, Rumble (1989 apud STOVER, 2002) ressaltou os seguintes elementos como sendo essenciais na EAD: existência de um professor, um ou mais alunos e um curso; separação física entre professor e aluno; separação física dos alunos e da instituição (opcional); contrato entre professor e aluno, exigindo que o aluno seja ensinado, avaliado, orientado e preparado para exames por meio de uma comunicação bidirecional. Neste aspecto, Rumble destaca a importância do estabelecimento da comunicação de mão dupla, uma vez que professor e aluno não se encontram no mesmo ambiente fisicamente e necessitam de meios que possibilitem a comunicação entre eles (STOVER, 2002).

A seguinte seção discorre sobre os ambientes que propiciam a realização de cursos à distância, fornecendo espaços de interação entre os sujeitos que participam do processo de EAD.

## 2.2 AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Possuindo distintas terminologias na literatura nacional, tais como: Ambiente Digital de Aprendizagem, Aprendizagem Baseada na Internet, Educação ou Aprendizagem *Online*, Sala de Aula Virtual, Sistemas Gerenciadores de Educação à Distância e *Software* de Aprendizagem Colaborativa (PEREIRA et al, 2007; VIEIRA; LUCIANO, 2002), ou ainda: *Virtual Learning Environments*, *e-learning*, *Internet Learning*, *Distributed Learning*, *Networked Learning*, *Web-based Learning*, *Computer-assisted Learning*, *Online Learning*, *Learning Management Systems* e *Distance Learning* na literatura internacional (PEREIRA et al, 2007; ALLY, 2004), há uma dificuldade em impor uma definição simples e única para Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) (ALLY, 2004; MILLIGAN, 1999). Logo, no decorrer desta seção, são apresentadas algumas das diversas definições que constam na literatura.

Para Khan (1997), AVAs correspondem a programas baseados em hipermídia educacional que utilizam os recursos da Internet com o intuito de criar um ambiente no qual a aprendizagem seja estimulada e apoiada (KHAN, 1997).

De modo semelhante, Milligan (1999) e McKimm et al (2003) definiram AVAs como um pacote de *software* projetado para gerenciar e administrar o processo de ensino-

aprendizagem. Logo, alguns dos objetivos dos AVAs consistem em: organizar e disponibilizar conteúdos, acompanhar o estudante e suas atividades, fornecer suporte *on-line* e avaliar o processo de ensino-aprendizagem (MILLIGAN, 1999; MCKIMM et al, 2003). McKimm et al (2003) ainda enfatiza que o aluno deve ser o foco dos cursos que utilizam ambientes virtuais, sendo a tecnologia apenas um suporte no processo de ensino-aprendizagem (MCKIMM et al, 2003).

Seguindo esta linha de pensamento, Pereira et al (2007) indica que a qualidade do processo educativo em AVAs não é responsabilidade apenas do ambiente utilizado, mas especialmente do envolvimento do aprendiz, da proposta pedagógica, dos materiais veiculados, da estrutura e qualidade de professores, tutores, monitores e equipe técnica, bem como das ferramentas e recursos tecnológicos utilizados no ambiente (PEREIRA et al, 2007).

Por fim, destacando o processo de interação, Behar (2009) define AVAs como um espaço na Internet formado pelos sujeitos e suas interações e formas de comunicação que se estabelecem por meio de uma plataforma (infraestrutura tecnológica composta pelas funcionalidades e interface gráfica), tendo como foco principal a aprendizagem (BEHAR, 2009).

Expostas as definições acima, destacam-se alguns aspectos presentes em todas as definições e que caracterizam, de forma sintetizada, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem: intuito de mediar o processo de ensino-aprendizagem, foco no aprendiz, utilização da Internet para possibilitar o acesso a materiais e conteúdos, gerenciamento dos processos administrativos e pedagógicos e interação entre os elementos que participam do processo.

Os AVAs podem ser empregados para permitir a realização de cursos exclusivamente *on-line*, bem como para dar suporte a cursos semipresenciais ou a atividades presenciais. Participar de um AVA implica em atuar sobre esse ambiente, expressando pensamentos, tomando decisões, dialogando e trocando informações e experiências (ALMEIDA, 2002).

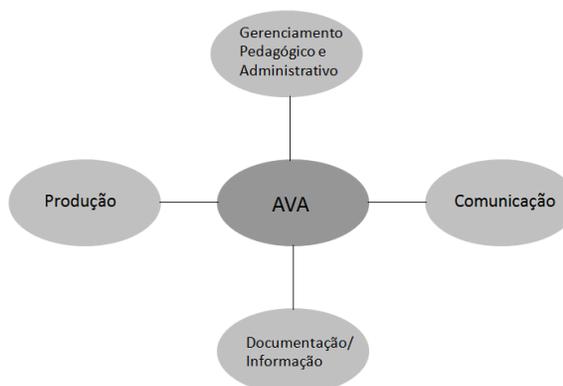
A seção seguinte detalha os AVAs em termos dos aspectos: classificações, instrumentos utilizados para apoiar o processo de EAD e tipos de mediações que estes ambientes instigam.

### 2.2.1 Conceitos em EAD e AVAs

De acordo com Orbolato (2005), os ambientes que promovem EAD podem ser classificados segundo diversos aspectos, tais como:

- Objetivo de informar ou formar o estudante: no primeiro o importante é disponibilizar conteúdos, não havendo exigência de pré-requisitos e certificação de estudos. Já quando o objetivo é formar estudantes, ocorrem controles mais rígidos como matrículas, avaliações e certificações;
- Mediados ou não mediados por tutor: quando o curso é ministrado e acompanhado por um tutor diz-se ser um curso mediado por tutor. Já quando não existe a figura do tutor, tem-se um curso não mediado por tutor (como em cursos via CD-ROMs ou material impresso);
- Individuais ou em grupo: em cursos individuais o aluno não tem interação com outros colegas, já nos cursos em grupo ocorre a interação entre os alunos;
- Estudantes passivos ou estudantes ativos: os primeiros apenas recebem as informações das aulas, enquanto os estudantes ativos realizam atividades como trabalhos, provas e interações com os demais alunos;
- Síncronos ou assíncronos: quando ocorre a exigência da participação simultânea de todos os estudantes e professores tem-se um curso síncrono, entretanto, se não houver a exigência da participação simultânea de estudantes e professores – não precisam comunicar-se no mesmo instante –, trata-se de um curso assíncrono.

Os recursos tecnológicos e ferramentas utilizados pelos AVAs para apoiar o processo de EAD foram indicados por Milligan (1999) e também por Pereira et al (2007), o qual segmentou os recursos em quatro categorias, apresentado na Figura 2- Categorias dos AVAs. A seguir cada categoria é explanada.



**Figura 2- Categorias dos AVAs**  
**Fonte: PEREIRA et al, 2007**

**Documentação/Informação** visa expor as informações institucionais do curso, difundir conteúdos e materiais didáticos, realizar *upload* e *download* de documentos e oferecer suporte ao uso do ambiente. Pode agrupar os seguintes elementos: hiperlinks de conteúdo em *HTML*, catálogo de cursos, agenda do curso para o controle de atividades, servidor de arquivos para inserção e gerenciamento de documentos, ferramentas de ajuda (como tutoriais), mapa do site e sistemas de buscas, glossário, portfólio (espaço para armazenamento de arquivos do aluno em relação ao desenvolvimento de seus trabalhos no curso) (PEREIRA et al, 2007).

O eixo **comunicação** provê o diálogo entre os participantes, seja de modo síncrono ou assíncrono (PEREIRA et al, 2007; MILLIGAN, 1999). Dentre as ferramentas síncronas destacam-se (ORBOLATO, 2005):

- Bate-Papo ou Chat: permite discussões interativas entre duas ou mais pessoas por meio de mensagens em forma de texto;
- Videoconferência: os usuários podem comunicar-se através de áudio e vídeo, utilizando uma câmera, microfone e alto-falantes instalados no computador;
- Quadro-Branco: corresponde a um local compartilhado remotamente no qual os alunos podem desenhar, inserir imagens, fazer anotações e escrever textos;
- Controle Remoto: possibilita que um usuário controle remotamente o mouse de outro usuário. Pode ser útil para que o professor indique ao aluno como utilizar um *software*, fazer uma operação, etc.

Com relação às ferramentas que permitem a comunicação assíncrona, as mais utilizadas são (ORBOLATO, 2005):

- Correio Eletrônico (*e-mail*): permite a troca de mensagens escritas e o envio de arquivos anexados às mensagens. As mensagens recebidas ficam armazenadas na caixa postal do usuário, o qual pode consultá-las no momento em que desejar;
- Listas de Discussão: baseia-se no correio eletrônico, porém o remetente pode enviar a mesma mensagem para um grupo de pessoas. Pode ser utilizado para que o professor comunique-se com seus alunos, por exemplo;
- Fórum de Discussão: os usuários enviam mensagens que permanecem armazenadas em uma página Web comum;
- Mural Eletrônico de Avisos: podem-se depositar mensagens para que estas sejam vistas por todos que acessarem o mural;

**Gerenciamento pedagógico e administrativo** controla o funcionamento, andamento e desenvolvimento do curso. O âmbito pedagógico permite acesso a: notas de trabalhos e exercícios, trabalhos e exercícios desenvolvidos, histórico de conteúdos visitados, número de participações em fóruns e *chats*. Já o cunho administrativo é composto por: sistema para avaliação, publicação de notas e histórico de disciplinas cursadas, sistema de controle de cadastro, agenda de cursos para anotação e controle de atividades, criação e controle de cursos (PEREIRA et al, 2007; MILLIGAN, 1999).

Finalmente, **produção** é o eixo que permite desenvolver atividades e resolver problemas dentro do ambiente. Apresenta: editor *online* para o desenvolvedor alterar o conteúdo ou a estrutura *html*, dos textos e das figuras; diário de resolução de atividades; conjunto de atividades, tarefas e problemas; aplicativos específicos, como laboratórios interativos (PEREIRA et al, 2007).

Cabe ressaltar, conforme Pereira et al (2007), que um AVA pode ser composto por todos ou alguns dos recursos citados, não sendo a quantidade um fator determinante, mas sim a qualidade e aplicabilidade dos instrumentos selecionados no processo de ensino-aprendizagem (PEREIRA et al, 2007).

Para Rodrigues (2006), o termo mediação, especificamente nos processos de EAD, implica na compreensão das

diferenças entre as formas de organização e as relações de tempos e espaços no ato de ensinar e de aprender de maneira colaborativa ou não, bem como o deslocamento das relações e a produção dessas do plano da “presencialidade” corpórea para a distância espacial (RODRIGUES, 2006).

Portanto, nos ambientes de EAD, por parte dos alunos, a mediação pode ocorrer em quatro situações distintas: com o tutor/professor/instrutor, com os demais alunos, com o conteúdo e com as tecnologias. Na **mediação aluno-tutor/professor/instrutor**, alunos e tutores podem comunicar-se por meio de distintos canais de comunicação, os quais variam de acordo com a estrutura do curso, podendo ser meios síncronos e assíncronos (JENSEN, 1998).

Enquanto o diálogo entre alunos nas salas de aulas é natural e fundamental para o processo de socialização e formação da identidade de pertencimento a um grupo de estudantes, a integração entre alunos de EAD corresponde a uma situação relativamente nova. Logo, a **mediação aluno-aluno** tornou-se possível graças às tecnologias que permitem comunicação bidirecional, normalmente realizadas de modo assíncrono, visando dar flexibilidade de tempo e espaço para os alunos de EAD (JENSEN, 1998).

A **mediação aluno-conteúdo** torna-se relevante quanto à promoção do aprendizado. Tendo em vista que os meios empregados para exposição dos conteúdos afetam diretamente o interesse do aluno em realizar maior ou menor interação, as mídias devem ser utilizadas de forma a motivar e inspirar a reflexão por parte dos alunos sobre o conteúdo, visando proporcionar a interação (JENSEN, 1998).

Por fim, na **mediação aluno-tecnologias**, a aplicação de tecnologias cada vez mais sofisticadas nos processos de EAD deve ser considerada de modo que estas venham a favor do aluno, proporcionando-lhe um meio de aprendizagem, ao invés de atrapalhar o processo educativo (JENSEN, 1998).

Citados os principais aspectos relativos à AVAs, a seção seguinte apresenta alguns exemplos de ambientes existentes.

### 2.2.2 Exemplos de AVAs

Os principais exemplos de AVAs mencionados na literatura são: Alice, Amadeus, AulaNet, Blackboard, Claroline, E-proinfo, FirstClass Classrooms, Moodle, Planeta Rooda, ROODA, SOLAR, Teleduc, TopClass, Virtual-U, WBT Systems, WebCT, entre outros, provenientes tanto de ambientes acadêmicos quanto comerciais (AMARAL, 2008; BARBOSA, 2005; BEHAR, 2009; MEHLECKE, TAROUÇO, 2003; VALENTINI, SOARES, 2005).

Apesar da diversidade de ambientes existentes, em geral todos compartilham tecnologias comuns (BEHAR, 2009). Isto pode ser constatado no Quadro 1 - Ferramentas dos AVAs, o qual sinaliza a presença das principais tecnologias passíveis de AVAs (conforme descrito na seção 2.2.1) com os exemplos de AVAs acima descritos. A marcação “X” indica que o ambiente disponibiliza a tecnologia em questão, enquanto o marcador “-” representa a ausência daquela tecnologia no ambiente.

Ambiente \ Tecnologia	AulaNet <sup>1</sup>	Claroline <sup>2</sup>	e-ProInfo <sup>3</sup>	Moodle <sup>4</sup>	Rooda <sup>5</sup>	Teleduc <sup>6</sup>	WebCT <sup>7</sup>
Acompanhamento do Aluno	X	X	X	X	X	X	X
Agenda do Curso	X	X	X	X	X	X	X
Bate Papo/Chat	X	X	X	X	X	X	X
Biblioteca	-	X	X	-	X	-	-
Diário de Bordo	-	-	X	X	X	X	X
E-mail	X	-	X	-	-	X	X
Fórum de Discussão	X	X	X	X	X	X	X
Glossário	-	-	X	X	-	-	X
Lista de Discussão	X	X	-	-	-	X	-
Mural de Avisos	X	X	X	-	X	X	X
Portfólio	-	-	X	-	-	X	-
Quadro-Branco	-	-	X (texto)	X (texto)	-	-	-
Tira Dúvidas	-	-	X	-	-	-	X

**Quadro 1 - Ferramentas dos AVAs**

Fonte: Autoria Própria.

A análise do Quadro 1 permite-nos constatar que os ambientes oferecem ferramentas para estimular a comunicação e interação entre os participantes. Contudo, tamanha diversidade de AVAs disponíveis faz com que a escolha do ambiente exija considerar o perfil do público alvo, as habilidades que ele já possui e quais precisará desenvolver (VIEIRA; LUCIANO, 2002). Além disso, devem ser selecionadas as funcionalidades de comunicação e interação que mais se adaptam ao curso que será ministrado (BEHAR, 2009).

<sup>1</sup> AulaNet – LMS pioneiro, inovador e completo. Disponível em: <<http://www.eduweb.com.br/aulanet/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

<sup>2</sup> Claroline – Learning Management System. Disponível em: <<http://www.claroline.net/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

<sup>3</sup> E-ProInfo – Ambiente Colaborativo de Aprendizagem. Disponível em: <<http://eproinfo.mec.gov.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

<sup>4</sup> Moodle. Site de Divulgação. Disponível em: <<http://moodle.org/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

<sup>5</sup> ROODA – Rede Cooperativa de Aprendizagem. Disponível em: <<https://www.ead.ufrgs.br/rooda>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

<sup>6</sup> Teleduc – Educação à Distância. Disponível em: <<http://hera.nied.unicamp.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

<sup>7</sup> O ambiente WebCT. Disponível em: <<http://www.webct.com/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

Diversos *softwares* de apoio à educação não alcançaram sucesso pelo fato de desconsiderar o perfil dos usuários, agindo como simples retransmissores de conhecimento. Deste modo torna-se evidente que as ferramentas computacionais auxiliares à EAD alcançarão o êxito quanto mais adaptáveis forem à capacidade individual de aprendizagem de cada estudante (MACHADO; MIRANDA, 2006).

Os conceitos expostos no presente capítulo são essenciais para compreender não só o contexto para o qual o modelo proposto neste trabalho será desenvolvido, mas também os assuntos que serão abordados ao longo dos capítulos seguintes.

Logo, a próxima etapa consiste no estudo de técnicas que permitam que o modelo proporcione a interação entre todos os membros envolvidos. Além disso, torna-se importante passar a considerar a relação que irá se estabelecer entre humanos e computador no processo de aprendizagem. Estes assuntos são abordados no capítulo 3, Design de Interação.

### 3 DESIGN DE INTERAÇÃO

No período que sucedeu a popularização da informática, havia pouca reflexão sobre a importância da interface para o manuseio dos computadores, visto que estes eram desenvolvidos e utilizados apenas por programadores e cientistas da computação (NOVAIS, 2009). Em um período seguinte (final da década de 70), surge o conceito de interação, entretanto relacionado apenas ao *hardware* e *software* com o qual homem e computador poderiam se comunicar. Foi a partir da metade da década de 80, com a popularização dos computadores, que o conceito de interação evoluiu à inclusão de aspectos cognitivos e emocionais do usuário (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003), fazendo com que a informática fosse buscar apoio em outras áreas como a Psicologia, a Ergonomia, Sociologia e o Design (NOVAIS, 2009).

Antes, porém, de aprofundar-se no estudo do Design de Interação, uma breve pesquisa sobre termos e assuntos relacionados foi realizada visando facilitar a compreensão. As seguintes seções discorrem sobre os temas investigados.

#### 3.1 INTERAÇÃO

Primo e Cassol (1999) afirmam que a interatividade é importante para embasar o estudo da comunicação mediada por computador, da educação à distância e de todas as áreas que suportam a interação homem-máquina e homem-homem por meio do computador. Entretanto, os mesmos autores defendem que os ambientes interativos mediados por computador só terão sucesso se, por trás de sua implementação, houver um conhecimento prévio sobre a interação homem-homem (PRIMO; CASSOL, 1999).

O processo de interação corresponde a uma ação proveniente de um início (necessidade ou problema) e que é destinada a um fim (solução). Partindo do princípio que o processo de ação ocorre entre entidades – um ator e outro(s) indivíduo(s) envolvido(s) –, a comunicação entre os pólos é considerada característica indispensável no processo de interação. Logo, a comunicação é, ao mesmo tempo, exigência para sustentar a interação e resultado da interação (BALES, 1950). Além do destaque à comunicação, cabe enfatizar que um processo interativo exige a presença de

pelo menos dois atores, visto que, se é necessária mais de uma pessoa para haver comunicação, a interação só ocorre na presença de duas ou mais pessoas (OUTING, 1998).

Sintetizando as colocações acima, Primo et al (1999) afirma que interação corresponde a uma ação que ocorre entre dois ou mais entes, afetando aquele que gerou a ação, o outro e também a relação existente entre eles (PRIMO; CASSOL, 1999). Na mesma linha de pensamento, Outing (1998) define interação em termos de uma conversa: um processo cíclico no qual dois atores, alternadamente, ouvem, pensam e falam (ou, em um vocabulário mais formal, estas ações correspondem à entrada, processamento e saída) (OUTING, 1998).

Definido o termo interação, torna-se possível discorrer sobre a interação que ocorre entre seres humanos e computador, verificável na seguinte seção.

### 3.2 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR

Na inexistência de uma definição única sobre a área, define-se Interação Humano-Computador (IHC) como uma disciplina voltada à “concepção, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles”, ou seja, considera o design de sistemas computacionais que auxiliem as pessoas de modo a executar suas atividades produtivamente e com segurança (DIX et al, 1998; HEWETT et al., 1992; PREECE, et al, 1994; ROCHA; BARANAUSKAS, 2003; ROGERS, 2004).

Para que seu objetivo se cumpra – sejam produzidos sistemas usáveis, seguros e confiáveis –, a IHC estende sua abrangência além do simples ajuste entre pessoas e tecnologia. Logo, considera uma abordagem que dê primazia a atores humanos individuais e suas perspectivas: valores, metas, atividades, eficiência e produtividade, aspectos sociais e organizacionais, entre outros (BANNON, 2011; WINOGRAD, 2011; ROGERS, 2004). Para tanto, diversas disciplinas contribuem na análise dos fatores humanos envolvidos durante a IHC, a saber: Psicologia, Ergonomia, Ciência da Computação, Inteligência Artificial, Linguística, Filosofia, Sociologia, Antropologia, Engenharia e Design (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Após estas definições, torna-se possível abordar o Design de Interação, trazendo sua definição e as atividades que este processo envolve.

### 3.3 CONCEITO E PROCESSO DE DESIGN DE INTERAÇÃO

O termo Design de Interação pode ser concebido a partir de três distintas abordagens (KOLKO, 2007): alguns autores consideram o papel do design na interação humano-computador, delimitando-o pela psicologia cognitiva e ciência da computação; outros exploram a criação de formas dimensionais, olhando para o valor estético e emocional fornecido pelas várias formas, composições ou arranjos de elementos. Por fim, há aqueles que consideram os aspectos mais teóricos e conceituais do Design de Interação, explorando interações que existem entre a tecnologia e a forma que são trazidos à realidade quando alguém usa um artefato (KOLKO, 2007).

Percebe-se que as abordagens, apesar de distintas, podem ser complementares. Deste modo, o presente trabalho contempla diversos aspectos do Design de Interação, cada qual pertencente a uma abordagem diferente, mas com o objetivo comum de proporcionar a compreensão mais abrangente e completa possível do Design de Interação.

Considerando-se que o vocábulo interação já foi definido anteriormente, na seção 3.1, torna-se conveniente definir o termo design. A partir de Preece et al (2005), pode ser compreendido como “um plano ou esquema concebido na mente, com o intuito de ser posteriormente executado” (PREECE et al, 2005 apud *Oxford English Dictionary*). Além disso, o termo envolve o surgimento de paralelo de perguntas e respostas, a atividade de exploração de alternativas possíveis e a síntese entre razão e emoção (LÖWGREN, 2002).

Conclui-se, então, que Design de Interação refere-se ao desenvolvimento de um plano/esquema amparado pelo uso que se espera de um produto, pelo seu domínio-alvo e por suas restrições práticas, conceitos estes que devem ser obtidos junto ao usuário (PREECE et al, 2005). Seu grande desafio consiste em combinar os aspectos práticos da engenharia, as preocupações humanas guiadas pelo design e as perspectivas atuais das ciências sociais (WINOGRAD, 1997). Cumprindo esta meta, seu escopo abre possibilidades para proporcionar, de fato, melhores experiências ao usuário, visto que considera seus sentimentos e questões estéticas – o que difere o Design de Interação da IHC (LÖWGREN, 2002; STOLTERMAN, 2008).

Logo, o Design de Interação instiga o desenvolvimento de artefatos por meio de uma abordagem centrada no usuário, característica esta que, aliada aos critérios de usabilidade

específicos (identificados e documentados para auxiliarem os designers na escolha dentre diversas alternativas do design) e iteração (auxilia no refinamento do design com base no *feedback*) compõem o grupo de características fundamentais do Design de Interação. Artefatos, neste contexto, são equivalentes a serviços ou sistemas (PREECE et al 2005), e esta correspondência deve ser considerada em todas as referências efetuadas ao termo produto no processo de Design de Interação ao longo deste trabalho.

O Design de Interação proporciona a criação de um diálogo entre uma pessoa e um artefato – serviço ou sistema – inseridos em um ambiente, geralmente compreendido por meio do comportamento (KOLKO, 2007; REIMANN, 2001).

### 3.3.1 Processo de Design de Interação

Preece et al (2005) propõem uma abordagem para o processo de Design de Interação envolvendo quatro atividades complementares e repetíveis (PREECE et al 2005), descritas a seguir.

**Identificar necessidades e estabelecer requisitos** é a atividade que implica, primeiramente, em definir os usuários e o extenso conjunto de indivíduos que serão afetados por esse sistema e que têm influência direta ou indireta nas necessidades desse sistema, conhecidos por *stakeholders*. A percepção das necessidades envolve a compreensão das características e capacidades dos usuários e *stakeholders*, o que estão tentando alcançar, o modo pelo qual fazem isso atualmente e se atingiriam seus objetivos mais facilmente caso recebessem outro tipo de suporte. Compreendendo as necessidades, torna-se possível realizar a coleta de requisitos, os quais correspondem a uma declaração que especifica o que um produto pretendido deve fazer ou como deve operar (PRESSMAN, 2005).

A próxima atividade consiste em **desenvolver designs alternativos** que preencham os requisitos, a qual depende especialmente da criatividade do designer e sua capacidade de observação, visto que as inovações frequentemente surgem a partir de ideias de aplicações diferentes para aquilo que já existe (PREECE et al, 2005).

**Construir versões interativas** dos designs é a atividade que permite a análise dos produtos em construção. À medida que as ideias do designer tornam-se mais elaboradas, as

versões interativas passam a constituir protótipos, uma representação limitada de um design que, por meio de sua interação com *stakeholders*, visa fornecer alguma experiência ao usuário de como utilizar o produto em um ambiente real e explorar os usos para ele imaginados (PREECE et al 2005).

Por fim, **avaliar o que está sendo construído** é a atividade que visa determinar a usabilidade – fator que garante que os produtos são fáceis de usar, eficientes e agradáveis do ponto de vista do usuário – e a aceitabilidade do design ou do produto final. A justificativa para a realização da avaliação está no fato de que o seguimento das recomendações para o processo de design não necessariamente garante uma boa usabilidade (PREECE et al 2005).

Percebe-se que as três últimas atividades do Design de Interação propostas por Preece et al (2005) estão estritamente relacionadas, visto que as alternativas propostas são avaliadas por meio das versões interativas dos designs e os resultados são utilizados para incrementar futuros designs (PREECE et al 2005).

Neste processo destaca-se a caracterização do Design de Interação especialmente pela centralidade do usuário ao longo do desenvolvimento de produtos. Deste modo, torna-se conveniente analisar os aspectos psicológicos e emocionais dos usuários que influenciam sua interação com produtos, focando especialmente o processo de aprendizagem por meio da interação humano-computador.

A revisão efetuada no presente capítulo permitiu constatar que o Design de Interação envolve diversos aspectos além de simplesmente proporcionar um diálogo entre pessoa e produto. Embora a interação esteja presente em diversas áreas do conhecimento, este trabalho enfoca a interação humano-computador, visto que é esta que ocorre no âmbito da informática, de modo especial na modalidade de EAD mediada por computador.

Neste contexto, destacam-se especialmente duas condições: a importância de desenvolver sistemas simples de manusear e que atendam de fato as expectativas do usuário – aqui a IHC recebe o apoio dos processos de Design de Interação, manifestando grande utilidade – e a necessidade de considerar os aspectos emocionais do usuário que afetam a interação com o computador – alicerçados sobre os princípios dos sistemas Hipermídia Adaptativa.

É importante destacar que na IHC (e por consequência no Design de Interação) o usuário é tomado como elemento central, visto que ele interage com o processo de desenvolvimento do produto desde sua concepção até enquanto perdurar a vida útil do produto. De modo similar,

conclui-se que os sistemas de EAD devem ser concebidos e aplicados tendo os usuários por essência, levando em consideração as características, necessidades e expectativas de cada aluno.

Portanto, o capítulo a seguir aborda os sistemas Hipermídia Adaptativa, os quais consideram as características dos usuários para promover a adaptatividade de sistemas.

## **4 SISTEMAS HIPERMÍDIA ADAPTATIVA**

Sistemas Hiperímia Adaptativa (HA) oferecem, de modo automatizado, acesso personalizado a informações hiperímia, de modo que a adaptatividade seja aplicada através da navegação e da apresentação do conteúdo, variando de acordo com o perfil do usuário. Sabendo-se que grande parte dos sistemas HA possui seu conteúdo disponibilizado na Internet, o desenvolvimento destes tipos de sistema torna-se complexo uma vez que existe uma grande quantidade de usuários com distintos perfis acessando a mesma informação (WU; DE BRA, 2001).

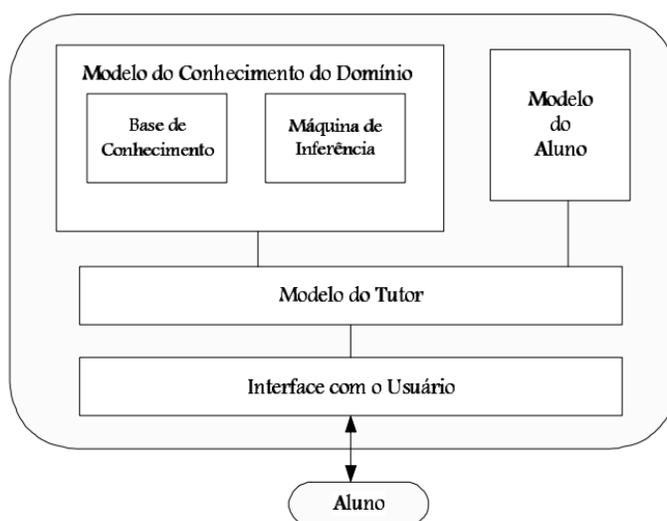
As seções 4.2 a 4.7 discorrem acerca de sistemas HA. Antes, porém, tornou-se necessário abordar os Sistemas Tutores Inteligentes (conforme seção 4.1), visto que estes fornecem uma base importante aos sistemas HA (KOCH, 2000).

### **4.1 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES**

Originados na década de 70 e resultantes da sobreposição de técnicas de Inteligência Artificial com métodos de ensino clássicos (FISCHETTI; GISOLFI, 1990), os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) podem ser compreendidos como qualquer programa de computador provido de alguma inteligência que pode ser utilizado como suporte nas atividades de aprendizagem, adaptando-se às necessidades dos alunos, fornecendo assessoria em momentos pedagogicamente oportunos e expondo exemplos e ideias em ocasiões propícias (FISCHETTI; GISOLFI, 1990; FREEMAN, 2000; SELF, 1999; GAMBOA; FRED, 2001).

STI são fundamentados sob uma abordagem na qual o conhecimento por parte do sistema é construído individualmente a partir das ações dos alunos ao longo de suas experiências. Logo, o domínio é modelado em termos de contextos de interação, a sequência de experiências de aprendizagem é determinada através da estrutura do processo de interação entre o aluno e o ambiente, a avaliação é focada no processo de aprendizagem e o sistema oferece oportunidades para que os alunos experimentem seu próprio processo de construção do conhecimento (AKHRAS; SELF, 1996).

Modelos de referência têm por objetivo encontrar abstrações comuns em um mesmo sistema para que assim possam prover sua base de desenvolvimento (KOCH, 2000). Ainda que não haja um modelo padrão para a concepção de STI (BERCHT, 2001), estes sistemas em geral são classificados como tutores de arquitetura tradicional ou clássica (FREEMAN, 2000; FISCHETTI; GISOLFI, 1990; GIRAFFA, 1999). Esta arquitetura (visualizável na Figura 3) é composta por: modelo do conhecimento do domínio, modelo de aluno, modelo de ensino/tutor e um ambiente de aprendizagem/interface do usuário (FREEMAN, 2000; FISCHETTI; GISOLFI, 1990; GIRAFFA, 1999). A divisão justifica-se devido à situação educacional, a qual envolve um sistema de tutoria e um estudante, o objeto da comunicação – conhecimento – em algum domínio e sua apresentação ao aluno da maneira mais apropriada (FISCHETTI; GISOLFI, 1990).



**Figura 3 - Arquitetura geral dos Tutores Inteligentes**  
**Fonte: FISCHETTI; GISOLFI, 1990.**

O **modelo do conhecimento do domínio** representa o conhecimento, noções e habilidades sobre o tema a ser ensinado contido no domínio (GIRAFFA, 1999; FISCHETTI; GISOLFI, 1990). Para tanto, contém uma codificação apropriada do conhecimento a ser transferido. Este módulo cumpre uma dupla função: gerar perguntas, respostas e explicações, atuando como fonte para o assunto a ser ensinado, além de avaliar o desempenho do estudante a partir de respostas que estes fornecem para questões de avaliação. A importância desta segunda atividade está no fato de que a avaliação do estudante feita pelo sistema serve de métrica para quantificar seu conhecimento sobre o assunto do domínio (FISCHETTI; GISOLFI, 1990).

O **modelo de aluno** gerencia a compreensão (ou o conhecimento) do aluno sob cada aspecto tratado no domínio, além de personalizar o trabalho conforme as diferenças individuais

de cada usuário (GIRAFFA, 1999; FISCHETTI; GISOLFI, 1990). Para que o conhecimento do usuário possa ser obtido, os aspectos não observáveis do estudante são inferidos, o sistema realiza uma interpretação de suas ações e o conhecimento que deu origem a estas ações é reconstruído. O ideal é que este modelo inclua todos os aspectos do comportamento do aluno pertinentes a sua atividade de aprendizagem (FISCHETTI; GISOLFI, 1990).

Tendo em vista que para representar o conhecimento do aluno este modelo associa uma medida do domínio sobre cada assunto por parte do estudante, alguns meios de modelar esta relação de conhecimento são agora descritos. Na modelagem por sobreposição (*overlay*), o conhecimento do estudante é subconjunto do modelo de domínio. A modelagem diferencial divide o conhecimento em duas categorias – o que o estudante deveria saber e o que não se pode esperar que ele conheça. No modelo de perturbação, o conhecimento do estudante vai além do modelo de domínio, considerando possíveis erros ou falsas concepções do aluno. Já o modelo de simulação permite prever o comportamento futuro do estudante baseado em informações atuais. Por fim, o modelo estereótipo classifica o usuário como novato, intermediário ou avançado em nas áreas de conhecimento (FISCHETTI; GISOLFI, 1990; VICCARI et al, 1992).

Responsável por explicitar as estratégias de ensino-aprendizagem adequadas (GIRAFFA, 1999), tem-se o **modelo do tutor**. A justificativa para a existência deste modelo é que estratégias de ensino, ao invés de serem simplesmente incorporadas aos mecanismos de um programa, devem ser derivadas de regras especializadas presentes na experiência pedagógica. Além dos princípios pedagógicos gerais, este modelo contém estratégias de ensino diretamente ligadas ao domínio do conhecimento (FISCHETTI; GISOLFI, 1990).

Por fim, a **interface com o usuário** permite a interação do estudante com o STI de modo eficiente, tratando a forma final da transmissão do conhecimento (GIRAFFA, 1999; FISCHETTI; GISOLFI, 1990). Processando o fluxo de informação do estudante para o sistema e vice-versa, este módulo desempenha um papel muito importante, pois pode tornar a apresentação de um tópico mais ou menos compreensível, podendo afetar profundamente a aceitação do estudante (FISCHETTI; GISOLFI, 1990).

Apesar de esta arquitetura decompor os STI em módulos, Fischetti et al (1990) destaca que não há uma linha divisória, de modo que as tarefas de cada módulo não precisam corresponder a um módulo distinto em um sistema real (FISCHETTI; GISOLFI, 1990).

Esta proposta de arquitetura geral de STI trouxe grandes avanços à modelagem de ambientes educacionais, pois, separando o domínio da sua forma de manipulação, permitiu que as estratégias de ensino pudessem ser associadas às informações fornecidas pela modelagem do aluno e relacionadas com domínio (BOLZAN; GIRAFFA, 2002).

Realizada esta breve revisão acerca dos STI, a próxima seção discorre sobre Sistemas HA.

#### 4.2 DEFINIÇÕES SOBRE SISTEMAS HIPERMÍDIA ADAPTATIVA

Inicialmente, cabe definir os termos hipertexto e hipermídia para então aprofundar sobre o assunto deste capítulo, sistemas HA. Henze (2000), afirma que os termos hipertexto e hipermídia são geralmente utilizados como sinônimos, mas há uma distinção em seus significados.

Hipertexto pode ser compreendido com um conjunto de nós de texto que são relacionados uns com os outros através de ligações (*links*). Cada nó contém certa quantidade de informações (texto) e uma série de ligações para outros nós (HENZE, 2000).

Hipermídia corresponde a uma extensão do hipertexto, fazendo uso de múltiplas formas de mídia além do texto, tais como áudio, vídeo, gráficos, etc. (HENZE, 2000). Visando seguir a base mantida por autores (BRUSILOVSKY 1996, 2001; DE BRA 1998; 1999; 2000; 2003; 2004; HENZE; NEJDL, 1999; HENZE, 2000; PALAZZO, 2002; KOCH; WIRSING, 2002; WU; DE BRA, 2001), este trabalho utiliza o termo hipermídia.

Sistemas hipermídia correspondem às ferramentas utilizadas para conceber e avaliar documentos de hipermídia. Um sistema Hipermídia Adaptativa amplia a funcionalidade de sistemas hipermídia, personalizando-os para usuários individuais através de sua combinação com STI. Deste modo, cada usuário tem uma visão individual e possibilidades individuais de navegação para trabalhar com o sistema hipermídia (HENZE, 2000).

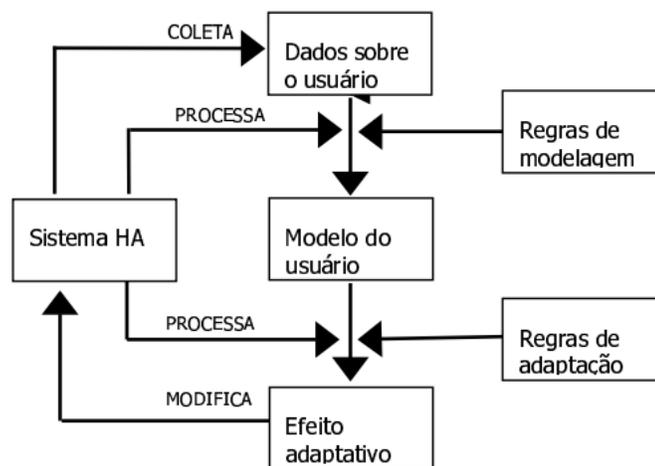
Logo, sistemas HA podem ser entendidos como sistemas de hipertexto e hipermídia combinados com STI que, através de características do usuário refletidas no modelo de usuário, promovem a adaptação de conteúdos e recursos de hipermídia, vindos de qualquer fonte e

apresentados em qualquer formato que se adeque ao perfil de seus usuários (BRUSILOVSKY, 1996, 2001; KOCH, 2000; PALAZZO, 2002; WU; DE BRA, 2001).

Sistemas HA são favoráveis a situações nas quais existe a necessidade de oferecer informação seletiva e contextual para usuários com objetivos e níveis de conhecimento distintos (PALAZZO, 2002), especialmente em cenários nos quais ocorre o ensino a distância (HENZE, 2000). Esses sistemas buscam oferecer uma interface modelada conforme as características específicas de cada usuário, ou seja, o estilo, conteúdo, recursos e *links* das interfaces são dinamicamente selecionados para que sejam apresentados conforme as necessidades, preferências e desejos de um usuário específico (PALAZZO, 2002).

Para que as expectativas do usuário sejam atendidas antecipadamente e o conteúdo possa ser adaptado a cada perfil, a HA constrói um modelo de usuário para coletar informações a seu respeito, tais como conhecimentos, objetivos, experiência, etc. e utiliza o modelo ao longo da interação (BRUSILOVSKY, 1996; HENZE, 2000). É importante que o modelo do usuário esteja sempre em evolução, acompanhando a interação do usuário com o sistema para manter a base de informações referentes ao usuário atualizada (PALAZZO, 2002).

Portanto, três condições devem ser satisfeitas por um sistema para que este seja considerado HA, sendo elas: ser um sistema hipertexto ou hiperímídia, possuir um modelo do usuário e ser capaz de adaptar a hiperímídia do sistema utilizando o modelo (BRUSILOVSKY, 1996). A Figura 4 sintetiza o que foi acima exposto sobre sistemas HA.



**Figura 4 - Loop clássico "Modelagem de Usuários - adaptação" em Sistemas Adaptativos**  
**Fonte: PALAZZO, 2002.**

Com o intuito de analisar sistemas HA, Brusilovsky (1996) utiliza quatro dimensões descritas a seguir, as quais também serão empregadas no presente trabalho (BRUSILOVSKY, 1996): aonde – em quais áreas – a utilização de sistemas HA pode ser útil; quais características do usuário são consideradas importantes como fonte de adaptação; o que pode ser adaptado por uma técnica particular (ou seja, quais características do sistema podem ser diferentes para cada perfil de usuário) e técnicas e métodos (proporcionam distintas formas de adaptação do sistema e cada qual deve ser aplicado em uma área específica) (BRUSILOVSKY, 1996).

Com relação às áreas nas quais a aplicação de sistemas HA pode ser útil, Brusilovsky (1996) levantou, através da análise de sistemas já existentes, seis campos distintos: hipermídia educacional, sistemas de informação *on-line*, sistemas de ajuda *on-line*, hipermídia de recuperação de informação, hipermídia institucional e sistemas de gestão personalizada em espaços de informação (BRUSILOVSKY, 1996). Os dois primeiros sistemas correspondem às áreas de maior concentração de sistemas hipermídia, tanto em pesquisa quanto em aplicação (BRUSILOVSKY, 2001).

As seções seguintes discorrem sobre as demais dimensões propostas para o estudo de sistemas HA.

### 4.3 CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO

Brusilovsky (1996) define um conjunto das principais características de usuários levadas em conta por sistemas HA na realização de suposições a respeito de suas características, descritas a seguir. O **conhecimento do usuário** sobre o assunto representado no sistema hipermídia corresponde à informação mais importante para a adaptação, usada em aproximadamente um terço das técnicas de adaptação. Especialmente em sistemas educacionais, o sistema deve atualizar constantemente sua estimativa sobre o conhecimento do usuário (BRUSILOVSKY, 1996).

Já os **objetivos do usuário** variam de acordo com a atividade que exercem no sistema hipermídia, ou seja, estão relacionados mais com o contexto de trabalho do que com o próprio indivíduo. Correspondem ao recurso de usuário mais mutável: podem mudar de sessão para sessão e até mesmo dentro de uma única sessão de trabalho (BRUSILOVSKY, 1996).

**Prática e experiência do usuário** correspondem a toda experiência e conhecimento anteriores do usuário que não estão relacionadas com o conteúdo do sistema que ele está usando, considerando sua familiaridade com a estrutura do sistema hipermídia. Inclui a profissão do usuário, experiências de trabalho em áreas semelhantes e suas perspectivas (BRUSILOVSKY, 1996).

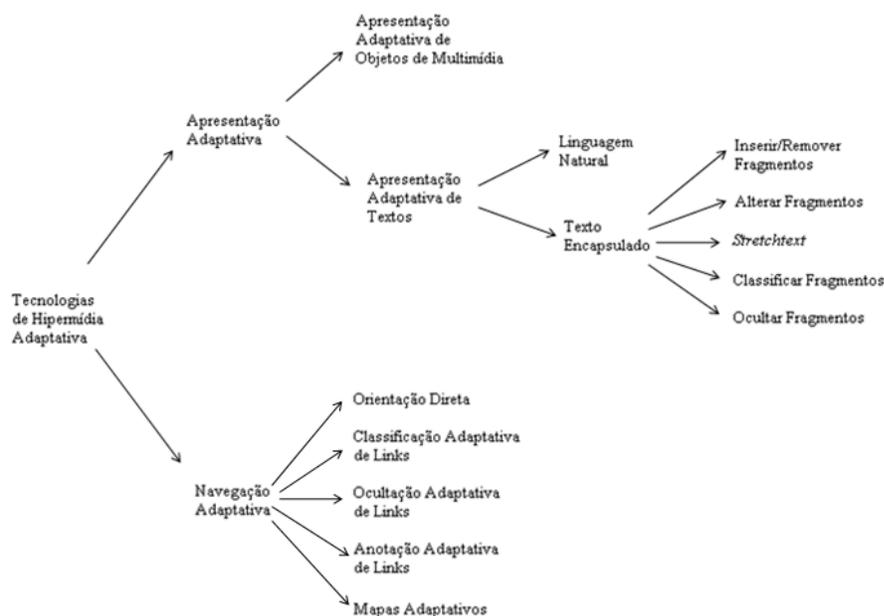
Por fim, as **preferências do usuário** consideram suas diferentes preferências com relação a tipos de fonte, imagens ou exemplos, diferenciando esta característica das demais especialmente pelo fato de que as preferências não podem ser deduzidas pelo sistema, mas sim devem ser informadas pelo usuário direta ou indiretamente – por meio de um *feedback* simples, por exemplo (BRUSILOVSKY, 1996).

Henze (2000) ainda adiciona uma característica do usuário ao grupo a qual, na visão do autor, também deveria ser considerada em modelos de usuário, especialmente para sistemas educacionais: **velocidade de aprendizagem do usuário**, afirmando que usuários com diferentes ritmos de aprendizagem devem ser suficientemente apoiados (HENZE, 2000).

Dando continuidade ao estudo de sistemas HA, a seguinte seção trata da dimensão que descreve quais recursos podem ser adaptados no contexto de um sistema hipermídia.

#### 4.4 NÍVEIS DE ADAPTAÇÃO

Em HA, a adaptação do espaço consiste em um fator limitado – não existem tantos recursos que podem ser alterados. Deste modo, Brusilovsky (1996) determina duas classes de hipermídia que podem ser modificadas para promover a adaptação: o conteúdo das páginas (apresentação adaptativa) e os *links* que existem nos sistemas hipermídia (suporte à navegação adaptativo) (BRUSILOVSKY, 1996). A Figura 5 ilustra estas duas categorias e suas subcategorias, explanadas nas subseções 4.4.1 e 4.4.2.



**Figura 5 - Taxonomia de Tecnologias HA**  
**Fonte: Adaptado de BRUSILOVSKY, 2001.**

#### 4.4.1 Apresentação adaptativa

Visa ajustar o conteúdo de uma página acessada por um usuário específico de acordo com seu conhecimento atual, objetivos e demais características. Por exemplo, a um usuário experiente a página pode fornecer informações mais detalhadas e profundas, enquanto a um iniciante podem ser oferecidas informações adicionais (BRUSILOVSKY, 2001).

A apresentação do conteúdo pode ser feita de duas maneiras, conforme ilustra a Figura 5: por meio de objetos de multimídia ou através de textos. No primeiro caso, onde a apresentação do conteúdo é feita através de som, imagem, música, vídeo, animação, etc., a adaptação ocorre através da seleção da multimídia mais adequada ao perfil usuário tendo por base o seu modelo (BRUSILOVSKY, 2001).

Já no caso da apresentação de conteúdos por meio de textos, quando este for apresentado em linguagem natural, a adaptação ocorre através de modificações às quais os textos são submetidos antes de serem apresentados ao usuário, como por exemplo, recortes. No caso de textos encapsulados, as tecnologias de adaptação permitem inserir/remover fragmentos, alterar fragmentos, uso do *stretchtext* (ver 4.5.1), classificar fragmentos ou ocultar fragmentos. Deve-se

selecionar um meio adequado dentre os existentes para apresentar o conteúdo (BRUSILOVSKY, 2001; PALAZZO, 2002).

#### 4.4.2 Navegação Adaptativa

Tem por objetivo auxiliar o usuário a encontrar seus caminhos no hiperespaço adaptando a forma de apresentar *links*, voltando-os aos objetivos, conhecimentos e demais características do usuário (BRUSILOVSKY, 2001). As técnicas utilizadas para implementar a navegação adaptativa, bem como a apresentação adaptativa, são descritas na seção 4.5.

### 4.5 TÉCNICAS E MÉTODOS DA HA

A última dimensão sugerida por Brusilovsky (1996) para o estudo de sistemas HA corresponde aos métodos e técnicas que proporcionam as distintas formas de adaptação do sistema. Cabe aqui, primeiramente, diferenciar os termos a partir da definição sugerida pelo próprio autor. Técnicas fornecem a adaptação nos sistemas HA, caracterizadas por um tipo específico de representação do conhecimento e por um algoritmo de adaptação específico. Métodos de adaptação são definidos como uma generalização das técnicas de adaptação existentes, os quais podem ser implementados por diferentes técnicas. Cada método é baseado em uma ideia de adaptação distinta (BRUSILOVSKY, 1996).

As próximas seções discorrem sobre as técnicas e métodos utilizados tanto na adaptação de conteúdos quando na adaptação da navegação.

#### 4.5.1 Métodos e Técnicas de Adaptação de Conteúdos

Brusilovsky (1996) ressalta algumas técnicas que podem ser aplicadas pelos sistemas HA para proporcionar a adaptação de conteúdo, descritas a seguir: o **texto condicional** divide todas as informações sobre um conceito em diversas porções de texto e, no momento de

apresentar a informação ao usuário, disponibiliza somente os blocos de texto que satisfazem as condições de conhecimento do indivíduo. Corresponde a uma técnica de baixo nível, pois exige algum trabalho de programação (BRUSILOVSKY, 1996).

O *stretchtext*, uma técnica de nível mais elevado, também permite apresentar e ocultar diferentes porções do conteúdo com base no nível de conhecimento do usuário. Neste tipo de hipertexto, os *links* são expandidos, para exibir seus conteúdos, e recolhidos, concentrando o conteúdo novamente em uma palavra chave. Em páginas que fazem uso do *stretchtext*, usuários com baixo nível de conhecimento podem consultar informações adicionais sobre o conteúdo expandindo o *stretchtext*, enquanto o usuário com alto nível de conhecimento mantém o *stretchtext* recolhido, pois não necessita de informações extras (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002).

A técnica mais simples de adaptação é a **página variante**, através da qual o sistema mantém duas ou mais alternativas da mesma página com diferentes modos de apresentar o mesmo conteúdo. No instante de exibi-lo, o sistema define a alternativa que melhor se enquadra no perfil do usuário. De modo semelhante funciona o **fragmento variante**, mas neste caso o sistema armazena diversas alternativas de explicação para cada conceito ao invés da página como um todo, e apresenta ao usuário aquela que melhor se adapta a suas características (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002).

Por fim, a técnica **baseada em frames (quadros)** permite que todas as informações sobre um determinado conceito sejam representadas por meio de um *frame*, os quais podem conter diversas explicações variantes do conceito, *links* para outros *frames*, exemplos, etc. A definição de quais esquemas de apresentação presentes em um *frame* e/ou em que ordem devem ser apresentadas a um usuário específico para definir um conceito são definidas através de regras de apresentação que levam em conta diversas características do modelo de usuário (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002).

Quanto aos métodos utilizados para resolver problemas da adaptação de conteúdos, os quais dependem das técnicas acima citadas para serem implementados, Brusilovsky (1996) define um grupo de cinco elementos: a **explicação adicional** mantém informações irrelevantes sobre determinado conceito ocultas do usuário baseando-se em seu nível de conhecimento e interesse sobre o assunto. Já a **explicação variante**, ao invés de ocultar informações irrelevantes, faz com que o sistema armazene variações de alguns conteúdos de uma página para que, no momento de

exibir o conteúdo, o usuário receba a explicação variante que mais se adapte ao seu modelo (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002).

Na **explicação requerida** o conteúdo é ordenado por meio do estabelecimento de pré-requisitos entre os conceitos e, cada vez que um conceito é apresentado ao usuário, o sistema deve explicar também todos os conceitos requeridos para o entendimento do conceito inicialmente exposto. A **explicação comparativa** baseia-se na similaridade existente entre conceitos. Se um conceito análogo a outro que está sendo apresentado já é conhecido pelo usuário, este recebe uma explicação comparativa, enfatizando as semelhanças e diferenças entre os dois conceitos (BRUSILOVSKY, 1996).

Por fim, a **classificação de fragmentos** 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 seja apresentada primeiro (BRUSILOVSKY, 1996).

Dado o conceito das técnicas e métodos que podem ser utilizados na adaptação de conteúdos, o Quadro 2 sinaliza quais técnicas acima explanadas podem ser utilizadas para implementar cada método descrito.

<b>Métodos</b> \ <b>Técnicas</b>	Texto Condicional	<i>Stretchtext</i>	Página Variante	Fragmento Variante	Baseada em <i>Frames</i>
Explicação Adicional	X	X			X
Explicação Variante	X		X	X	X
Explicação Requerida	X	X			X
Explicação Comparativa	X	X			X
Classificação de Fragmentos					X

**Quadro 2 - Métodos e Técnicas de Adaptação de Conteúdos**

**Fonte: Autoria Própria.**

#### 4.5.2 Métodos e Técnicas de Navegação Adaptativa

Quanto à navegação adaptativa, Brusilovsky (1996; 2001) destaca algumas técnicas primárias empregadas nesta categoria de adaptação, as quais não são excludentes e contraditórias, podendo ser empregadas de modo combinado. A **orientação direta**, técnica mais simples, faz com que o sistema decida em cada ponto da navegação qual próximo nó é o melhor para ser visitado pelo usuário, tendo por base o modelo de usuário. Possui a desvantagem de não oferecer

suporte aos usuários que não desejarem seguir a opção do sistema (BRUSILOVSKY, 1996; 2001).

**Classificação adaptativa de links** é a técnica que, a partir da relevância para o usuário, ordena a apresentação de todos os *links* de uma página específica. Já a **ocultação adaptativa de links** restringe o espaço de navegação por meio do ocultamento de *links* que levam a nodos não relevantes, diminuindo a complexidade do hiperespaço. Subdivide-se em: desativar, ocultar e remover (BRUSILOVSKY, 1996; 2001).

A **anotação adaptativa de links** visa aumentar a informação contida nos *links* por meio de uma anotação/comentário (de modo textual ou através de sinais visuais como ícones, cores ou tamanhos de fonte) que informa mais sobre o estado corrente dos nodos a que se conectam. Por fim, **mapas adaptativos** compreendem diversas formas de adaptação de mapas nas formas de hipermídia local e global apresentadas ao usuário (BRUSILOVSKY, 1996; 2001; PALAZZO, 2002).

Quanto aos métodos de navegação adaptativa, Brusilovsky (1996) também define um conjunto elementos, a saber: a **orientação global** ocorre quando o usuário possui um objetivo global de navegação, ou seja, necessita de alguma informação que está contida em um ou vários nós do hiperespaço. Logo, a orientação global auxilia o usuário a encontrar o caminho mais curto e com o mínimo de desvios possíveis que o leve ao nó que contém a informação almejada pelo usuário (BRUSILOVSKY, 1996).

Para proporcionar esta orientação, o sistema precisa tomar ciência da informação que o usuário necessita alcançar – dado fornecido pelo próprio indivíduo ao sistema – e então oferecer, em cada passo da navegação, os *links* julgados mais apropriados para atingir a informação desejada pelo usuário. As técnicas que implementam esse método geralmente pertencem ao domínio dos sistemas tutores inteligentes (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002).

A **orientação local** tem por objetivo auxiliar o usuário a fazer uma única etapa de navegação por meio da sugestão dos *links* mais relevantes para seguir a partir do nó atual. É semelhante à orientação global, porém mais simples, com alcance muito menor. Na hipermídia educacional, as técnicas utilizadas para implementar a orientação local são a classificação de *links* e a condução direta, ambas tendo por base o conhecimento do usuário (BRUSILOVSKY, 1996).

O **suporte à orientação local** visa dar assistência ao usuário durante a orientação local, ajudando-o a compreender seu posicionamento no hiperespaço e o que está ao seu redor. A característica do usuário utilizada como base para dar o suporte pode variar entre seu conhecimento sobre o conteúdo ou seus objetivos de navegação. Os métodos de apoio à orientação local não orientam o usuário diretamente, apenas fornecem auxílio na compreensão de quais são os *links* próximos e proporcionam ajuda para que as escolhas de navegação sejam bem fundamentadas (BRUSILOVSKY, 1996).

Na hipermídia educacional, são usados os métodos de ocultação e anotação para implementar o suporte local. O primeiro é realizado ocultando nós que ainda não estão no momento de serem aprendidos por parte do aluno ou ocultando *links* que direcionam a nodos cujo conteúdo pertence a objetivos educacionais de aulas seguintes, fugindo do escopo da lição atual (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002).

Já a tecnologia de anotação é utilizada em contextos educacionais para apresentar os níveis da relevância dos nós para os objetivos do usuário, enfatizando os *links* que estão diretamente relacionados com o objetivo corrente do indivíduo ou oferecendo anotações especiais para *links* que conduzem a conteúdos que ainda não estão prontos para serem aprendidos (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002).

Por fim, o **suporte à orientação global** assiste o usuário no entendimento da estrutura do hiperespaço global e sua posição absoluta nele. Neste contexto, anotações podem funcionar como marco: um nó mantém a mesma anotação e cada vez que o usuário olhar para ele, ainda que de diferentes posições do hiperespaço, conseguirá reconhecer mais facilmente o caminho percorrido até chegar à situação atual. Já o ocultamento reduz o tamanho do hiperespaço visível e pode simplificar a orientação e aprendizagem, neste caso proporcionando uma aprendizagem gradual (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002).

A seguir, o Quadro 3 indica quais técnicas de navegação adaptativa podem ser empregadas na implementação de cada método.

<b>Métodos</b> \ <b>Técnicas</b>	Orientação Direta	Classificação	Ocultação	Anotação	Mapas Adaptativos
Orientação Global	X	X		X	
Orientação Local	X	X	X	X	X
Suporte à orientação local (conhecimentos)		X	X	X	
Suporte à orientação local (objetivos)			X	X	X
Suporte à orientação global			X	X	X

**Quadro 3 - Métodos e Técnicas de Navegação Adaptativa**

**Fonte: A autoria Própria.**

Os métodos e técnicas aqui expostos, tanto de apresentação de conteúdos quanto de navegação adaptativa, formam um importante conjunto de ferramentas de HA, o qual pode ser utilizado como fonte de ideias para designers e desenvolvedores de sistemas HA (BRUSILOVSKY, 1996).

#### 4.6 MODELOS DE REFERÊNCIA PARA SISTEMAS HA

Segundo Koch et al (2002), o objetivo de um modelo de referência para HA consiste em encontrar abstrações comuns a estes sistemas e proporcionar uma base para o desenvolvimento destas aplicações. Ainda de acordo com Koch et al (2002), as arquiteturas de Munich e AHAM são semelhantes, ambas voltadas para aplicações adaptativas e estendendo o modelo Dexter. Logo, o presente trabalho irá tratar dos modelos de referência Dexter, AHAM e Munich ao longo das próximas subseções (AMARAL, 2008; KOCH; WIRSING, 2002).

##### 4.6.1 Dexter

O modelo Dexter, desenvolvido no ano de 1988, descreveu uma arquitetura que, apesar de integrar e formalizar aspectos encontrados em diferentes sistemas hipermídia, não abrangeu a adaptatividade. Ainda assim, serviu como base para a criação dos modelos seguintes. Este modelo propõe a divisão do sistema em três camadas (Figura 6): de execução (*runtime*), de

armazenamento (*storage*) e interna aos componentes (*within-component*) (HALASZ; SCHWARTZ, 1994).



**Figura 6 - Arquitetura do Modelo Dexter**  
Fonte: Halasz; Schwartz, 1990.

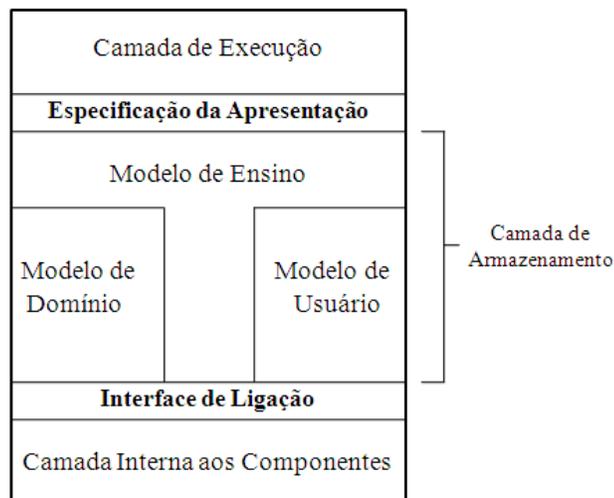
A camada de execução é responsável por determinar as ferramentas que definem como o usuário acessa, visualiza e manipula o sistema hipermídia, correspondendo à parte dinâmica do sistema. Já a camada de armazenamento, foco principal do modelo, compreende uma base de dados composta por nodos, uma hierarquia desses nodos e seus relacionamentos uns com os outros através de links. Os nodos são qualquer componente existente no sistema, como textos, gráficos, imagens e animações (HALASZ; SCHWARTZ, 1994).

Por fim, a camada interna aos componentes, apesar de não implementada, está relacionada aos conteúdos e a estrutura dos componentes envolvidos na rede do hipertexto. Para que haja comunicação entre as camadas, o modelo propõe interfaces de comunicação. O modelo Dexter, apesar de algumas restrições que apresenta, destaca-se por ser o pioneiro no uso da orientação a objetos em hipermídia, além inovar na proposta de separar as funcionalidades do sistema em camadas independentes (KOCH; WIRSING, 2002).

#### 4.6.2 AHAM

O *Adaptive Hypermedia Application Model* (AHAM), desenvolvido no ano de 1998, tem por base o modelo Dexter acima discutido e sua estrutura expressa a funcionalidade da maioria

dos sistemas HA. Este modelo, reformulando as camadas do Dexter, determina que o modelo do domínio e do usuário sejam armazenados juntamente, além de inserir módulos responsáveis pela adaptação (modelo de ensino) (DE BRA; HOUBEN; WU, 1999).



**Figura 7 - O Modelo AHAM**  
**Fonte: DE BRA; HOUBEN; WU, 1999.**

Os nodos e as ligações entre eles, representados pela camada de armazenamento no modelo Dexter, passam a fazer parte do modelo de domínio no AHAM. Este é compartilhado com o modelo de usuário, o qual representa suas preferências, conhecimentos, objetivos, histórico de navegação e demais aspectos relevantes. Enquanto o modelo de domínio lida com quantidades de conceitos, o modelo de usuário mantém-se informado de quanto o usuário sabe sobre cada um dos conceitos do domínio da aplicação (DE BRA; HOUBEN; WU, 1999; DE BRA et al, 2000). No AHA e em outros casos é usado um modelo de sobreposição, significando que para conceito do modelo de domínio um ou mais valores de atributos são mantidos, representando a forma pela qual o usuário compreende esse conceito (DE BRA et al, 2000).

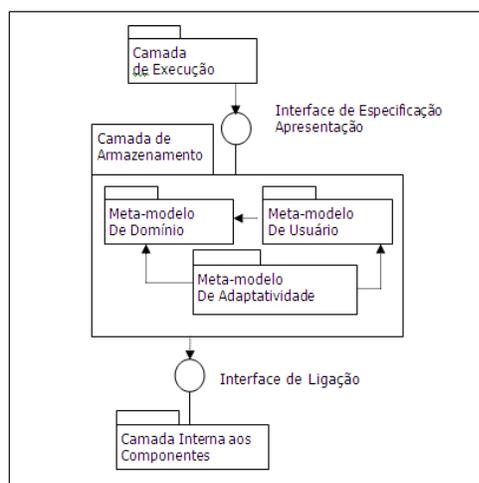
Para realizar a adaptação com base nesses domínios, é necessário especificar como o conhecimento do usuário influencia a forma com que cada informação do modelo do domínio é apresentada. Isto é feito através do modelo de ensino, o qual consiste em regras pedagógicas chamadas especificações de apresentação (DE BRA; HOUBEN; WU, 1999). O modelo também é responsável por determinar como ações do usuário irão resultar na atualização de seu modelo (DE BRA et al, 2000). Ainda que seja intitulado módulo de ensino, não implica que o modelo AHAM seja utilizado apenas para aplicações educacionais (DE BRA; HOUBEN; WU, 1999).

O modelo AHAM adota uma abordagem da área de banco de dados para a representação, definido com tuplas, além de descrever as características de aplicações de hipermídia em nível conceitual e não em nível de implementação (KOCH; WIRSING, 2002).

#### 4.6.3 Munich

Conforme já citado, a arquitetura deste modelo assimila-se à arquitetura do modelo AHAM, contudo o modelo de Munich tem um perfil orientado pela engenharia de *software*, ao contrário da abordagem voltada a banco de dados utilizada pelo AHAM. O Munich, desenvolvido em 2002, teve por objetivo proporcionar uma representação gráfica da modelagem, selecionando, deste modo, a linguagem padrão para a modelagem orientada a objetos para sua formalização: *Unified Modeling Language* (KOCH; WIRSING, 2002).

O modelo de referência Munich mantém a estrutura de três camadas do modelo Dexter, conforme ilustra a Figura 8. A camada de execução contém a descrição da apresentação dos nós e links, sendo responsável pela interação com o usuário, aquisição de seu conhecimento e gestão das sessões (KOCH; WIRSING, 2002).



**Figura 8 - Arquitetura do Modelo de Munich**  
**Fonte: KOCH; WIRSING, 2002.**

A camada de armazenamento é composta por funcionalidades que vão além de apenas armazenar informações sobre a estrutura hipermídia. É dividida em três sub modelos, todos representados por meio de diagramas UML: meta-modelo de domínio, meta-modelo de usuário e

meta-modelo de adaptatividade. O primeiro determina a estrutura básica do sistema hipermídia, entendido como um conjunto finito de componentes (representação abstrata de algum item do domínio da aplicação), cada qual com um identificador exclusivo. A partir de três operações básicas – construir, recuperar ou acessar um componente – é possível recuperar e construir componentes adaptativos, além de acessar um componente através de seu identificador (KOCH; WIRSING, 2002).

O meta-modelo de usuário compreende a inicialização, atualização e recuperação do estado atual de um usuário no modelo, ou seja, representa a estrutura de cada modelo de usuário e como estes são gerenciados. Com relação aos atributos do usuário, estes podem ser de dois grupos distintos: características particulares, as quais independem do domínio e características relativas aos componentes do domínio. Relaciona-se com o modelo de domínio para que este possa identificar um usuário específico e reconhecer seu conjunto de atributos (KOCH; WIRSING, 2002).

O meta-modelo de adaptatividade é composto por um conjunto de regras que implementam a funcionalidade de adaptação, determinando como as páginas são construídas e apresentadas ao usuário. Tem como base o meta-modelo de usuário, visto que a definição das regras depende de suas características (KOCH; WIRSING, 2002).

Por fim, a camada interna aos componentes relaciona o conteúdo e a estrutura de organização do conteúdo com cada nodo, os quais passam a depender da aplicação hipermídia a ser desenvolvida. Conclui-se que, de fato a arquitetura do modelo Munich é semelhante à arquitetura AHAM, ou seja, estende o modelo de Dexter, incluindo um modelo de usuário e um modelo de adaptação na camada de armazenamento, bem como adapta o modelo de domínio e da camada de execução (KOCH; WIRSING, 2002).

#### 4.7 EXEMPLOS DE SISTEMAS HA

Nesta seção serão apresentados exemplos de sistemas HA, detalhando as características do usuário e técnicas e apresentação e navegação adaptativa que cada sistema utiliza.

O **ELM-ART**, primeiro sistema HA utilizado na WWW (HENZE, 2000), corresponde ao sucessor do ELM-PE (*Episodic Learner Model* – Modelo de Aprendiz Episódico). Este

modelava o histórico de aprendizagem do aluno desde que era um iniciante até que se tornasse um usuário avançado – logo, o armazenamento se dava de modo episódico (WEBER; MÖLLENBERG, 1995).

O ELM-ART adiciona ao ELM o *Adaptive Remote Tutor* (Tutor Remoto Adaptativo). A intenção era de que o sistema fosse utilizado no ensino à distância através da Internet, oferecendo tanto o material do curso (apresentação de novos conceitos, testes, exemplos e problemas, em formato de hipermídia) quanto suporte à resolução de problemas *on-line*. Tendo em vista que o hiperespaço do ELM-ART era complexo e os estudantes poderiam se perder durante a navegação, dois tipos de técnicas de hipermídia adaptativa eram utilizadas para dar suporte à navegação: anotação adaptativa e classificação adaptativa de links (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996a; WEBER; MÖLLENBERG, 1995).

A anotação adaptativa foi aplicada por meio de ícones que realizavam uma metáfora com semáforos de trânsito: se o link conduzia a um conteúdo para o qual o aluno estava apto a aprender, o ícone ficava na cor verde e a escrita do link em negrito. Caso o conteúdo ainda não fosse adequado para aquele aluno no dado momento, o ícone permanecia vermelho e a escrita em itálico. Por fim, ícones amarelos indicavam que o conteúdo estava pronto para ser aprendido, mas seu estudo naquele momento ainda não era recomendado pelo sistema. A decisão dos conteúdos estarem habilitados ou não era tomada com base no modelo de aluno mantido pelo sistema, analisando se o aluno já aprendera todos os pré-requisitos necessários para avançar a um novo conteúdo (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996a).

Já a classificação adaptativa foi utilizada para classificar todos os links a partir da similaridade entre eles. No momento da apresentação ao usuário, os links eram exibidos em ordem de classificação, sendo os mais relevantes mostrados primeiro, de modo que o aluno sempre reconhecesse os casos de links mais semelhantes (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996a).

O **ELM-ART II** correspondeu a nova versão do ELM-ART, desenvolvido especialmente porque o sistema anterior apenas realizara a conversão de livros didáticos (antes utilizados no ELM-PE) em livros eletrônicos, e essa transformação realizada de modo um-para-um não foi considerada adequada pelos autores. A justificativa estava no fato de que livros geralmente são escritos de modo sequencial, e no caso do curso *on-line* as páginas perdem o seu

contexto e sentido quando acessadas de um nó qualquer no hiperespaço, visto que assim não são acessadas sequencialmente (WEBER; SPECHT, 1997).

Além disso, a anotação adaptativa precisava ser melhorada para que os usuários pudessem saber mais informações sobre o estado de diferentes conceitos que já haviam visitado e aprendido. Por fim, deduzir o nível de conhecimento de um usuário apenas pelas páginas este que visitou (e não necessariamente leu o conteúdo) não correspondia ao modo mais apropriado de classificar seu conhecimento (WEBER; SPECHT, 1997).

Deste modo, o ELM-ART II melhorou a representação do conhecimento a partir do armazenamento individual no modelo de aluno das interações deste com o ambiente e das trajetórias percorridas no hiperespaço. O sistema também passou a inferir o conhecimento do aluno sobre os conceitos explicados na unidade após o estudante responder aos testes ou exercícios de programação relativos à unidade de modo correto (WEBER; SPECHT, 1997).

As unidades a serem aprendidas passaram a ser representadas como uma rede conceitual, organizadas hierarquicamente em lições, seções, subseções e páginas finais, as quais podiam introduzir novos conceitos ou oferecer problemas a serem resolvidos. Cada unidade pode ser entendida como um objeto que contém pré-requisitos, conceitos relacionados e resultados da unidade, este último representando aquilo que o sistema assumiu como conhecido pelo usuário após a atividade daquela unidade ser concluída com sucesso (WEBER; SPECHT, 1997).

Cada grupo de testes relacionados às unidades era composto por parâmetros, os quais definiam a quantidade de itens que deveriam ser apresentados a cada aluno individualmente, o número mínimo de itens a serem respondidos corretamente no grupo e o número máximo de erros permitidos em um grupo de testes de um único conteúdo. Respondidos os testes, o sistema fornecia feedback sobre o número de erros do usuário, bem como apresentava as respostas certas e explicava o motivo pelo qual cada resposta era correta. Caso o usuário apresentasse um grande número de respostas incorretas no teste, ele era incentivado a resolver mais itens. Por outro lado, se o usuário resolvesse a quantidade de itens suficiente com o número de erros inferior à margem permitida naquela unidade, o sistema atualizava o conhecimento do aluno, dando o conteúdo por finalizado (WEBER; SPECHT, 1997).

Com relação aos ícones da técnica da anotação, uma nova cor passou a ser utilizada: laranja. As demais cores continuaram funcionando de modo semelhante, passando a nova cor a

representar uma página já visitada, mas sem todas suas subseções visitadas ou sem que os testes tenham sido resolvidos com sucesso (WEBER; SPECHT, 1997).

Segundo os autores da ferramenta **INTERBOOK**, as aplicações educacionais na WWW existentes até o seu desenvolvimento utilizavam livros eletrônicos que correspondiam a cópias eletrônicas de um livro regular (mesmo considerando as tentativas de melhora do EML-ART II). Assim, os autores almejavam elaborar uma ferramenta que apoiasse a transferência de livros eletrônicos não adaptativos ou a criação de livros eletrônicos didáticos na WWW, os quais fossem adaptáveis ao modelo de usuário (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996b).

Para tanto, utilizaram a experiência adquirida com o ELM-ART e desenvolveram uma ferramenta independente, a qual simplificava o processo de criação de livros eletrônicos adaptáveis na WWW (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996b).

O modelo de domínio do INTERBOOK serve de apoio à estruturação do conteúdo do livro eletrônico, sendo composto por duas partes: glossário e livro didático. O glossário compreende a parte central do livro eletrônico, no qual cada entrada corresponde a um conceito do domínio, além de fornecer links para todas as seções do livro que introduzem o conceito. As ligações entre os conceitos do modelo de domínio formam caminhos de navegação entre os itens do glossário. O livro didático é responsável por introduzir os conceitos do domínio para os alunos. É um livro real representado sob a forma de hipermídia, sendo estruturado hierarquicamente em unidades de níveis distintos: capítulos, seções e subseções. O livro é conectado ao glossário por meio de indexação (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996b).

O modelo de usuário é utilizado pelo livro eletrônico para que este adapte seu comportamento a cada usuário em particular. Para cada conceito do modelo de domínio, o modelo de usuário armazena um valor que corresponde a uma estimativa do nível de conhecimento do usuário sobre o conceito. Este é o modelo de sobreposição, o qual pode medir de forma independente o conhecimento do usuário sobre distintos temas (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996b).

O INTERBOOK proporciona a adaptação através de dois meios: suporte à navegação adaptativa e ajuda baseada em pré-requisito. Conforme já descrito no ELM-ART, o suporte à navegação ocorre por meio da técnica da anotação adaptativa (cores dos ícones e fonte dos links mudam dinamicamente se o conteúdo está pronto para ser aprendido ou não tendo por base o modelo de usuário) (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996b).

Já a ajuda baseada em pré-requisito corresponde a um botão especial que pode ser acionado pelo usuário quando este possui problemas para compreender algum conteúdo ou resolver algum problema porque não compreendeu bem um pré-requisito. Para responder à solicitação do aluno, o sistema gera uma lista de links para todas as seções que apresentam alguma informação sobre o conceito corrente na seção atual (BRUSILOVSKY; SCHWARZ; WEBER, 1996b).

O sistema **AHA** (*Adaptive Hypermedia Architecture*) foi desenvolvido no ano de 1994, inicialmente para apoiar disciplinas de um curso *on-line* (DE BRA et al, 2003; DE BRA; CALVI, 1998). Baseando-se no modelo de referência AHAM e buscando sempre manter a simplicidade, evoluiu até o desenvolvimento da versão 3.0 no ano de 2004 (DE BRA et al, 2003; DE BRA; STASH; SMITS, 2004).

Tendo em vista que o modelo de referência AHAM determina que um sistema HA seja composto por três partes, o AHA atua da seguinte forma: o modelo de domínio é composto por fragmentos, páginas e conceitos. Cada página corresponde a um arquivo XML composto por fragmentos quase opacos que são incluídos condicionalmente e por links de hipertexto. O modelo do usuário corresponde a uma identificação do usuário e suas preferências. Para cada conceito existente no modelo de domínio, armazena um valor que representa o conhecimento sobre aquele conteúdo, deduzido através das páginas visitadas pelo usuário (porém os autores reconhecem que este mecanismo não necessariamente representa o conhecimento, pois apenas abrir uma página não significa que o aluno aprendeu o conteúdo) (DE BRA et al, 2000).

Por fim, o modelo de adaptação gera regras de adaptação que definem o comportamento do AHA. Como exemplo, tem-se a seguinte situação: um requisito para acessar uma nova página ou conceito depende do valor do conhecimento do usuário sobre o conteúdo atual para ser aceito ou não. Se a página/conteúdo pode ser acessada e isto ainda não foi feito antes, o link fica na cor azul. Caso já tenha sido acessada antes, o link fica roxo. Se a página/conteúdo ainda não pode ser exibida ao usuário, o link fica na cor preta. O usuário tem a opção de alterar as cores (DE BRA et al, 2000).

Logo, percebe-se que a navegação adaptativa é concretizada por meio da anotação adaptativa, alterando a cor dos links, além da técnica da ocultação de links. Como os links que conduzem a páginas não indicadas são mantidos na cor preta, estes se camuflam em meio ao texto normal, visto que em AHA os links não são sublinhados. O usuário que souber da

existência do link (passando o cursor do mouse sobre o mesmo) pode clicar e acessar a página normalmente, pois o link permanece funcional. Entretanto há casos em que o link é removido de fato, correspondendo à terceira técnica de navegação adaptativa utilizada pelo AHA, a remoção de links. A apresentação adaptativa é aplicada em AHA por meio da inclusão condicional de fragmentos de conteúdo (texto condicional) (DE BRA; AERTS; HOUBEN, 2000; DE BRA; CALVI, 1998).

Com relação à avaliação, testes de múltipla escolha estão disponíveis em duas versões: uma que exige a resposta correta do usuário em quantas tentativas forem necessárias, sem oferecer feedback explicativo das respostas erradas, e outra que oferece explicações para respostas erradas, caso em que o aluno possui uma única tentativa para responder à questão (DE BRA; CALVI, 1998).

A abordagem utilizada no curso para o qual o sistema *hyperbook* **KBS** foi desenvolvido permitia que os estudantes escolhessem seus objetivos de aprendizagem e, a partir desta informação, o sistema sugeria conteúdos adequados para que os objetivos de aprendizagem fossem alcançados. Logo, o sistema realizava a seleção adaptativa do objetivo, propondo metas adequadas de aprendizagem apoiando-se no conhecimento do usuário em particular (HENZE; NEJDL, 1999).

O KBS baseia-se em itens de conhecimento, uma estimativa do sistema relativo ao conhecimento do usuário sobre os conceitos do domínio. Esses itens de conhecimento são utilizados para indexar o conteúdo das unidades de informação, unidades do projeto e para descrever o alcance dos objetivos. Unidades de informação correspondem a partes semânticas do conteúdo, como “objetos Java”, “parâmetros”, etc. São semanticamente relacionados às unidades de outras informações gerando a estrutura de navegação entre as unidades de informação (HENZE; NEJDL, 1999).

A adaptação nesta estrutura de navegação é feita por meio da metáfora do semáforo de tráfego, no qual um link com conteúdo “pronto para leitura” é antecedido por um ícone verde, “não está pronto para leitura” vem acompanhado de um ícone vermelho e o ícone cinza simboliza um conteúdo “já conhecido” (HENZE; NEJDL, 1999).

Unidades de projeto contêm a descrição do projeto, como exercícios ou problemas resolvidos. São chamadas de projetos porque os autores desejam enfatizar que estes são elaborados como exercícios do mundo real inseridos em um contexto complexo. São indexadas

pelos itens de conhecimento que o aluno precisa saber para trabalhar com sucesso nestes projetos (HENZE; NEJDL, 1999).

O modelo de conhecimento do sistema KBS contém os conceitos do domínio da aplicação e suas dependências de aprendizagem (HENZE, 2000) enquanto o modelo do aluno contém os itens de conhecimento do usuário para cada item do modelo de domínio. As observações do sistema com relação ao conhecimento do aluno são armazenadas em termos de: “conhecimento perito”, “conhecimento avançado”, “conhecimento de principiante” ou “conhecimento de recém-chegado”. Para representar as dependências de aprendizagem, o sistema realiza uma ordem parcial entre os índices de conhecimento: se  $K_1 < K_2$ ,  $K_1$  deve ser aprendido antes de  $K_2$ , pois a compreensão de  $K_1$  é um pré-requisito para compreender  $K_2$  (HENZE; NEJDL, 1999).

A atualização da estimativa do conhecimento do usuário, ao contrário de outros sistemas, não é realizada por meio de páginas visitadas ou caminhos percorridos no hipertexto, mas através dos projetos ou de um feedback fornecido pelo estudante após este trabalhar em um projeto. Este retorno do aluno é dado através de um julgamento de seu desempenho no projeto (HENZE; NEJDL, 1999).

Tendo em vista que no KBS os usuários podem solicitar ao sistema o conteúdo relativo ao seu objetivo de aprendizagem no momento desejável, o sistema utiliza a velocidade de aprendizagem do aluno para disponibilizar novos conteúdos (HENZE, 2000). Para selecionar os projetos adequados, o índice de conhecimento do aluno é comparado a um índice que determina o conhecimento necessário para concluir o projeto em questão com êxito. Se o índice de conhecimento do aluno sobre aquele assunto for igual ou superior ao índice de conhecimento exigido pelo projeto, este é considerado adequado e indicado para o aluno (HENZE; NEJDL, 1999).

Tendo apresentado os exemplos de sistemas HA, o quadro a seguir (Quadro 4 - Características do usuário consideradas nos sistemas HA analisados) exhibe as características de um usuário que são consideradas nas abordagens dos sistemas HA analisados. As características “prática” e “preferências” não foram inclusas na tabela porque nenhum exemplo estudado utiliza esses parâmetros.

	Conhecimento	Objetivo	Experiência	Velocidade de Aprendizagem
ELM-ART/ ELM-ART II	X		X	
INTERBOOK	X	X	X	
AHA	X			
KBS	X	X		X

**Quadro 4 - Características do usuário consideradas nos sistemas HA analisados**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Outra relação foi efetuada no Quadro 5, o qual realiza uma síntese das informações em termos de quais técnicas de apresentação e navegação são aplicadas para proporcionar a adaptatividade nos sistemas citados.

	Apresentação Adaptativa	Navegação Adaptativa
ELM-ART/ ELM-ART II		Anotação adaptativa; Classificação adaptativa
INTERBOOK		Anotação adaptativa; Ajuda baseada em pré-requisito
AHA	Texto condicional	Anotação adaptativa; Ocultação adaptativa (por meio de ocultamento e remoção)
KBS		Anotação Adaptativa

**Quadro 5 - Técnicas de apresentação e navegação aplicadas nos sistemas HA analisados**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Os assuntos abordados no presente capítulo são de fundamental importância para justificar e amparar o desenvolvimento do modelo proposto. Justificam ao passo em que fica evidente a importância dos sistemas HA com sua capacidade de adaptação aos mais distintos perfis de usuários, especialmente em se tratando de sistemas de Educação à Distância.

Alicerçam a construção do modelo na medida em que os conceitos estudados – desde as dimensões dos sistemas HA analisadas (BRUSILOVSKY, 1996), os modelos de referência existentes, bem como os exemplos de ambientes de HA – servem como indícios de quais caminhos devem ser trilhados para a confecção do modelo.

Logo, o capítulo 5, a seguir, destina-se ao relato detalhado de como o modelo para mediação em AVAs foi desenvolvido nesta pesquisa.

## 5 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo tem como objetivo relatar o processo de desenvolvimento do modelo proposto para mediação em AVAs – conforme descrevem as subseções seguintes. Quanto às modalidades de pesquisa, sabendo-se da ocorrência de diversas perspectivas epistemológicas e enfoques distintos que podem ser adotados quando se pratica a investigação científica (SEVERINO, 2007), conclui-se que o presente trabalho se enquadra naquelas descritas a seguir:

- Quanto à forma de abordagem, a pesquisa pode ser quantitativa (baseada em medidas, normalmente numéricas, de poucas variáveis objetivas, cuja ênfase consiste na comparação de resultados e no uso de técnicas estatísticas) e qualitativa (fundamenta-se na observação cautelosa dos ambientes nos quais o projeto será aplicado, no entendimento das várias perspectivas dos usuários ou potenciais usuários do projeto, etc.) (WAINER, 2007). Este projeto possui um cunho focado à análise qualitativa, uma vez que existe uma preocupação não só com os resultados e o produto, mas especialmente com o processo.
- Quanto à natureza das fontes utilizadas para abordagem e tratamento do objeto, este trabalho faz uso da pesquisa bibliográfica (realizada a partir do registro disponível em pesquisas anteriores, documentos impressos como livros, artigos, teses, etc.) (SEVERINO, 2007).
- Quanto aos objetivos da pesquisa, este trabalho enquadra-se na modalidade descritiva (descreve uma experiência, uma situação, um fenômeno ou processo nos mínimos detalhes; ao final, reúne e analisa um conjunto com diversas informações sobre o assunto pesquisado. Mesmo que este assunto já seja conhecido, este tipo de pesquisa contribui proporcionando novas visões sobre a realidade já conhecida) (SEVERINO, 2007).
- Quanto aos procedimentos técnicos adotados, este trabalho faz uso do estudo de caso, o qual, de acordo com Severino (2007), corresponde a uma pesquisa que se concentra no estudo de caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos. Também foi utilizada a pesquisa-ação, a qual, além de compreender a situação (SEVERINO, 2007), realiza uma intervenção em pequena escala no mundo

real, observando muito aproximadamente os efeitos da intervenção realizada (MOREIRA; CALEFFE, 2006).

Assim, tomando por base:

- As definições de EAD propostas por Holmberg (1977), Keegan (1986), Moore (1973), Peters (1973) e Rumble (1989);
- Os conceitos de AVA descritos por Behar (2009), Khan (1997), Mckimm et al (2003), Milligan (1999) e Pereira et al (2007);
- A concepção de medicação descrita por Rodrigues (2006) e;
- O termo interação definido por Outing (1998); Primo et al (1999),

bem como as modalidades de pesquisa acima descritas, tornou-se possível elencar os requisitos funcionais e não funcionais (descritos na seção 5.1), além de desenvolver demais aspectos do modelo, tais como estilos cognitivos e métodos de adaptação (detalhados na seção 5.2).

## 5.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Compreender o domínio de aplicação, compreender o problema a ser resolvido e compreender as necessidades e restrições dos interessados correspondem a algumas das dimensões que a atividade de levantamento de requisitos representa durante o desenvolvimento de um projeto (BOURQUE; DUPUIS, 2004).

Especificamente com relação à informática, a Engenharia de Software determinou a divisão dos requisitos em categorias – funcionais e não funcionais –, tendo em vista que diferentes tipos de leitores farão uso das informações do sistema fornecidas pelos requisitos (SOMMERVILLE, 2007).

Requisitos funcionais correspondem a declarações dos serviços que o sistema deve oferecer, o modo pelo qual o sistema deve reagir a entradas específicas e como deve comportar-se em determinadas situações. Requisitos não funcionais restringem os serviços ou as funções oferecidos pelo sistema, incluindo restrições de *timing*, sobre o processo de desenvolvimento e de padrões (SOMMERVILLE, 2007).

Esta etapa, além de elencar os requisitos, está inserida na primeira atividade descrita por Preece et al (2005) em sua abordagem para o processo de Design de Interação: identificar necessidades e estabelecer requisitos. Por este motivo, os requisitos aqui descritos atendem tanto a área de Engenharia de Software como de Design de Interação, explicitada no Capítulo 3.

### 5.1.1 Requisitos Funcionais

RF1 – O modelo deverá reconhecer o estilo cognitivo do aluno;

RF2 – O modelo deverá armazenar distintas mídias que representem o mesmo conteúdo;

RF3 – O modelo deverá prover adaptação a partir de técnicas/métodos de apresentação e navegação estudadas;

RF4 – O modelo deverá prover a adaptação de acordo com o estilo cognitivo do aluno;

### 5.1.2 Requisitos não funcionais

RN1 – O modelo deverá ser representado através dos diagramas UML: Casos de Uso e Atividades;

RN2 – O modelo deverá ser passível de aplicação em qualquer ambiente virtual de aprendizagem.

## 5.2 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Para que o modelo fosse elaborado, algumas medidas além da revisão bibliográfica precisaram ser tomadas: definição de distintas mídias através das quais os conteúdos seriam expostos aos alunos; estudo sobre estilos cognitivos e posterior escolha dos estilos a serem considerados no modelo; restrição de técnicas/métodos de apresentação e navegação adaptativa a serem utilizadas.

Como meios de expor os conteúdos, determinaram-se quatro tipos de mídias: esquemas gráficos, links, texto descritivo e vídeos. Já a escolha das dimensões de estilos cognitivos a serem considerados exigiu um estudo prévio sobre o tema, conforme discorre a subseção 5.2.1.

### 5.2.1 Estilos Cognitivos

Estilos cognitivos podem ser compreendidos como heurísticas de alto nível que organizam e gerenciam o comportamento do indivíduo durante o processo de aprendizagem. Designam tendências de abordagens individuais utilizadas na resolução de problemas, recepção e recuperação de informações memorizadas; representam o meio preferido através do qual um indivíduo processa a informação; correspondem a uma das características mais estáveis dos indivíduos, apresentando-se em padrões invariantes e individuais (ALLPORT, 1937; BARIANI, 1998; DUFRESNE, 1997; FIERRO, 1990; MESSIK, 1984).

Possuir um estilo cognitivo denota uma tendência para se comportar de certa maneira. Contudo, diferentes estilos não implicam em níveis de habilidade, capacidade ou inteligência distintos, mas sim, tratam do modo preferencial com que o indivíduo emprega suas habilidades e compreende um assunto. Não existem estilos negativos ou positivos, apenas diferentes (BARIANI, 1998; HARVEY, 1961; KOGAN 1971, 1964; MESSIK, 1984).

De acordo com Messick (1984), os estilos cognitivos desenvolvem-se lentamente através da experiência, de modo que não parecem ser facilmente modificáveis através de instruções ou treinamento específicos (MESSICK, 1984). Deste modo, abstrair os usuários do sistema em termos de seus estilos cognitivos representa uma boa alternativa para o presente trabalho.

Diversos estilos cognitivos foram identificados e estudados ao longo dos anos – Messick (1984) levanta 19 dimensões de estilos cognitivos em seu trabalho (BARIANI, 1998; MESSICK, 1984). Seguindo a tendência de autores em não tratar a totalidade das dimensões dos estilos cognitivos em estudos que envolvem os mesmos (AMARAL, 2008; BARIANI, 1998; GELLER, 2004), para o presente trabalho foram estudadas as quatro dimensões de estilos cognitivos mais utilizadas, discutidas e investigadas na área de sistemas Hipermídia Adaptativa, a saber (MESSICK, 1984):

### 1. Dependência x Independência de Campo

Dependência de campo: indivíduos contam com uma estrutura externa de referência, logo preferem conteúdo e sequência previamente organizados e requerem reforço extrínseco. Possuem desenvoltura em situações que exigem percepção pessoal e habilidades interpessoais, gostam de aprender em grupo e demonstram dificuldades para tecer críticas ao avaliar pessoas;

Independência de campo: pessoas possuem uma estrutura interna de referência, fazendo com que optem por envolver-se na organização e sequenciação dos conteúdos. Respondem a reforço intrínseco, destacam-se em situações que exigem uma análise impessoal e corrigem os demais com facilidade, expondo os motivos pelos quais erraram. Ainda, preferem aprender independentemente e individualizadamente.

### 2. Impulsividade x Reflexividade de Resposta

Impulsividade de resposta: indivíduos não se preocupam em ponderar e organizar previamente uma resposta;

Reflexividade de resposta: pessoas cujos pensamentos são mais organizados, sequenciados e que ponderam previamente uma resposta.

### 3. Convergência x Divergência de Pensamento

Convergência de pensamento: indivíduos com raciocínio lógico. Possuem habilidade em lidar com problemas que exigem uma única solução correta, preferem problemas formais e tarefas melhor estruturadas. São conformistas, disciplinados e conservadores;

Divergência de pensamento: associado à criatividade, respostas imaginativas, originais e fluentes. São pessoas que preferem problemas menos estruturados e possuem destreza em tratar problemas que demandam a generalização de diversas respostas igualmente aceitáveis.

### 4. Holista x Serialista

Holista: indivíduos que dão maior ênfase ao contexto global desde o início de uma tarefa e optam por examinar uma grande quantidade de dados buscando padrões e relações entre eles

Serialista: enfatizam tópicos separados e em sequências lógicas, para depois buscar padrões e relações no processo, de modo a confirmar ou não suas hipóteses.

A seguir, são descritas as decisões tomadas até a definição das dimensões de estilos cognitivos e as formas de promover a adaptação a serem consideradas no modelo.

### 5.2.2 Estilos Cognitivos x Mídias x Adaptação

Com o intuito de restringir ainda mais a quantidade de dimensões de estilos cognitivos a serem considerados no presente trabalho, foi realizado um estudo cujo resultado, visualizado no Quadro 6, relaciona possíveis estilos cognitivos às mídias anteriormente definidas.

A confecção do quadro deu-se da seguinte forma: analisando as características dos estilos cognitivos apresentados na seção 5.2.1, bem como considerando a revisão da literatura (AMARAL, 2008; BARIANI, 1998; GELLER, 2004), tornou-se possível definir quais estilos cognitivos cada tipo de mídia melhor contemplaria. Os pares de estilos cognitivos foram destacados com mesma cor visando facilitar a visualização. Uma mídia pode não contemplar todos os estilos cognitivos.

MÍDIAS	ESTILO COGNITIVO
Esquemas gráficos	Independente
	Impulsivo
	Divergente
Links	Dependente
	Divergente
	Holista
Texto descritivo	Independente
	Reflexivo
	Convergente
	Holista
Vídeos	Dependente
	Convergente
	Serialista

**Quadro 6 - Estilos Cognitivos contemplando distintas Mídias**  
**Fonte: Baseado em AMARAL, 2008; BARIANI, 1998; GELLER, 2004.**

Logo, é possível perceber que apenas os pares “Independência x Dependência” e “Convergência x Divergência” foram contemplados pelos quatro tipos de mídia, fato que justifica a escolha apenas destas dimensões para serem consideradas no modelo. Deste modo, o Quadro 7 (- Mídias x Estilos Cognitivos) sintetiza as mídias e estilos cognitivos selecionados para serem

considerados no modelo, relacionando quais mídias são mais indicadas para atender a cada estilo cognitivo.

<b>Mídias</b> <b>Estilos</b>	Esquemas gráficos	Links	Texto descritivo	Vídeos
Dependente		X		X
Independente	X		X	
Convergente			X	X
Divergente	X	X		

**Quadro 7 - Mídias x Estilos Cognitivos**

**Fonte: Autoria Própria.**

Tomada esta decisão, ainda era necessário definir, a partir das técnicas e/ou métodos de HA estudados, de que modo a adaptação seria provida. Determinou-se a explicação variante para promover anotação adaptativa, enquanto a navegação adaptativa seria realizada por meio de ocultação adaptativa de links.

A explicação variante, cuja proposta consiste em armazenar variações de alguns conteúdos e, no momento da exibição, expor o conteúdo que mais se adapte ao modelo do usuário (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2002), foi escolhida tendo em vista que o sistema irá armazenar as quatro mídias distintas para o mesmo conteúdo e, no momento de apresentar ao aluno, serão exibidas as mídias que se adequam ao seu estilo cognitivo (com base no Quadro 7).

Já a ocultação adaptativa, na qual o espaço de navegação é restringido por meio do ocultamento de *links* que levam a nodos não relevantes (BRUSILOVSKY, 1996; 2001), é aplicada através da remoção do link – cada aluno só tem acesso aos links que conduzem às mídias adequadas a seu perfil.

A fim de compactar o resultado obtido a partir de todas as análises acima descritas, o Quadro 8 indica, para cada estilo cognitivo, quais mídias e técnicas/métodos de adaptação serão utilizados no desenvolvimento do modelo.

<b>Dependente</b>	Mídias	Links e vídeos
	Técnicas/métodos de adaptação	Explicação variante e ocultação adaptativa
<b>Independente</b>	Mídias	Esquemas gráficos e texto descritivo
	Técnicas/métodos de adaptação	Explicação variante e ocultação adaptativa
<b>Convergente</b>	Mídias	Texto descritivo e vídeo
	Técnicas/métodos de adaptação	Explicação variante e ocultação adaptativa
<b>Divergente</b>	Mídias	Esquemas gráficos e links
	Técnicas/métodos de adaptação	Explicação variante e ocultação adaptativa

**Quadro 8 - Estilos Cognitivos x Mídias x Adaptação**

Fonte: Autoria Própria.

### 5.2.3 Sondagem Inicial

Tornar possível uma adaptação de sistemas HA a diferentes estilos cognitivos exige reconhecer a qual estilo cada usuário do sistema está atrelado. Para tanto, foi aplicado um questionário que serve de escala para categorizar os estilos cognitivos. Este foi desenvolvido por Bariani (1998) com base em um modelo criado por Rensis Likert no ano de 1932 e foi utilizado em pesquisas que abrangeram assuntos similares ao presente trabalho (AMARAL, 2008; BARIANI, 1998; GELLER, 2004).

Tendo em vista que o questionário proposto aborda estilos cognitivos além daqueles selecionados para o presente trabalho, foram filtradas as perguntas de modo que apenas aquelas que identificam os estilos dependente, independente, convergente e divergente fossem coletadas. Estas perguntas podem ser visualizáveis no Quadro 9.

<b>Estilo Cognitivo</b>	<b>Perguntas</b>
Dependente	01. Eu fico desanimado quando não sou elogiado pelo meu trabalho;
	02. Eu prefiro conteúdos mais estruturados e com apresentação lógica;
	03. Eu prefiro trabalhar e aprender em grupo;
	04. Eu prefiro realizar trabalhos acadêmicos a partir de roteiros pré estabelecidos, elaborados por professores, ou outras pessoas;
Independente	05. Quando estou estudando, eu prefiro decidir sozinho o que fazer, quando e como;
	06. Eu sou auto-disciplinado para os estudos;
	07. Eu tenho facilidade para criticar e corrigir o trabalho de outras pessoas;
	08. Eu prefiro professores que se preocupam mais com o conteúdo do que com as relações pessoais estabelecidas na sala de aula;
Convergente	09. Em geral, eu considero difícil criar algo original;
	10. Com frequência, eu tenho dificuldade para manifestar meus sentimentos e emoções;
	11. Comumente, eu sigo as orientações dadas sem questionar;
	12. Eu costumo aceitar as regras estabelecidas;
Divergente	13. Muitas vezes, eu tenho uma interpretação diferente dos outros, perante a leitura de um texto;
	14. Eu aprecio experimentar situações novas;
	15. Eu sou capaz de formular respostas originais e criativas, com frequência;
	16. Eu aprecio ousar e tentar criar algo diferente.

**Quadro 9 - Categorização dos itens da escala de acordo com a dimensão de estilo cognitivo**

Fonte: Adaptado de Bariani, 1998.

Como opção de respostas, têm-se: DT (discordo totalmente), D (discordo), I (indeciso), C (concordo) e CT (concordo totalmente). Cada resposta possui uma pontuação de 1 a 5, sendo 1 para DT, 2 para D, 3 para I, 4 para C e 5 para CT. Para cada grupo de estilo cognitivo, são somadas as pontuações das respostas dadas pelo indivíduo e é calculada a média. O grupo que obtiver a maior média corresponde ao estilo cognitivo predominante do usuário (BARIANI, 1998).

Para o teste ao qual o modelo foi submetido, as perguntas foram reordenadas de modo causal (BARIANI, 1998) para então serem aplicadas aos usuários através do ambiente Moodle, conforme explicitado adiante na subseção 5.4.

A seguir são apresentados os diagramas de casos de uso e de atividades, os quais representam o modelo de mediação em ambientes virtuais de aprendizagem.

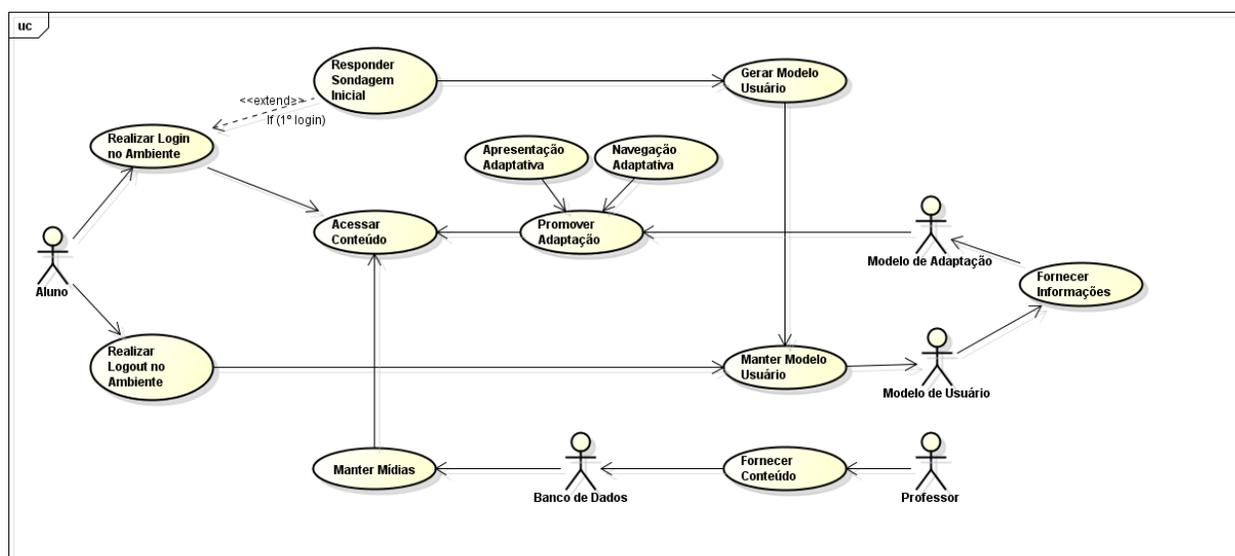
### 5.3 MODELO DE MEDIAÇÃO

O modelo desenvolvido pode ser visualizado nas subseções a seguir em termos dos diagramas de caso de uso e de atividades.

#### 5.3.1 Diagrama de Casos de Uso

Casos de Uso constituem uma técnica baseada em cenários para descrever os requisitos, de modo que cada cenário representa um encadeamento isolado ao longo do caso de uso (SOMMERVILLE, 2007). Os diagramas de caso de uso para o presente trabalho estão descritos nesta seção.

O diagrama de caso de uso 1 exibe uma visão geral do modelo. Ilustrado por meio da Figura 9, o diagrama retrata um conjunto de casos de usos menores os quais, relacionados entre si e entre atores, representam uma visão geral do funcionamento do modelo, desde o acesso do aluno ao ambiente, a promoção da adaptação e o armazenamento das informações nas bases de dados.



**Figura 9 - Caso de Uso 1 - Visão geral do modelo**

Fonte: Autoria Própria

Com o intuito de explicar detalhadamente o caso de uso representado na Figura 9, é apresentada uma síntese dos casos de uso que o compõem, visualizada no Quadro 10.

Caso de Uso	Descrição
Realizar login no ambiente	O aluno, através de nome de usuário e senha, realiza login no ambiente virtual.
Realizar logout no ambiente	Em qualquer momento que desejar, o aluno pode realizar logout do ambiente virtual. As ações por ele realizadas permanecem armazenadas na base de dados do ambiente.
Responder sondagem inicial	Após o aluno realizar login no ambiente, é permitido a ele responder ao questionário que representa a sondagem inicial para definição de seu estilo cognitivo.
Gerar modelo usuário	Uma vez que o aluno respondeu a sondagem inicial, é gerado um modelo de usuário, no qual constam, dentre outras informações, o estilo cognitivo do aluno.
Acessar conteúdo	O aluno acessa conteúdos relativos a um determinado assunto.
Promover adaptação	De modo transparente ao usuário, é promovida a adaptação dos conteúdos de acordo com seu estilo cognitivo.
Apresentação adaptativa	São usadas técnicas de apresentação adaptativa para promover a adaptação – no caso deste trabalho, explicação variante.
Navegação adaptativa	São usadas técnicas de navegação adaptativa para promover a adaptação – no caso deste trabalho, ocultação adaptativa de links.
Manter modelo usuário	As atividades realizadas pelo usuário são armazenadas no modelo de usuário, para que, mantendo este sempre atualizado, a adaptação sempre seja promovida de acordo com as necessidades do aluno.
Manter mídias	A base de dados do AVA é responsável por manter as diversas formas de apresentação do conteúdo.
Fornecer conteúdo	O professor é responsável por inserir o conteúdo na base de dados.
Fornecer informações	O modelo de usuário fornece informações ao modelo de adaptação para que esta possa ser promovida – no caso deste trabalho, a principal informação manipulada é o estilo cognitivo do usuário em questão.

### Quadro 10 - Descrição do Caso de Uso 1

Fonte: Autoria Própria

Contudo, assume-se que cada aluno caracteriza-se por um estilo cognitivo – dependente, independente, divergente ou convergente – e que as mídias exibidas variam com este estilo. Assim, tornou-se indispensável desenvolver demais diagramas de casos de uso que representassem as possíveis situações de herança relativas ao ator aluno e suas respectivas formas de adaptação. A Figura 10 exibe o diagrama de caso de uso para o usuário do tipo dependente, acompanhado das mídias links e vídeos.

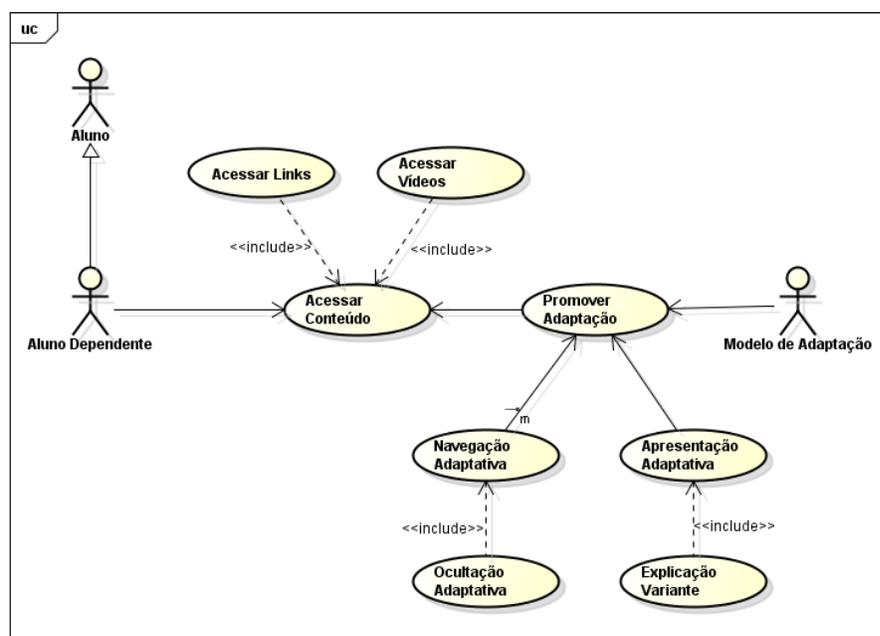
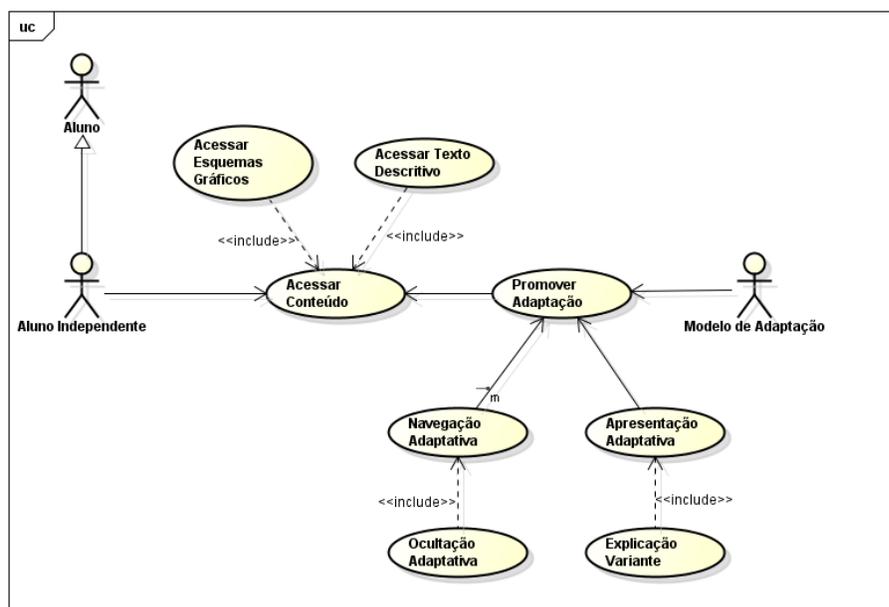


Figura 10 - Caso de Uso 2 - Aluno Dependente

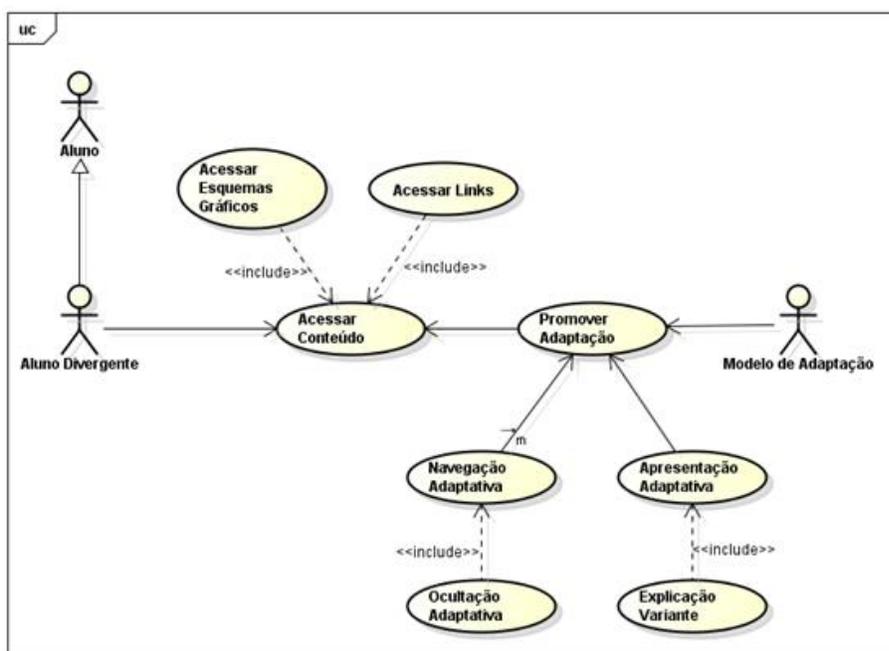
Fonte: Autoria Própria

Na Figura 11 é possível observar o caso de uso elaborado para o tipo de aluno independente. Aqui, as mídias correspondem a esquemas gráficos e texto descritivo.



**Figura 11 - Caso de Uso 3 - Aluno Independente**  
**Fonte: Autoria Própria**

Já o caso de uso para o aluno divergente é representado através da Figura 12. É possível observar que, conforme determinado, este tipo de aluno manipula mídias do tipo esquemas gráficos e links.



**Figura 12 - Caso de Uso 4 - Aluno Divergente**  
**Fonte: Autoria Própria**

Por fim, a Figura 13 representa o caso de uso para o aluno convergente, para o qual são exibidas as mídias vídeo e texto descritivo.

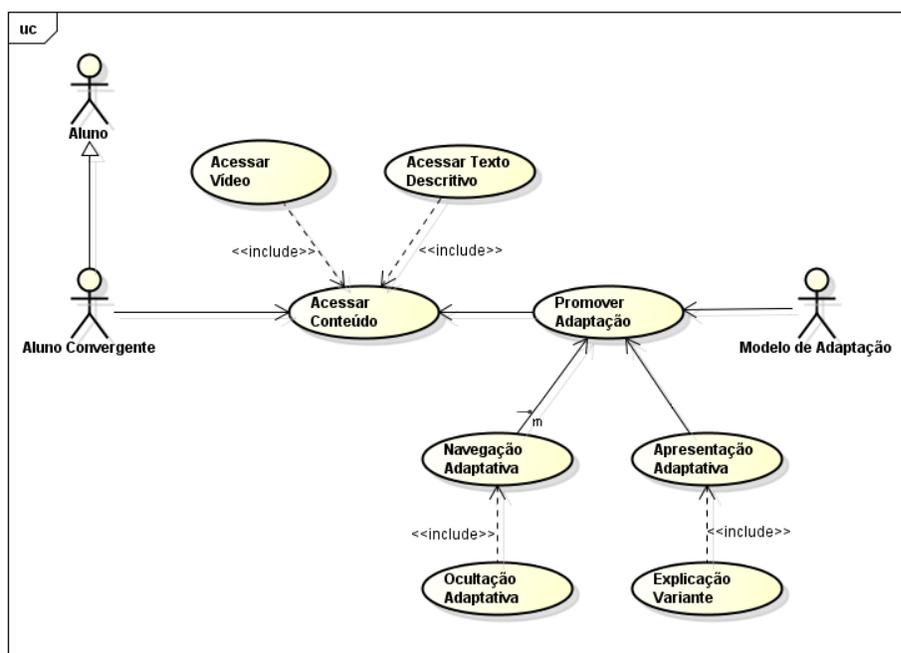


Figura 13 - Caso de Uso 5 - Aluno Convergente

Fonte: Autoria Própria

O Quadro 11 explica, de modo generalizado, os diagramas de casos de uso representados nas figuras 10, 11, 12 e 13.

Caso de Uso	Descrição
Aluno [Dependente, Independente, Convergente, Divergente]	Correspondem a generalizações do usuário mais genérico Aluno.
Acessar conteúdo	O aluno acessa conteúdos relativos a um determinado assunto. Este caso de uso inclui o acesso às mídias relativas a cada tipo de usuário.
Promover adaptação	De modo transparente ao usuário, é promovida a adaptação dos conteúdos de acordo com seu estilo cognitivo.
Navegação adaptativa	Este caso de uso inclui a “Ocultação Adaptativa”, técnica de navegação adaptativa selecionada para o presente trabalho.
Apresentação adaptativa	Este caso de uso inclui a “Explicação Variante”, método de apresentação adaptativa selecionado para o presente trabalho.

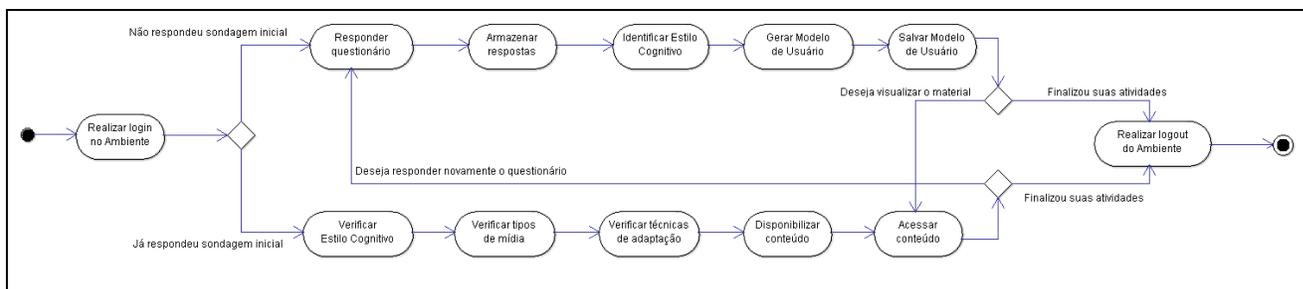
Quadro 11 – Descrição Generalizada dos Casos de Uso 2, 3, 4 e 5

Fonte: Autoria Própria

A seguir, é exibido o diagrama de atividades elaborado para o modelo de mediação proposto.

### 5.3.2 Diagrama de Atividades

Diagramas de Atividades possuem o objetivo de mostrar o fluxo de atividades em um único processo. As atividades são conectadas através de arcos (transições), os quais indicam as dependências entre as mesmas (SOMMERVILLE, 2007). O diagrama de atividades para o modelo desenvolvido pode ser visualizado na Figura 14.



**Figura 14 - Diagrama de Atividades**

**Fonte: Autoria Própria**

É possível verificar, a partir do diagrama, duas cadeias de atividades que se destacam: a primeira relativa ao conjunto de atividades de um aluno que não tenha respondido ao questionário inicial; a segunda relacionada ao grupo de atividades realizadas pelo aluno quando este já respondeu ao questionário inicial.

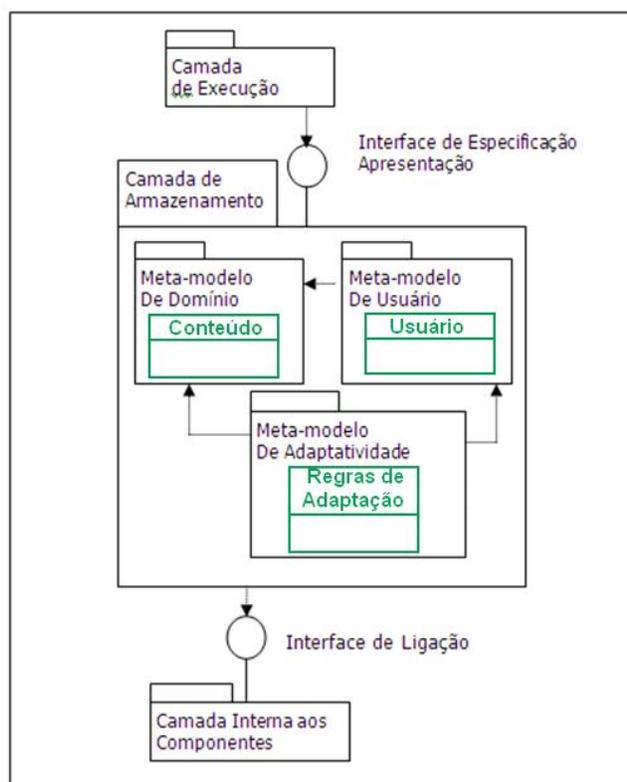
O aluno que não respondeu ao questionário pode cumprir esta atividade, de modo que suas respostas sirvam como base para identificar seu estilo cognitivo e, deste modo, o material possa ser disponibilizado. Após responder ao questionário, o usuário possui acesso aos conteúdos e a possibilidade de responder novamente ao questionário caso julgue necessário.

Cabe aqui elencar o modelo de referência de Munich como a base para o desenvolvimento do presente modelo. Este, conforme estudado na seção 4.6.3, mantém uma estrutura com três camadas – execução, armazenamento e interna aos componentes. O presente trabalho relaciona-se especialmente com a camada de armazenamento, uma vez que seus submodelos constituíram a referência adequada ao desenvolvimento do modelo exposto ao longo deste trabalho.

O meta-modelo de domínio representa a base de dados na qual estão armazenadas as distintas formas de exibição do conteúdo. A partir deste meta-modelo é possível ter acesso aos componentes adaptativos. Já o meta-modelo de usuário corresponde à manipulação do modelo de usuário – incluindo sua identificação quando entra no sistema e a detecção do seu estilo

cognitivo. A partir destas informações é que o meta-modelo de domínio pode identificar o conjunto de atributos de um usuário específico.

Por fim, o conjunto de regras que determina qual mídia e técnica/método adaptativo utilizar para tornar o sistema adaptável a cada perfil de usuário está inserido no meta-modelo de adaptatividade, o qual depende do meta-modelo de usuário para identificar seu perfil e promover a adaptação. A Figura 15 apresenta o modelo de referência de Munich adaptado ao contexto do presente trabalho.



**Figura 15 - Adaptação do Modelo de Referência de Munich**  
**Fonte: Autoria Própria**

A seção seguinte possibilita uma melhor compreensão de como o presente modelo relaciona-se com o modelo de Munich, uma vez que discorre como cada meta-modelo foi implementado na prática.

#### 5.4 APLICAÇÃO DO MODELO NO AMBIENTE MOODLE

Com o intuito de aplicar o modelo desenvolvido e, deste modo, validar sua utilidade e importância em ambientes virtuais de aprendizagem, este foi testado no ambiente Moodle a partir de um programa desenvolvido em linguagem Java.

O Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) é um ambiente desenvolvido em código aberto (*open source*) que busca abolir a distinção entre alunos e professores, fazendo com que os estudantes possam participar do ambiente efetuando atividades que, até então, apenas os professores poderiam realizar (MOODLE, 2013).

Quanto aos aspectos técnicos, o Moodle corresponde a uma aplicação baseada na Web formada por dois componentes: um servidor central em uma rede IP (*Internet Protocol*) (contendo os scripts, *softwares*, diretórios, bancos de dados, etc.) e os clientes de acesso ao seu ambiente virtual (ou seja, qualquer navegador da Web). É totalmente desenvolvido em linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*) e suporta vários tipos de bases de dados, em especial o MySQL (*My Structured Query Language*) (MOODLE, 2013).

Visando simular uma situação de uso mais próxima possível da realidade, os testes tiveram como base o conteúdo “Sistemas de Arquivos” da disciplina de “Sistemas Operacionais” ofertada para o curso Bacharelado em Sistemas de Informação da UTFPR. O conteúdo ministrado em sala de aula (arquivo em formato de apresentação de slides) foi fornecido pelo professor da disciplina para que pudesse ser utilizado durante o teste.

Portanto, a primeira atividade consistiu em buscar distintas mídias – esquemas gráficos, links, textos descritivos e vídeos – que apresentassem o mesmo conteúdo daquele tomado como base. Após seleção das mídias, as mesmas passaram por aprovação do professor da disciplina de Sistemas Operacionais, de modo a comprovar que todas tratavam do mesmo assunto base – “Sistemas de Arquivos”.

A próxima atividade consistiu na instalação do servidor Moodle e criação do curso “Sistemas Operacionais Teste”. Visando manter o padrão utilizado por professores do Departamento Acadêmico de Informática da UTFPR, determinou-se que o curso fosse dividido em semanas. Uma visão geral do curso criado pode ser tomada por meio da Figura 16.

The screenshot shows a Moodle course page titled "Sistemas Operacionais Teste". The browser address bar indicates the URL is localhost/moodle/course/view.php?id=2. The user is logged in as "Andressa Déta". The page layout includes a navigation menu on the left with options like "Página principal", "Minha página principal", "Páginas do site", "Meu perfil", and "Disciplina atual". The main content area displays a calendar view for the course, with the current week highlighted in blue. The selected week is "22 Agosto - 28 Agosto", which contains a "Fórum Notícias" section with a post titled "Estilo Cognitivo". The post text reads: "Após responder este questionário, será possível promover a adaptação de seus conteúdos a partir de seu estilo cognitivo. Portanto, responda as perguntas com sinceridade e sinta-se à vontade para responder outras vezes caso ache que as respostas poderiam ser diferentes!". Below the forum post, there is a "Material Aula" section with the text "Material sobre o assunto dado em sala de aula". The right sidebar contains several widgets: "Procurar nos fóruns", "Últimas notícias", "Próximos eventos", and "Atividade recente".

**Figura 16 - Visão do curso criado no AVA Moodle**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Na semana “22 Agosto – 26 Agosto” foram inseridos a apresentação de slides sobre “Sistemas de Arquivos”, fornecido pelo professor da disciplina Sistemas Operacionais, bem como o questionário desenvolvido para a detecção do estilo cognitivo do aluno (conforme explícito na subseção 5.2.3). Um trecho do questionário é destacado na Figura 17.

The screenshot shows a Moodle quiz attempt page titled "Estilo Cognitivo". The browser address bar indicates the URL is localhost/moodle/mod/quiz/attempt.php?attempt=26. The user is logged in as "Andressa Déta". The page layout includes a navigation menu on the left with options like "Página principal", "Minha página principal", "Páginas do site", "Meu perfil", and "Disciplina atual". The main content area displays the quiz questions. The first question is: "Eu prefiro realizar trabalhos acadêmicos a partir de roteiros pré estabelecidos, elaborados por professores, ou outras pessoas". The second question is: "Eu sou auto-disciplinado para os estudos". The third question is: "Eu tenho facilidade para criticar e corrigir o trabalho de outras pessoas". Each question has five radio button options: a. Discordo totalmente, b. Discordo, c. Indeciso, d. Concordo, e. Concordo totalmente. The right sidebar contains a "Procurar nos fóruns" widget.

**Figura 17 - Questionário Estilo Cognitivo**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Com relação ao ambiente Moodle, apenas estas configurações tiveram de ser realizadas dentro do curso criado. A seguir, serão descritos dois módulos essenciais para que o modelo desenvolvido pudesse ser testado: base de dados do AVA Moodle e programa em linguagem Java.

#### 5.4.1 Base de dados do Moodle

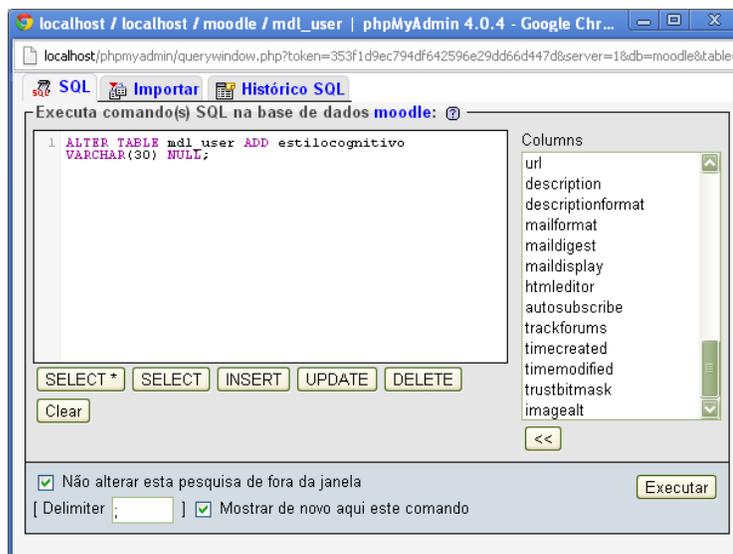
A base de dados utilizada para o desenvolvimento dos testes correspondeu ao MySQL, a qual é passível de ser manipulada através da ferramenta phpMyAdmin – adotada ao longo do desenvolvimento.

Uma vez instalado o servidor Moodle, são criadas automaticamente as tabelas essenciais ao funcionamento do ambiente. Para que o teste pudesse ser realizado sobre o ambiente Moodle, algumas tabelas tiveram de ser consideradas, conforme mostra o Quadro 12:

<b>Tabelas Moodle</b>	<b>Conteúdo</b>
<i>mdl_question_attempts</i>	Contém as respostas do questionário respondido pelo aluno. A cada nova tentativa de resposta, os valores antigos são sobrescritos. <b>Campos importantes:</b> <i>questionid</i> (um número que identifica cada questão do questionário) e <i>responsesummary</i> (contém a resposta selecionada pelo usuário).
<i>mdl_user</i>	Contém as informações do usuário – logo, o modelo de usuário é baseado nesta tabela. <b>Campos importantes:</b> <i>id</i> (um número que representa o usuário).
<i>mdl_course_sections</i>	Contém o conteúdo inserido em cada seção (no caso do curso criado, contém o conteúdo inserido em cada semana). <b>Campos importantes:</b> <i>id</i> (um número que representa a semana) e <i>summary</i> (do tipo longtext, contém o html que representa o conteúdo inserido).

**Quadro 12 - Tabelas do ambiente Moodle utilizadas**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Como alteração na estrutura das tabelas, a única necessidade consistiu na criação de um novo campo na tabela *mdl\_user*, intitulado “*estilocognitivo*”, destinado a receber o estilo do usuário uma vez que este for identificado. O comando SQL para a criação do campo pode ser conferido na Figura 18.



**Figura 18 - Comando SQL para criação de campo na Tabela *mdl\_user***  
**Fonte: Autoria Própria.**

Na Figura 19 é possível observar um trecho da tabela *mdl\_user* na qual o usuário de *id* 1 não respondeu ao questionário (seu estilo cognitivo está *NULL*), enquanto o usuário de *id* 2 possui estilo cognitivo Divergente – detectado após este responder ao questionário.

	id	auth	confirmed	maildigest	maildisplay	timemodified	trustbitmask	imagealt	etilocognitivo
<input type="checkbox"/>	1	manual	1	0	2	1376500112	0	NULL	NULL
...									
<input type="checkbox"/>	2	manual	1	0	1	1376500683	0	NULL	Divergente

**Figura 19 - Tabela *mdl\_user***  
**Fonte: Autoria Própria.**

A responsabilidade de detectar o estilo cognitivo cabe ao programa elaborado em linguagem Java, conforme explicita a subseção a seguir.

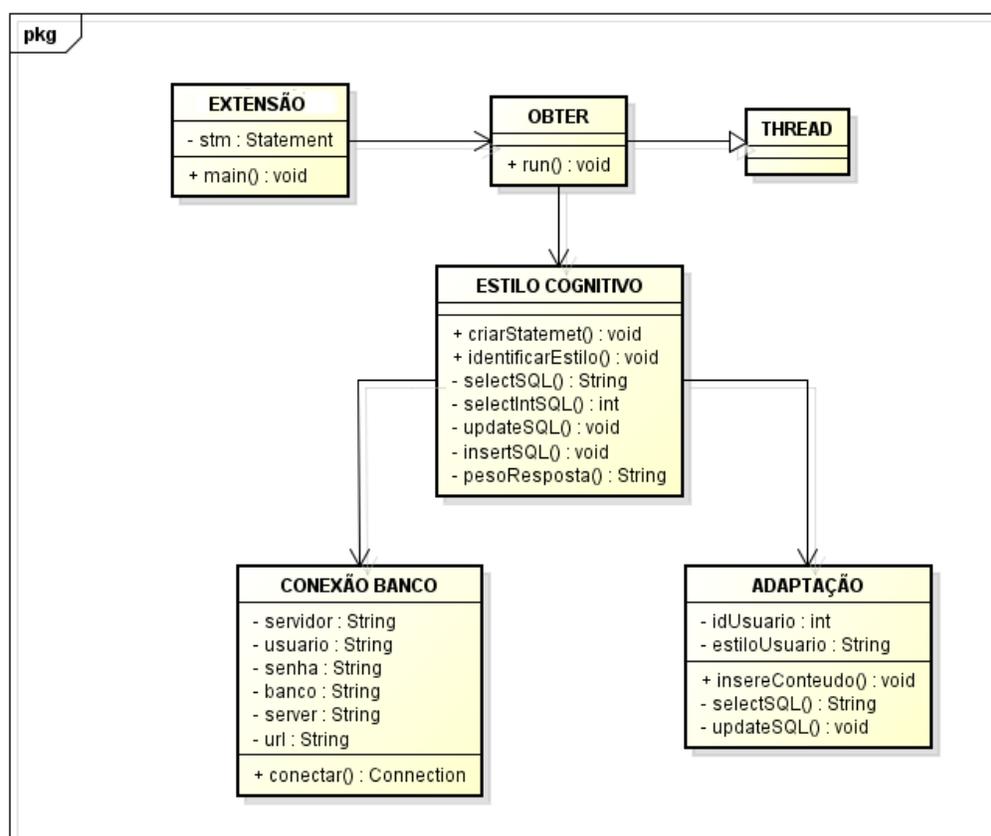
#### 5.4.2 Programa em linguagem Java

O programa desenvolvido em linguagem Java funciona como uma extensão para o ambiente virtual Moodle, destacando-se as seguintes classes (as quais podem ser visualizáveis na Figura 20 - Diagrama de Classes):

*ConexãoBanco* – esta classe é responsável por realizar a conexão com a base de dados do Moodle;

*EstiloCognitivo* – aqui, são capturadas as repostas do questionário informadas pelo usuário a partir da tabela *mdl\_question\_attempts*. As respostas são manipuladas a partir de seus pesos, conforme explicitado na seção 5.2.3 e, deste modo, é possível chegar ao estilo cognitivo do usuário em questão;

*Adaptação* – após identificar o estilo cognitivo do usuário, esta classe é responsável por inserir os conteúdos adequados ao estilo daquele aluno na tabela *mdl\_course\_sections*. Deste modo, quando o usuário visitar a página inicial do curso “Sistemas Operacionais Teste”, será exibido apenas o conteúdo que melhor se adéqua a seu estilo cognitivo na semana “29 Agosto – 4 Setembro”.

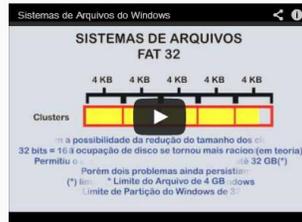


**Figura 20 - Diagrama de Classes**

**Fonte: Autoria Própria.**

No caso do usuário de *id* 2, cujo estilo cognitivo é Divergente (conforme armazenado na tabela *mdl\_user* – Figura 19), o conteúdo é exposto da seguinte forma:

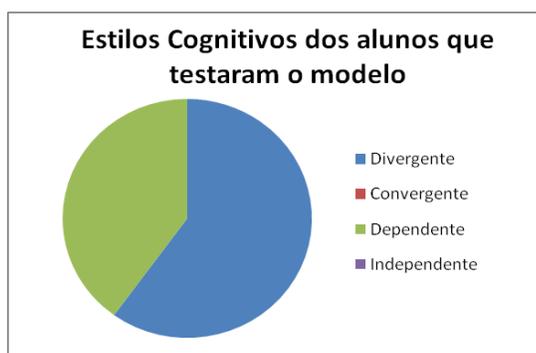


Estilo/mídias	Apresentação do Conteúdo
<p>Convergente/                      Texto                      descritivo e                      vídeos</p>	<p>29 Agosto - 4 Setembro                      Saiba mais...</p> <p>Texto sobre o assunto: <a href="http://pt.wikibooks.org/wiki/Sistemas_operacionais/Sistemas_de_arquivos">http://pt.wikibooks.org/wiki/Sistemas_operacionais/Sistemas_de_arquivos</a></p>  
<p>Dependente/                      Link e videos</p>	<p>29 Agosto - 4 Setembro                      Saiba mais...</p> <p>Link adicional: <a href="http://www.slideshare.net/jaocferreira/sistemas-de-arquivos">http://www.slideshare.net/jaocferreira/sistemas-de-arquivos</a></p> <p>Videos:</p>  



Os alunos fizeram uso do ambiente adaptável respondendo ao questionário e acessando o conteúdo adaptado a seu estilo. Nos relatos obtidos por meio de conversa informal, todos consideraram a apresentação de mídias além do material dado em sala de aula uma forma de enriquecer ainda mais o conhecimento do aluno. Valorizaram ainda mais o modelo porque este traz a mídia adaptada ao estilo do aluno, motivando-o ainda mais a acessar o material complementar.

Na Figura 22 é possível verificar os Estilos Cognitivos identificados nos alunos que realizaram os testes. Percebe-se que dentre os alunos participantes, apenas os estilos “Divergente” e “Dependente” foram identificados. Logo, apenas as mídias esquemas gráficos, links e vídeos foram exibidas aos usuários – distribuídas nos estilos cognitivos correspondentes.



**Figura 22 - EC dos alunos que realizaram o teste**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Seria interessante aplicar o teste a uma amostra maior de alunos (neste caso foram apenas 5) para que mais estilos fossem identificados e o modelo pudesse ser validado com maior precisão. Ainda assim, esta aplicação foi uma excelente oportunidade de verificar o modelo em execução.

## 6 CONCLUSÕES

Com o intuito de fornecer apoio a professores e alunos, incentivando ambos a participar ativamente do processo de aprendizagem, o presente trabalho dedicou-se ao desenvolvimento do modelo de mediação para AVAs.

Para tanto, a revisão da literatura realizada foi de grande importância, de modo que cada termo abordado forneceu sua parcela de contribuição para o desenvolvimento do modelo. A partir do estudo de Design de Interação, foi possível compreender a importância de considerar as perspectivas dos usuários no desenvolvimento de tecnologias, de modo que o usuário deva estar presente e ser consultado em todas as etapas do desenvolvimento de um produto.

No caso deste trabalho, cada etapa do processo de Design de Interação foi executada tomando o usuário como agente central, focando suas necessidades como requisitos para desenvolver o modelo.

Com relação aos estudos de Sistemas Hipermídia Adaptativa, o assunto destaca-se principalmente por apontar quais recursos de hipermídia podem ser alterados para prover adaptação. Deste modo, durante a idealização do modelo, pensar em como promover a adaptação tornou-se uma tarefa simplificada, uma vez que o conjunto de métodos/técnicas de adaptação existentes já havia sido investigado e o escopo estava sintetizado nas opções estudadas.

O modelo de referência de Munich forneceu a base para o desenvolvimento do modelo apresentado neste trabalho. Comparando o modelo de Munich com o desenvolvido no presente trabalho, destacam-se os sub modelos meta-modelo de usuário e de adaptatividade. O primeiro porque passou a considerar, além das demais características do usuário, seu estilo cognitivo. Já o meta-modelo de adaptatividade consiste nas regras de adaptação - explicação variante e ocultação adaptativa - aliadas ao tipo de conteúdo para cada perfil de usuário.

Ainda destaca-se a revisão realizada sobre Estilos Cognitivos, pois é a partir desta característica do usuário que o modelo realiza a adaptação. Considerou-se que os estilos são tendências de abordagens de usuários (BARIANI, 1998; MESSIK, 1984), de modo que foi possível agrupá-los em estilos semelhantes e aplicar o conteúdo do modo que mais adequado a cada estilo.

Contudo, assume-se que as características individuais podem sofrer alterações ao longo do tempo, de modo que o estilo cognitivo predominante se altere nos indivíduos. Assim, é

importante manter uma alternativa que permita que o usuário sempre atualize suas informações e, deste modo, mantenha a adaptação realmente válida. No caso deste trabalho, existe a possibilidade do usuário responder novamente ao questionário, escolhendo a resposta que mais se adeque às suas sensações momentâneas.

A validação no ambiente Moodle foi importante para que o modelo, até então representado apenas em formas de diagramas, pudesse ser visualizável em uma situação prática que simulou a realidade. Ainda que a avaliação realizada tenha sido limitada (um pequeno grupo de usuários testando em uma máquina local), observar a adaptação sendo promovida para cada distinto perfil cognitivo confirma que a aplicação do modelo em AVAs favorece e estimula a aprendizagem por parte dos usuários – conforme relatos dos próprios alunos que utilizaram o modelo.

Assim, conclui-se que fazer uso do modelo de mediação para AVAs pode consistir em uma alternativa para que cursos que fazem uso da EAD proporcionem um ambiente mais favorável ao processo de aprendizagem de seus alunos.

Contudo, assume-se que alguns aspectos poderiam ser mais bem abordados para que os resultados deste trabalho fossem ainda mais satisfatórios. A subseção a seguir destaca alguns desses pontos.

## 6.1 TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista diversos fatores como disponibilidade de tempo, complexidade do trabalho, entre outros, algumas escolhas tiveram de ser feitas durante o desenvolvimento deste projeto, deixando outras oportunidades em segundo plano. Contudo, estas abrem um conjunto de opções de futuros trabalhos a serem realizados, os quais podem tomar como base aquilo que não foi aplicado no presente projeto de modo a aperfeiçoar ainda mais o que foi desenvolvido.

Como sugestões, destacam-se:

- ° Considerar demais características do usuário citadas por Brusilovsky (1996), como conhecimento, objetivos, prática e experiência, preferências, velocidade de aprendizagem, bem como ampliar para demais âmbitos que envolvam, por exemplo, sentimento do usuário;

- ° Considerar mais opções de apresentação e navegação adaptativa – tendo em vista que neste projeto foram utilizados apenas dois métodos/técnicas de adaptação;
- ° Considerar os demais estilos cognitivos existentes, além dos quatro abordados neste trabalho;
- ° Considerar outros tipos de mídias existentes para expor o conteúdo aos alunos;
- ° Inserir a extensão dentro do ambiente virtual – neste caso o Moodle – para que, uma vez que o aluno acesse o ambiente, não seja necessário executar um programa em segundo plano para promover a adaptação;
- ° Ampliar a validação da adaptação através de avaliação aplicada aos usuários, verificando se o conteúdo adaptado realmente serviu para apoiar a aprendizagem;
- ° Ampliar a avaliação do modelo para que estes sejam realizados em disciplinas que utilizam AVAs como suporte ao processo de ensino;
- ° Dinamizar o modelo de modo que este possa considerar distintas características do usuário enquanto este fizer uso de um ambiente adaptável, não dependendo apenas do estilo cognitivo do aluno captado por meio da sondagem inicial.

Estes são alguns aspectos que podem ser trabalhados em futuros projetos para que o modelo aqui proposto seja aperfeiçoado e cumpra da melhor forma possível os objetivos que se propõe a atender.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHRAS, Fabio; SELF, John. From the process of instruction to the process of learning: constructivist implications for the design of intelligent learning environments. **AIED: European Conference on Artificial Intelligence in Education**, v. 1, 1996. Disponível em: <<http://130.203.133.150/viewdoc/summary?doi=10.1.1.53.5030>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

ALLY, Mohamed. Foundations of Educational Theory for Online Learning. **Theory and Practice of Online Learning**, Athabasca, p. 3-31, 2004. Disponível em: <[http://cde.athabascau.ca/online\\_book/ch1.html#one](http://cde.athabascau.ca/online_book/ch1.html#one)> Acesso em: 20 nov. 2012.

ALLPORT, Gordon W. Personality: a psychological interpretation. **New York: Social Science Research Council**, 1937.

ALMEIDA, Maria Elizabeth B. de. Educação à distância no Brasil: diretrizes políticas, fundamentos e práticas. **Anais do Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação**, Vigo, Espanha, v. 6, 2002. Disponível em: < <https://www2.ufmg.br/ead/ead/Home/Biblioteca-Digital/Referencias/Educacao-a-distancia-no-Brasil-diretrizes-politicas-fundamentos-e-praticas>>. Acesso em: 25 mar. 2012.

AMARAL, Marília Abrahão. **Modelo RHA – Retroalimentação em hipermídia adaptativa**. Florianópolis, 2008. 189f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, 2008. Disponível em: <<http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2010/06/Mar%C3%ADlia-A.-Amaral.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

BALES, Robert F. **Interaction process analysis: a method for the study of small groups**. Cambridge: Addison – Wesley Press, 1950.

BANNON, Liam. Reimagining HCI: toward a more human-centered perspective. **Interactions**, v. 18, n. 4, p. 50-57, 2011. Disponível em: <<https://faculty.washington.edu/wobbrock/teaching/info470/Bannon-11.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

BARBOSA, Rommel M. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

BARIANI, Isabel C. D. **Estilos Cognitivos de Universitários e Iniciação Científica**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da UNICAMP, Campinas, SP. 1998. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000125169&fd=y>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

BARROS, Simone, CAVALCANTE, Patrícia Smith. Os recursos computacionais e suas possibilidades de aplicação no ensino segundo as abordagens de ensino aprendizagem. **Anais do Workshop Internacional Sobre Educação Virtual: Realidade e desafios para o próximo milênio**. Fortaleza: UECE, 1999. Disponível em: <<http://homes.dcc.ufba.br/~frieda/mat061/as.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2012.

BEHAR, Patrícia A. **Modelos pedagógicos em educação à distância**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BERCHT, Magda. **Em Direção a Agentes Pedagógicos com Dimensões Afetivas**. 2001. 152 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1329/000101884.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 mai. 2012.

BOLZAN, Willian; GIRAFFA, Lúcia M. M. Estudo comparativo sobre Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes Web. **Technical Report Series**, Porto Alegre, n. 24, 2002. Disponível em: <<http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/facin/pos/relatoriostec/tr024.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

BRUSILOVSKY, Peter. Methods and techniques of adaptive hypermedia. **User Modeling and User Adapted Interaction**, v. 6, n. 2-3, p. 87-129, 1996. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/x33q23n15373k164/>>. Acesso em: jun. 2012.

\_\_\_\_\_; SCHWARZ, Elmar; WEBER, Gerhard. ELM-ART: An intelligent tutoring system on World Wide Web. **Proceedings of Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems**, Berlin, Alemanha, v. 1086, p. 261-269, 1996a. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.87.5229>>. Acesso em: jun. 2012.

\_\_\_\_\_; SCHWARZ, Elmar; WEBER, Gerhard. A tool for developing adaptive electronic textbooks on WWW. **Proceedings of WebNet'96 – World Conference of the Web Society**, São Francisco, Estados Unidos, p. 64-69, 1996b. Disponível em: <<http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/WebNet96.html>>. Acesso em: 18 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. Adaptive Hypermedia. **User Modeling and User Adapted Interaction**, v. 11, n. 1, p. 87-110, 2001. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/ln3j16077v24k774/>>. Acesso em: 08 mai. 2012.

BOURQUE, P.; DUPUIS, R. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge**. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2004. 202 p.

CAMPOS, Dinah M. de S. **Psicologia da Aprendizagem**. 23 ed. Petrópolis: Vozes, 1987.

DAVIDOFF, Linda L. **Introdução à psicologia**. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.

DE BRA, Paul; CALVI, Licia. AHA: a Generic Adaptive Hypermedia System. **2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia**, Pittsburgh, Estados Unidos, p. 20-24, 1998. Disponível em: <<http://www.wis.win.tue.nl/ah98/DeBra.html>>. Acesso em: jun. 2012.

\_\_\_\_\_; HOUBEN, Geert-Jan; WU, Hongjing. AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia. **Proceedings of 10th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia**,

Darmstadt, Alemanha, p. 147-156, 1999. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.43.1488>>. Acesso em: jun. 2012.

\_\_\_\_\_; AERTS, Ad; HOUBEN, Geert-Jan; WU, Hongjing. Making General-Purpose Adaptive Hypermedia Work. **Proceedings of the AACE WebNet Conference**, San Antonio, Texas, p. 117-123, 2000. Disponível em: <<http://www.wis.win.tue.nl/~debra/webnet2000/paper.html>>. Acesso em: jun. 2012.

\_\_\_\_\_; AERTS, Ad; BERDEN, Bart; DE LANGE, Barend; ROUSSEAU, Brendan; SANTIC, Tomi; SMITS, David; STASH, Natalia. AHA! The Adaptive Hypermedia Architecture. **ACM Conference on Hypertext and Hypermedia**, p. 81-84, 2003. Disponível em: <<http://www.wis.win.tue.nl/~debra/ht03/pp401-debra.pdf>>. Acesso em: jun. 2012.

\_\_\_\_\_; STASH, Natalia; SMITS, David. Creating Adaptive Applications with AHA!, Tutorial for AHA! version 3.0. **Tutorial at the AH2004 Conference**, Eindhoven, 2004. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.74.8818>>. Acesso em: 22 jun. 2012.

DIX, Alan J., FINLAY, Janet E., ABOWD, Gregory D., BEALE, Russell. **Human-computer interaction**. 2 ed. London: Prentice Hall, 1998.

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.

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.

FISCHETTI, E.; GISOLFI, A. From Computer-Aided Instruction to Intelligent Tutoring Systems. **Educational Technology**, p. 7-17, 1990. Disponível em: <<http://www.antonigisolfi.org/Curriculum/From%20computer-aided%20instruction%20to%20intelligent%20tutoring%20systems/index.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2012.

FREEMAN, Reva. What is an Intelligent Tutoring System? **ACM Intelligence**, v. 11, n. 3, p. 15-16, 2000. Disponível em: <[http://www.info2.uqam.ca/~nkambou\\_r/DIC9340/what-is-an-intelligent.pdf](http://www.info2.uqam.ca/~nkambou_r/DIC9340/what-is-an-intelligent.pdf)>. Acesso em: 25 jun. 2012.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GAMBOA, Hugo; FRED, Ana. Designing Intelligent Tutoring Systems: a Bayesian Approach. **3rd International Conference on Enterprise Information Systems**, 2001. Disponível em: <[http://ltodi.est.ips.pt/hgamboa/Publica/c2\\_331.pdf](http://ltodi.est.ips.pt/hgamboa/Publica/c2_331.pdf)>. Acesso em: 25 jun. 2012.

GELLER, Marlise; TAROUCO, Liane. Educação a Distância e estilos cognitivos: construindo a adaptação de ambientes virtuais. **VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa**, 2004.

GIRAFFA, Lúcia M. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. 1999. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre. 1999. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17620/000269142.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

GOMES, Silvano G. S. **Evolução histórica da EAD**. Notas de aula. Maranhão: 2009. Disponível em: <[http://ftp.comprasnet.se.gov.br/sead/licitacoes/Pregoes2011/PE091/Anexos/Eventos\\_modulo\\_I/topico\\_ead/Aula\\_02.pdf](http://ftp.comprasnet.se.gov.br/sead/licitacoes/Pregoes2011/PE091/Anexos/Eventos_modulo_I/topico_ead/Aula_02.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2012.

GUEDES, Gildásio. **Interface Humano Computador: prática pedagógica para ambientes virtuais**. 1. ed. Teresina: EDUFPI, 2008. Disponível em: <[http://www.uapi.ufpi.br/conteudo/disciplinas/video/livro\\_gildasio.pdf](http://www.uapi.ufpi.br/conteudo/disciplinas/video/livro_gildasio.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2012.

HALASZ, Frank G.; SCHWARTZ, Mayer. The Dexter Hypertext Reference Model. **Communications of the ACM**, v. 37, n. 2, p. 30–39, 1994. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=175237>>. Acesso em: 24 jun. 2012.

HARVEY, O.J. et al. **Conceptual System and Personality Organization**. New York: Wiley, 1961.

HENZE, Nicola; NEJDL, Wolfgang. Adaptivity in the KBS hyperbook system. **2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the WWW**, Toronto, Canada, 1999. Disponível em: <<http://www.kbs.uni-hannover.de/~henze/paperadaptivity/Henze.html>>. Acesso em: jun. 2012.

HENZE, Nicola. **Adaptive Hyperbooks: Adaptation for Project-Based Learning Resources**. 2000. 95 f. Tese (Doutorado) – University of Hanover, Hanover. 2000. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.36.6406>>. Acesso em: 04 jun. 2012.

HEWETT, T.; BAECKER, R.; CARD, S.; CAREY, T.; GASEN, J.; MANTEL, M.; PERLMAN, G.; STRONG, G.; VERPLANK, W. **ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction**. ACM SIGCHI Report, ACM, NY, 1992. Disponível em: <[http://old.sigchi.org/cdg/cdg2.html#2\\_3](http://old.sigchi.org/cdg/cdg2.html#2_3)>. Acesso em: 10 jul. 2012.

JENSEN, L. **Interaction in Distance Education**. Arizona State University. Arizona EUA, 1998. Disponível em: <<http://mmcisaac.faculty.asu.edu/disted/week2/7focuslj.html>>. Acesso em: 11 abr. 2012.

JONASSEN, David. O Uso das Novas Tecnologias na Educação à Distância e a Aprendizagem Construtivista. In: Em Aberto, ano 16, n. 70, 1996, Brasília. Disponível em: <<http://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/2504.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2012.

KHAN, Badrul H. Web-based instruction. **Educational Technology Publications**, Englewood Cliffs, NJ, p. 5-18, 1997.

KOCH, Nora P. **Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems – Reference Model, Modeling Techniques and Development Process**. 2000. PhD. Tese. Ludwig-Maximilians – Universität München. Disponível em: <<http://www.pst.informatik.uni-muenchen.de/~kochn/PhDThesisNoraKoch.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

KOCH, Nora P.; WIRSING, Martin. The Munich Reference Model for Adaptive Hypermedia. **2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems**, Londres, Inglaterra, v. 2347, p. 213-222, 2002. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.83.6389>>. Acesso em: 22 jun. 2012.

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.

KOLKO, John. **Thoughts on interaction design**. Savannah, Georgia: Brown Bear, 2007.

LA ROSA, Jorge. **Psicologia e Educação: o significado do aprender**. 7 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

LIMA, Maria das G. S. **Educação a Distância: Conceituação e Historicidade**. Belém, ano 4, n. 1, p. 61-77, 2003. Disponível em: <[http://www.nead.unama.br/site/bibdigital/pdf/artigos\\_revistas/33.pdf](http://www.nead.unama.br/site/bibdigital/pdf/artigos_revistas/33.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2012.

LÖWGREN, Jonas. Just How Far Beyond HCI is Interaction Design, **Box and Arrows**, Abril, 2002. Disponível em: <<http://boxesandarrows.com/just-how-far-beyond-hci-is-interaction-design/>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

MACHADO, Francis B., MIRANDA, Luciana L. **O uso do construtivismo e da afetividade nas metodologias de ensino à distância**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Pontifca Universidade Católica, Rio de Janeiro: 2006. 80 p. Disponível em: <<http://www.inf.puc-rio.br/~francis/2006-Construtivismo.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2012.

MARTINS, Kerley L. **Teorias de aprendizagem e avaliação de software educativo**. 2002. 39 f. Dissertação (Especialização em Informática Educativa) – Universidade Federal do Ceará, 2002. Disponível em: <[http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/monografias/Monografia\\_kerley.pdf](http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/monografias/Monografia_kerley.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2012.

MCKIMM, Judy; JOLLIE, Carol; CANTILLON, Peter. ABC of learning and teaching - Web based learning. **BMJ**, v. 326, p. 870-873, 2003. Disponível em: <<http://bmj.com/cgi/content/full/326/7394/870#otherarticles>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

MEHLECKE, Querte T. C.; TAROUCO, Liane M. R.. **Ambientes de Suporte para a Educação a Distância: a mediação para a aprendizagem cooperativa**. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (Cinted) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, 2003. Disponível em: <[http://penta2.ufrgs.br/edu/ciclopalestras/artigos/querte\\_ambientes.pdf](http://penta2.ufrgs.br/edu/ciclopalestras/artigos/querte_ambientes.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2013.

MESSICK, Samuel. **The Nature of Cognitive Styles: Problema and Promise in Educational Practice**. Educational Psychologist, 1984.

MILLIGAN, Colin. Delivering Staff and Professional Development Using Virtual Learning Environments. **The Role of Virtual Learning Environments in the Online Delivery of Staff Development**, Institute for Computer Based Learning, Heriot-Watt University, Riccarton, 1999. Disponível em: <<http://www.icbl.hw.ac.uk/jtap-573/573r2-3.html>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

MIZUKAMI, Maria da G. N. **Ensino, as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MOODLE. Disponível em: <[www.moodle.org](http://www.moodle.org)>. Acesso em: 06 set. 2013.

MOORE, Michael G.; KEARSLEY, Greg. **Educação a Distância: uma visão integrada**. Tradução: Roberto Galman. Edição Especial. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MOREIRA, Herivelto. CALEFFE, Luiz G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

MOURA, Ana Maria M. de, AZEVEDO, Ana Maria P. de, MEHLECKE, Querte. **As Teorias de Aprendizagem e os Recursos da Internet Auxiliando o Professor na Construção do Conhecimento**. In: Associação Brasileira de Educação à Distância, v. 3, 2001. Disponível em: <[http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento\\_ID=17](http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento_ID=17)>. Acesso em: 27 mar. 2012.

NOVAIS, Ana E. Lidando com experiências genuinamente digitais: leitura, textualidade e design de interação na leitura da interface gráfica de usuário. **III Encontro Nacional sobre Hipertexto**. Out. 2009. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/nehte/hipertexto2009/anais/g-1/lidando-com-experiencias.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

OLIVEIRA, Marta Kohl. **Vygotsky: Aprendizado e Desenvolvimento, um processo sócio histórico**. São Paulo, Scipione 1993.

ORBOLATO, Rafael G. **Edição de material instrucional para EAD baseada em estratégias cognitivas**. 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: 2005.

169 p. Disponível em: <[http://www.bdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde\\_arquivos/3/TDE-2005-04-04T12:00:24Z-566/Publico/DissRGO.pdf](http://www.bdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/3/TDE-2005-04-04T12:00:24Z-566/Publico/DissRGO.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2012.

OUTING, Steve. “**What Exactly is ‘Interactivity’?**” Editor & Publisher News Page, 1998. Disponível em: <[http://online.sfsu.edu/~jkv4edu/INTRO/assignmt/crawford\\_un.pdf](http://online.sfsu.edu/~jkv4edu/INTRO/assignmt/crawford_un.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2012.

PALAZZO, Luiz A. M. Sistemas de Hiperídia Adaptativa. **JAI 2002 – XXI Jornada de Atualização em Informática**, Florianópolis, v. 2, p. 287-325, 2002. Disponível em: <<http://ia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/Aulas/IWS/m08/Recursos/hiperpdf.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2012.

PEREIRA, Alice T. C.; SCHMITT, Valdenise; DIAS, Maria R. A. C. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. In: Pereira, A.T.C. (Org), AVA - Ambientes Virtuais de Aprendizagem em diferentes contextos. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna. 2007. Cap. 1, p. 4-22.

PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.

PIAGET, Jean. **O Juízo Moral na Criança**. Tradução: Elzon Lenardon. São Paulo: Summus, 1994.

PREECE, Jenny; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; BENYON, David; HOLLAND, Simon; CAREY, Tom . **Human-Computer Interaction**. Addison-Wesley, Reading, MA. 1994.

PREECE, Jennifer. **Design de interação: além da interação homem-computador** / Jennifer Preece, Yvonne Rogers e Helen Sharp; tradução: Viviane Possamai. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software**. Tradução: José Carlos Barbosa dos Santos. 3 ed. São Paulo: Makron Books, 1995.

PRIMO, Alex F. T., CASSOL, Márcio B. F. Explorando o conceito de interatividade: definições e taxonomias. **Informática da Educação: Teoria & Prática**, v. 2, n. 2, out. 1999. P. 65-80. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/20972>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

REIMANN, Robert. So you want to be na Interaction Designer. Newsletter, 2001. Disponível em: <[http://www.cooper.com/journal/2008/05/so\\_you\\_want\\_to\\_be\\_an\\_interacti.html](http://www.cooper.com/journal/2008/05/so_you_want_to_be_an_interacti.html)>. Acesso em: 10 jun. 2013.

RESENDE, Regina L. S. M. de. Fundamentos Teórico-pedagógicos para EAD. In: Congresso Internacional de Educação à Distância, v. 12, 2005, Florianópolis. **Anais eletrônicos do Congresso Internacional de Educação à Distância**. Florianópolis: ABED. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/055tcb5.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2012.

ROCHA, Heloísa V.; BARANAUSKAS, Maria C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador.** Campinas: Nied/Unicamp, 2003. Disponível em: <[http://pan.nied.unicamp.br/publicacoes/publicacao\\_detalhes.php?id=40](http://pan.nied.unicamp.br/publicacoes/publicacao_detalhes.php?id=40)>. Acesso em: 30 abr. 2012.

RODRIGUES, Cleide A. C. **Mediações na formação a distância de professores: autonomia, comunicação e prática pedagógica.** 2006. 168 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufba.br/tde\\_arquivos/12/TDE-2006-11-16T104458Z-348/Publico/Tese\\_%20Rodrigues%2c%20Cleide.pdf](http://www.bibliotecadigital.ufba.br/tde_arquivos/12/TDE-2006-11-16T104458Z-348/Publico/Tese_%20Rodrigues%2c%20Cleide.pdf)>. Acesso em: 03 mai. 2012.

ROGERS, Yvonne. New theoretical approaches for human-computer interaction. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 87–143, 2004. Disponível em: <<http://www.informatics.sussex.ac.uk/research/groups/interact/publications/ARIST-Rogers.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

SELF, John. The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 10, p. 350-364, 1999. Disponível em: <[http://iaied.org/pub/984/file/984\\_paper.pdf](http://iaied.org/pub/984/file/984_paper.pdf)>. Acesso em: 25 jun. 2012.

SEVERINO, Antônio J. **Metodologia do trabalho científico.** 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SKINNER, Burrhus F. **The behavior of organisms.** New York: D. Appleton-Century, 1983.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software.** Tradução: Selma Shin Shimizu Melnikoff, Reginaldo Arakaki, Edílson de Andrade Barbosa. 8. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007.

STOLTERMAN, Erik. The Nature of Design Practice and Implications for Interaction Design Research. **International Journal of Design**, v. 2, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.ijdesign.org/ojs/index.php/IJDesign/article/viewFile/240/139>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

STOVER, Alan B. Definitions in Distance Education: Angels Dancing on a Pinhead. **Technology in Distance Education**, 2002. Disponível em: <[http://home.comcast.net/~abstover/OMDE\\_603/603\\_Assignment\\_1.html](http://home.comcast.net/~abstover/OMDE_603/603_Assignment_1.html)>. Acesso em: 13 jul. 2012.

VALENTINI, Carla B.; SOARES, Eliana M. S. (Organizadoras). **Aprendizagem em Ambientes Virtuais - compartilhando ideias e construindo cenários.** 2 ed. Caxias do Sul: EducS, 2005.

VICCARI, Rosa; OLIVEIRA, Flavio; *Sistemas Tutores Inteligentes*; Monografia do Instituto de Informática - UFRGS, set. 1992.

VIEIRA, Martha B., LUCIANO, Naura A. Construção e Reconstrução de um Ambiente de Aprendizagem para Educação à Distância. **Associação Brasileira de Educação a Distância**,

Caxias do Sul, 2002. Disponível em: [http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento\\_ID=28](http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento_ID=28)>. Acesso em: 28 mar. 2012.

WYGOTSKY, Lev S. **Formação social da mente**. Tradução: J. C. Neto, L. S. M. Barreto, S. C. Afeche. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

WAINER, Jacques. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da computação. JAI 2007 - Jornada de Atualização em Informática, **Anais do XXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. Disponível em: [http://www.unisinos.br/blogs/informatica/files/2010/09/Pesquisa\\_Computacao1.pdf](http://www.unisinos.br/blogs/informatica/files/2010/09/Pesquisa_Computacao1.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2012.

WEBER, Gerhard; MÖLLENBERG, Antje, A. ELM programming environment: a tutoring system for Lisp beginners. **Cognition and Computer Programming**, New Jersey, Estados Unidos, p. 373-408, 1995. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=197494>>. Acesso em: jun. 2012.

WEBER, Gerhard; SPECHT, Marcus. User modeling and adaptive navigation support in WWW-based tutoring systems. **Proceedings of 6th International Conference on User Modeling**, p. 289-300, 1997. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.48.1139>>. Acesso em: jun. 2012.

WINOGRAD, Terry. The Design of Interaction. **Beyond Calculation: The Next Fifty Years of Computing**. P. Denning and R. Metcalfe. New York, USA, 1997, 149-161.

WINOGRAD, Terry. Filling in the H in HCI. **Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems**. New York, USA, 2011.

WU, Hongjing; DE BRA, Paul. Sufficient Conditions for Well-Behaved Adaptive Hypermedia Systems. **Web Intelligence: Research And Development**, Asiapacific Conference, WI, 1., 2001, Maebashi City, Japan. Proceedings... Berlin: Springer-Verlag, 2001. Disponível em: <http://www.de-bra.nl/wi2001/wi2001.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2013.