

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

ADRIANA PEREIRA COCCO

**Modelo de Adaptação de Ensino
Utilizando Agentes Pedagógicos**

Tese apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de
Doutor em Ciência da Computação

Prof. Dr. Cláudio Fernando Resin Geyer
Orientador

Porto Alegre, dezembro de 2004

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Cocco, Adriana Pereira

Modelo de Adaptação de Ensino Utilizando Agentes Pedagógicos / Adriana Pereira Cocco - Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Computação, 2004.

113 p.: il.

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR – RS, 2004. Orientador: Cláudio Fernando Resin Geyer.

1. Sistemas Tutores Inteligentes. 2. Estilos de Aprendizagem. 3. Adaptação de Ensino. 4. Agentes. 5. Java. I. Geyer, Cláudio Fernando Resin. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Vice-Reitor: Prof. Pedro Cezar Dutra Fonseca

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Profa. Valquiria Link Bassani

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexander Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

"O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem.

Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis"

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela saúde, por guiar-me sempre nesta caminhada. Sem Ele nada é possível.

À minha família, e em especial ao meu esposo Elisandro, um grande obrigado pela paciência, pelo carinho, enfim, por estarem todos os momentos ao meu lado!

A todos os amigos e colegas, e em especial, a Marê, Lís, Cabeto e Déa, pelo apoio, amizade, o meu eterno agradecimento por estarem sempre presentes!

À colega Regina Verdin, a qual muito me auxiliou desde o início deste trabalho.

Ao professor Cláudio Geyer, que me orientou neste trabalho, pela sua dedicação e paciência ao orientar à distância.

À professora Rosa pelas horas dedicadas trocando idéias, apoiando e me orientando desde que comecei o mestrado.

À Universidade de Cruz Alta, pelo incentivo e apoio a esta pesquisa, tornando possível a realização deste trabalho.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de desenvolver essa pesquisa.

Finalmente agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio financeiro para realização deste projeto, através do PAPED.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Motivação	15
1.2 Objetivos Gerais e Específicos.....	17
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Metodologia do Trabalho.....	18
1.4 Organização da Tese	18
2 AMBIENTES EDUCACIONAIS.....	19
2.1 Tapejara	19
2.2 SEMEAI	19
2.3 JADE.....	20
2.4 AdaptWeb	21
2.5 INSPIRE	21
2.6 I-PETER.....	22
2.7 ELM-ART	22
2.8 Considerações Finais	22
3 ESTILOS DE APRENDIZAGEM.....	24
3.1 Inventário de Estilo de Aprendizagem	28
3.2 Abordagem de HONEY e MUMFORD.....	28
3.2.1 O Questionário de Estilos de Aprendizagem.....	31
3.3 O modelo de FELDER	31
3.4 Considerações Finais	33
4 AGENTES PEDAGÓGICOS	35
4.1 Arquitetura de Agentes	36
4.1.1 Crenças	37

4.1.2	Compromissos	37
4.1.3	Capacidades	37
4.2	Comunicação entre Agentes	38
4.3	Vantagens da Utilização de Agentes Pedagógicos	40
4.4	Considerações Finais	40
5	MODELO DE ADAPTAÇÃO DE ENSINO	42
5.1	Introdução	42
5.2	Arquitetura do Modelo de Adaptação	43
5.3	Agente de Comunicação	44
5.4	Agente Perfil.....	44
5.5	Agente Tutor	46
5.5.1	Experiência do Aprendiz	47
5.5.2	Nível de Conhecimento	47
5.5.3	Metas do Aprendiz	48
5.5.4	Mapeamento dos Estilos de Aprendizagem e Estratégias Pedagógicas	48
5.6	Seleção das Variáveis	49
5.7	Arquitetura de Funcionamento dos Agentes	49
5.7.1	Crenças	50
5.7.2	Compromissos	51
5.7.3	Capacidades	51
5.7.4	Comunicação entre os Agentes	56
5.8	Operações dos Agentes no Ambiente Virtual	56
5.8.1	Operação de Identificação do Estilo de Aprendizagem.....	57
5.8.2	Operação de Análise das Preferências do Aprendiz.....	57
5.8.3	Operação de Verificação das Metas do Aprendiz	57
5.8.4	Operação de Verificação da Habilidade Tecnológica	58
5.8.5	Operação de Verificação do Nível de Conhecimento	58
5.8.6	Operação de Verificação do Mapeamento.....	58
5.8.7	Operação de Registro do <i>Log</i> do Aprendiz	59
5.8.8	Operação de Apresentação do Conteúdo.....	59
5.9	Considerações Finais	60
6	IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	62
6.1	Requisitos para Implementação dos Agentes.....	62
6.2	Método de Acesso ao Banco de Dados	63
6.3	Implementação das Operações dos Agentes.....	65
6.3.1	Operação de Identificação do Estilo de Aprendizagem.....	65
6.3.2	Operação de Análise das Preferências do Aprendiz.....	65
6.3.3	Operação de Verificação das Metas do Aprendiz	66
6.3.4	Operação de Verificação da Habilidade Tecnológica	66
6.3.5	Operação de Verificação do Nível de Conhecimento	67
6.3.6	Operação de Verificação do Mapeamento.....	68
6.3.7	Operação de Registro do <i>Log</i> do Aprendiz	68
6.3.8	Operação de Apresentação do Conteúdo.....	69
6.4	Ambiente de Ensino a Distância – UNICRUZ Virtual.....	71
6.5	Considerações Finais	72
7	ESTUDO DE CASO	73
7.1	Navegação Livre	74
7.1.1	Identificação da Relevância das Variáveis ao Modelo.....	76

7.1.2	Identificação do Relacionamento entre as Variáveis.....	77
7.1.3	Identificação do Mapeamento e Navegação do Aprendiz.....	78
7.2	Navegação Adaptada.....	78
7.3	Considerações Finais.....	80
8	CONCLUSÃO.....	82
8.1	Aplicações Previstas.....	82
8.2	Principais Contribuições.....	82
8.3	Conclusões.....	83
8.4	Trabalhos Futuros.....	84
	REFERÊNCIAS.....	86
	ANEXO A QUESTIONÁRIO DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM.....	94
	ANEXO B QUESTIONÁRIO DE HABILIDADES TECNOLÓGICAS.....	100
	ANEXO C MAPEAMENTO DE ESTILOS E ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS.....	102
	ANEXO D RECURSOS DO AMBIENTE UNICRUZ VIRTUAL.....	105
	ANEXO E EXEMPLOS DE ADAPTAÇÕES.....	109
	ANEXO F DIAGRAMA DE CLASSES.....	110
	APÊNDICE A QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DA RELEVÂNCIA DAS VARIÁVEIS.....	111
	APÊNDICE B QUESTIONÁRIO DE APLICABILIDADE DOS ESTILOS.....	112
	APÊNDICE C QUESTIONÁRIO DE PREFERÊNCIAS DE NAVEGAÇÃO	113

LISTA DE ABREVIATURAS

ADAPTWEB	Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na Web
AMPLIA	Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem
API	<i>Application Programming Interface</i>
CAI	<i>Computer Assisted Instruction</i>
CAL	Aprendizagem Ajudada por Computador
EAD	Educação à Distância
ELM-ART	<i>Episodic Learner Model – Adaptative Remote Tutor</i>
FIPA	<i>Foundation for Intelligent Physical Agents</i>
IA	Inteligência Artificial
IAD	Inteligência Artificial Distribuída
ICAI	<i>Intelligent Computer Assisted Instruction</i>
IEA	Inventário de Estilos de Aprendizagem
ILS	Índice de Estilos de Aprendizagem
INSPIRE	<i>Intelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment</i>
I-PETER	<i>Intelligent Personalized English Tutoring Environment</i>
JADE	<i>Java Agent Framework for Distance Learning Environments</i>
JDBC	<i>Java Database Connectivity</i>
JSP	<i>Java Server Pages</i>
KIF	<i>Knowledge Interchange Format</i>
KQML	<i>Knowledge Query and Manipulation Language</i>
QEA	Questionário de Estilos de Aprendizagem
RMI	<i>Remote Method Invocation</i>
SEMEAI	SistEma Multiagente de Ensino e Aprendizagem na Internet
SHA	Sistema Hiperídia Adaptativo
SMA	Sistemas Multiagentes
STI	Sistema Tutor Inteligente
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNICRUZ	Universidade de Cruz Alta

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Elementos da Aprendizagem e Estilos de Aprendizagem	25
Figura 3.2: Fases do Ciclo de Aprendizagem.....	26
Figura 3.3: Estilos de Aprendizagem	27
Figura 3.4: O Modelo de Kolb	29
Figura 3.5: Estilos de Aprendizagem de Honey e Mumford.....	30
Figura 3.6: Dimensões de Estilos de Aprendizagem.....	32
Figura 3.7: Dimensões de Estilos de Aprendizagem Alteradas	33
Figura 5.1: Modelo de Adaptação de Ensino	43
Figura 5.2: Formação do Perfil do Aprendiz.....	45
Figura 5.3: Exemplo de uma Incoerência.....	46
Figura 5.4: Adaptação do Ensino	47
Figura 5.5: Ciclo de Funcionamento dos Agentes.....	52
Figura 5.6: Identificação do Estilo de Aprendizagem	57
Figura 5.7: Identificação das Preferências do Aprendiz.....	57
Figura 5.8: Identificação das Metas do Aprendiz.....	58
Figura 5.9: Identificação da Habilidade Tecnológica.....	58
Figura 5.10: Identificação do Nível de Conhecimento.....	58
Figura 5.11: Identificação do Mapeamento.....	59
Figura 5.12: Log da Sessão do Aprendiz.....	59
Figura 5.13: Apresentação do Conteúdo	60
Figura 6.1: Conexão ao Banco de Dados	64
Figura 6.2: Identificação do Estilo de Aprendizagem	65
Figura 6.3: Identificação das Preferências do Aprendiz.....	66
Figura 6.4: Identificação das Metas do Aprendiz.....	66
Figura 6.5: Identificação da Habilidade Tecnológica.....	67
Figura 6.6: Identificação do Nível de Conhecimento.....	68
Figura 6.7: Identificação do Mapeamento.....	68
Figura 6.8: Log da Sessão do Aprendiz.....	69
Figura 6.9: Apresentação do Conteúdo ao Aprendiz.....	71
Figura 7.1: Interface dos Questionários.....	74
Figura 7.2: Resultado do Questionário de Estilos de Aprendizagem.....	74
Figura 7.3: Resultado do Questionário de Habilidades Tecnológicas.....	75
Figura 7.4: Resultado do Questionário de Nível de Conhecimento	76
Figura 7.5: Interface de Navegação Livre	76
Figura 7.6: Resultado do Questionário de Avaliação das Variáveis	77
Figura 7.7: Relacionamento entre as Variáveis	77
Figura 7.8: Resultado do Mapeamento e Navegação do Aprendiz	78
Figura 7.9: Resultado do Questionário da Aplicabilidade dos Estilos	79

Figura 7.10: Interface Adaptada ao Estilo do Aprendiz	79
Figura 7.11: Resultado do Questionário de Preferências na Navegação Livre	80
Figura 7.12: Resultado do Questionário de Preferências na Navegação Adaptada.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Arquiteturas de Agentes.....	36
Tabela 5.1: Escalas dos Estilos de Aprendizagem.....	45
Tabela 5.2: Níveis de Conhecimento do Aprendiz.....	48
Tabela 5.3: Mapeamento dos Estilos e Estratégias Pedagógicas.....	49
Tabela 5.4: Eventos na Sessão Inicial do Aprendiz.....	52
Tabela 5.5: Eventos na Sessão de Navegação Livre do Aprendiz.....	53
Tabela 5.6: Ações de Comportamento do Agente Perfil.....	53
Tabela 5.7: Ações de Comportamento do Agente Tutor.....	54
Tabela 5.8: Ações de Comportamento do Agente de Comunicação.....	54
Tabela 5.9: Ações de Comportamento do Agente Perfil.....	55
Tabela 5.10: Ações de Comportamento do Agente Tutor.....	55
Tabela 5.11: Ações de Comportamento do Agente de Comunicação.....	56
Tabela 7.1: Estilos do Estudo de Caso.....	75

RESUMO

A Inteligência Artificial é uma área da computação onde se está constantemente desenvolvendo pesquisas em *software* educacionais, principalmente os Sistemas Tutores Inteligentes (STI). Esses sistemas têm a capacidade de se adaptarem às particularidades de cada aluno, proporcionando assim, ambientes que facilitam a aprendizagem do usuário.

Recentemente foi incorporada a tecnologia de agentes na modelagem do STI e nos ambientes educacionais na *Internet*. Estes agentes são denominados pedagógicos quando estão ligados a um ambiente onde existe uma sociedade de agentes que compõem um sistema de ensino-aprendizagem.

Este texto apresenta um modelo de adaptação para ambientes genéricos de ensino, composto por agentes pedagógicos. A proposta é baseada em estudos relacionados com sistemas hipermídia adaptativos, sistemas tutores inteligentes, sistemas multiagentes e agentes pedagógicos.

Inicialmente, o texto descreve o modelo. Logo após, é apresentada a implementação dos agentes os quais tem como tarefa prover a adaptação do ensino, sendo responsáveis em fornecer o caminho mais efetivo para a aprendizagem do aluno. Os agentes do modelo são denominados Agente Tutor, Agente Perfil e Agente de Comunicação.

A realização da adaptação da instrução às características individuais do aprendiz implica o sistema conhecer: os padrões cognitivos de aprendizagem do aluno, traduzidos como estilos de aprendizagem e as suas implicações pedagógicas; e a modelagem das características do aprendiz: nível de conhecimento, metas, experiência e preferências do aprendiz.

Finalmente, o texto descreve um estudo de caso, onde o modelo proposto foi integrado num ambiente de aprendizagem, e validado numa disciplina virtual a fim de avaliação de seus objetivos.

Palavras-chave: Agentes Pedagógicos, Educação à Distância, Adaptação do Ensino

Teaching Adaptation Model using Pedagogical Agents

ABSTRACT

Artificial Intelligence is an area of the computation which it is constantly developing researches in educational software, mainly Intelligent Tutoring Systems (ITS). These systems have the capacity of adapting to the individualities of each student, thus, environments that facilitate the learning of the user.

Recently, the technology of agents was incorporated in the modeling of the ITS and in the educational environment on the Internet. These agents are called pedagogical when they are linked to an environment where there is a society of agents that compose a teaching-learning system.

This study presents a model of adaptation for generic teaching environment composed by pedagogical agents. The idea is based on researches related to adaptative hypermedia systems, intelligent tutoring systems, multiagents systems and pedagogical systems.

First of all, the study describes the model. After that, it is presented the implementation of the agents, which have as task to provide the teaching adaptation, being responsible for offering a more effective option to the student's learning. The model agents are called: tutor agent, profile agent and communication agent.

The accomplishment of the instruction adaptation to the individual characteristics of the learner implies that the system knows: the cognition standards of student's learning, translated as learning styles and its pedagogical implications, and the modeling of learner's characteristics: level of knowledge, goals, learner's experience and preference.

Finally, the study describes a case study where the proposed model was integrated in a learning environment and validated in a virtual discipline with the aim of evaluate its objectives.

Keywords: Pedagogical Agents, Distance Learning, Teaching Strategies

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o sistema de ensino tem percebido o grande crescimento das novas tecnologias de informação e admitido o computador como uma potencial ferramenta de apoio ao ensino. O uso do computador é visto tanto em cursos presenciais como em cursos virtuais, através da *Internet*.

O ensino presencial ainda é a forma mais utilizada no processo do conhecimento, onde a presença física do professor e aluno é essencial num determinado instante de tempo e espaço. A interatividade nesta modalidade promove a continuidade e sucesso no processo de ensino.

Em meados da década de 30, surgiu a modalidade de ensino não presencial, sendo considerada mais democrática sob o ponto de vista geográfico. O aluno passa a ter a possibilidade de acessar o conhecimento conforme sua disponibilidade.

O maior problema detectado neste tipo de ensino ainda é como gerenciar a individualidade do aluno, sendo este um tema de desenvolvimento de muitas pesquisas (MELO, 2003; MEIRELES, 2003).

A maioria dos sistemas de ensino a distância não integram em seus projetos concepções de inteligência artificial. Desta forma, não oferecem um ensino adaptativo considerando diferentes perfis. Alguns sistemas integram recursos que promovem interação e individualização, porém mantêm sua característica principal que é a distribuição de conteúdo digital estático e seqüencial (CARVALHO, 2002).

A inteligência artificial, entre outras aplicações, propicia diversas abordagens na implementação de sistemas para o ensino, entre eles os Sistemas Tutores Inteligentes (STI). Várias pesquisas são desenvolvidas na busca de soluções para prover ensino adaptativo, contextualizado e direcionado.

Os STI surgiram no final da década de 70 como um avanço dos sistemas denominados *Computer Assisted Instruction* (CAI), os quais eram desenvolvidos durante as décadas de 50 e 60 (GIRAFFA, 1998). Durante a década de 80 as pesquisas concentravam-se nas questões pedagógicas, a fim de aperfeiçoar os módulos de ensino destes sistemas.

As propostas do uso destes sistemas para fins educacionais possibilitam alternativas nas áreas de pesquisa. Entre essas áreas encontram-se os Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA), os sistemas de autoria para cursos à distância, os sistemas de aprendizado à distância, os ambientes de comunicação e colaboração para fins educacionais, *frameworks* para aprendizagem cooperativa e os ambientes inteligentes de ensino-aprendizagem.

Os SHA (BRUSILOVSKY, 1998) assemelham-se aos ambientes inteligentes de ensino-aprendizagem na forma de apresentação do material instrucional ao aprendiz, utilizando recursos hipermídia, mas principalmente por adaptar a apresentação às

características do aprendiz. É devido a estas semelhanças o interesse no estudo destes sistemas.

Atualmente, os pesquisadores estão buscando a interdisciplinariedade, integrando os domínios da Educação e da Computação, mais especificamente, a Pedagogia, a Psicologia da Aprendizagem e a Inteligência Artificial (BERCHT, 1997), a fim de obter sistemas mais sofisticados.

A contribuição nesta etapa de desenvolvimento está baseada em teorias e estratégias de ensino-aprendizagem, mais precisamente na sua geração e seleção automática, adequando-se às necessidades de cada aprendiz.

A utilização de STI no ensino é muito promissora devido à flexibilidade que apresenta para adaptação dinâmica ao perfil do aluno, e por promover um ensino à distância individualizado no ritmo próprio do aluno.

Segundo Corredor (1993) através de experiências em desenvolvimento de STI, percebe-se que as possibilidades pedagógicas e didáticas de produtos de *software* com as características dos STI são extensas, e identifica-se a importância das características individuais de cada aluno, reconhecendo que a instrução deve ser individualizada, de forma a facilitar ao aluno a criação de estruturas conceituais e metodológicas adequadas a sua capacidade e interesse. Esta percepção aponta para a necessidade de uma profunda reflexão sobre as formas de ensino e estilos de aprendizagem, as quais são operacionalizadas em conjunção dos módulos do aluno e do tutor (COSTA 1997).

A eficiência dos STI, especificamente da modelagem do aluno, depende de teorias que expressem o processo de ensino-aprendizagem de forma computável, ou seja, de teorias que possam ser traduzidas para algoritmos (MARIETTO, 1997). Esta é uma tendência das pesquisas atuais, pois o desenvolvimento deste trabalho necessita de equipes interdisciplinares, envolvendo áreas como ciências cognitivas, psicológicas e da computação.

Recentemente foi incorporada a tecnologia de agentes na modelagem do STI, e nos ambientes educacionais na *Internet*. Um agente é uma entidade autônoma e pode ser definido como um sistema capaz de perceber através de sensores e agir em um certo ambiente através de atuadores (RUSSEL; NORVIG, 1995). Existem vários tipos de agentes, entre eles estão os agentes pedagógicos. Estes agentes são denominados pedagógicos quando estão ligados a um ambiente, onde existe uma sociedade de agentes que compõem um sistema de ensino-aprendizagem.

Existem alguns tipos de agentes pedagógicos (GIRAFFA, 1998), entre eles: *Tutores*: destinados ao ensino dirigido ao aluno; *Assistentes*: colaboram com a aprendizagem do aluno; *Agentes na Web*: destinados a uma aplicação de ensino na *Internet* e, *Agentes Mistos*: que ensinam e aprendem.

Os agentes pedagógicos possuem um conjunto de regras que determinam os objetivos de ensino e os planos para atingí-los. Estes planos são determinados pelo uso de estratégias de ensino.

1.1 Motivação

Os recursos tecnológicos disponibilizados hoje pela *Internet* proporcionam um novo estímulo à pesquisa que vem sendo realizada pelos pesquisadores das Ciências Cognitivas, especificamente das áreas da Psicologia Cognitiva, e da Inteligência Artificial.

Esta nova tecnologia tem facilitado enormemente a distribuição da informação, a comunicação entre professores e alunos, e entre os próprios alunos. Entretanto, sob o ponto de vista psico-pedagógico, permanecem importantes desafios tais como: cobertura pedagógica à extensa variedade de perfis cognitivos dos alunos e as dificuldades que serão enfrentadas por eles, especialmente a longa distância, adaptando estratégias de ensino adequadas em cada caso.

Com o intuito de desenvolver um ambiente de ensino com intenção de contribuir para solução de parte dos desafios acima mencionados, surgiram vários projetos, os quais são descritos no capítulo 2. A seguir são apresentados alguns exemplos destes sistemas:

O projeto Tapejara (Sistemas Inteligentes de Ensino na *Internet*) (OLIVEIRA, 2000) foi desenvolvido para um público específico dentro de uma empresa. A definição do estilo cognitivo foi uma tarefa presencial, o que não acontece na maioria dos cursos on-line, os quais são direcionados a toda comunidade cibernética.

O projeto SEMEAI (SistEma Multiagente de Ensino e Aprendizagem na *Internet*) (GEYER, 2001) está limitado às estratégias definidas para cada perfil do aprendiz. As estratégias não são reavaliadas para verificar se as mesmas estão sendo eficientes para determinado aluno.

No projeto JADE (*Java Agent framework for Distance learning Environments*) (SILVEIRA, 2000) as estratégias de ensino restringem-se a conteúdo, exercícios, atividades extras e exemplos. O modelo de aluno não está integrado diretamente com as estratégias de ensino, não ocorrendo uma adaptação de ensino conforme perfil de aluno. Outras questões em aberto no JADE e nos demais ambientes estudados relacionam-se com a coordenação das tarefas dos agentes. O aprimoramento de um modelo apropriado de coordenação das ações dos agentes deve ser estudado para ser empregado por agentes pedagógicos em um ambiente inteligente de ensino.

No projeto AdaptWeb (Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na *Web*) está sendo trabalhado também, uma metodologia de autoria adaptativa (FREITAS; OLIVEIRA, 2003), a qual visa definir uma sistemática para autoria de material adaptável que possa ser utilizada para qualquer domínio de conhecimento.

No projeto INSPIRE (*Intelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment*) (PAPANIKOLAOU, 2002) a funcionalidade adaptativa do sistema acontece no início da interação do aluno com o sistema, onde o domínio do conhecimento é apresentado ao aprendiz de forma restrita e gradualmente é enriquecida, seguindo uma estrutura interna do domínio. A apresentação do material instrucional é principalmente determinada pelo estilo de aprendizagem do aluno.

O sistema I-PETER (*Intelligent Personalized English Tutoring Environment*) (READ, 2002) foi projetado para o ensino de inglês a distância. O modelo de aluno deste sistema armazena a informação pertinente a cada estudante, tal como, as suas preferências e restrições (língua nativa, objetivos de aprendizagem), e o conhecimento que o aluno tem aprendido.

O ambiente ELM-ART (*Episodic Learner Model – Adaptative Remote Tutor*) (OLIVEIRA, 2002; BRUSILOVSKY, 1996) é um sistema hipermídia adaptativo para a *Web* que oferece apoio à aprendizagem da Linguagem Lisp. ELM-ART pode ser considerado como um livro eletrônico inteligente integrado a um ambiente de solução de problemas.

A análise desses sistemas serviu para tentar responder algumas questões em aberto, porque utilizar formas para adaptação do ensino? Por que buscar que o sistema se adapte a um usuário particular? (OLIVEIRA, 2002)

Encontram-se na literatura (BRUSILOVSKY, 1996; MURRAY, 2000) alguns problemas onde a adaptação parece ser a melhor forma para resolvê-los. Alguns exemplos destes problemas são: quebra do fluxo conceitual, desorientação, sobrecarga cognitiva e quebra de fluxo narrativo.

O aprendiz pode sentir dificuldade para compreender o conteúdo, caso não tenha visto um pré-requisito importante para este entendimento. O mecanismo de *links*, muitas vezes, é uma estrutura complexa, fazendo com que o aprendiz, ao navegar, pode não saber aonde está, e como chegou até lá. A sobrecarga cognitiva acontece quando o aprendiz tem muitos caminhos a serem seguidos, ferramentas e documentos. A quebra de fluxo narrativo refere-se à quebra de continuidade do fluxo didático ou da narrativa do texto em si.

Esses problemas têm sido tratados em diversos sistemas, entretanto, as soluções não consideram aspectos individuais do aprendiz.

Segundo Oliveira (2002), os seguintes aspectos devem ser considerados, entre outros: Aprendizagem distinta para cada aprendiz; Atendimento de estilos de aprendizagem diferentes e Satisfação de diferentes necessidades de navegação pelo hiperespaço de informações.

O modelo do aprendiz é a estrutura que contém as informações sobre as características do aprendiz, permitindo ao sistema adaptar-se a essas características. Brusilovsky (2004) identifica características importantes sobre usuários a serem consideradas para adaptação:

- Nível de conhecimento do aprendiz: A medida em que o nível do conhecimento do aprendiz aumenta, o sistema precisa fazer inferências sobre esse avanço para proporcionar o apoio adaptativo correspondente;
- Metas do aprendiz: A tarefa do aprendiz é a característica relacionada com o contexto de trabalho do aprendiz no sistema;
- Experiência do aprendiz: Está relacionada à familiarização do aprendiz com o sistema e a sua facilidade de navegar por ele;
- Preferências do aprendiz: As preferências do aprendiz em termos de atividades e formato das informações.

Outro aspecto importante são as características individuais que definem um aprendiz como um indivíduo (BRUSILOVSKY, 2004). Exemplos dessas características são os fatores de personalidade, fatores cognitivos e estilos de aprendizagem.

Um modelo de aprendiz que aborda características de personalidade foi estudado no projeto SEMEAI, onde o aprendiz é classificado em 16 perfis psicológicos. Fatores cognitivos foram estudados no projeto TAPEJARA, onde o aprendiz pode ser classificado em um dos 4 perfis psicológicos.

Na literatura não encontram-se sistemas que integram todas as características necessárias para adaptação do ensino ao aprendiz abordadas por Brusilovsky e também alguma característica individual do aprendiz, que aborde estilos de aprendizagem.

1.2 Objetivos Gerais e Específicos

Nesta seção são apresentados o objetivo geral e objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho propõe um modelo de adaptação de ensino para ambientes genéricos composto por agentes pedagógicos, os quais tem como tarefa prover a adaptação do ensino.

1.2.2 Objetivos Específicos

Neste contexto, destacam-se como objetivos específicos:

- descrever os temas de pesquisa envolvidos na criação do modelo de adaptação, discutindo o estado da arte no escopo pesquisado (trabalhos relacionados);
- propor e implementar os agentes pedagógicos que compõem o modelo de adaptação de ensino;
- modelar as variáveis que compõem os agentes: nível de conhecimento, metas, experiência e preferências do aprendiz, e também características individuais modeladas através da psicologia cognitiva;
- integrar e validar o modelo num ambiente de ensino;
- identificar se as variáveis são relevantes ao modelo;
- identificar o relacionamento entre as variáveis;
- verificar se o mapeamento dos estilos de aprendizagem coincide com a navegação do aprendiz, ou seja, se as estratégias pedagógicas condizem com as dificuldades, habilidades e preferências do aprendiz e,
- identificar a aplicabilidade dos estilos de aprendizagem.

1.3 Metodologia do Trabalho

A escolha deste tema de tese surgiu após a conclusão do mestrado da aluna, quando o trabalho foi enviado ao II Concurso Ibero-americano de Teses e Dissertações em Inteligência Artificial, obtendo o primeiro lugar. Com o intuito de aprimorar o trabalho desenvolvido naquele momento, onde foi proposto um agente para seleção de estratégias de ensino em ambientes educacionais virtuais, nesta tese estudou-se inicialmente diversos ambientes para identificar como contribuir para que estes ambientes oferecessem um ensino individualizado, seguindo as características e preferências do aprendiz.

Após este estudo, identificaram-se as características importantes para propor o modelo de adaptação. O modelo foi implementado e integrado num ambiente virtual, para que fosse validado num estudo de caso. O estudo de caso serviu como um experimento para avaliar a eficiência do modelo.

1.4 Organização da Tese

Esta tese está estruturada como segue. Na seção 2 é apresentado o estado da arte em Ambientes Educacionais que estudem formas de adaptação de ensino. Na seção 3 são descritos os conceitos de aprendizagem e estilos de aprendizagem. Na seção 4 são apresentados os conceitos de Agentes e a denominação do termo Agente Pedagógico. Na seção 5 descreve-se o Modelo de Adaptação de Ensino construído neste trabalho. Na seção 6 é descrita a implementação do modelo. Na seção 7 é detalhado o estudo de caso realizado e na seção 8 são descritas as conclusões deste trabalho.

2 AMBIENTES EDUCACIONAIS

Os recursos tecnológicos disponibilizados hoje pela Internet proporcionam um novo estímulo à pesquisa que vem sendo realizada pelos pesquisadores das Ciências Cognitivas, especificamente das áreas da Psicologia Cognitiva, e da Inteligência Artificial.

Esta nova tecnologia tem facilitado enormemente a distribuição da informação e a comunicação entre professores e alunos e entre os próprios alunos. Entretanto, sob o ponto de vista psico-pedagógico, permanecem importantes desafios tais como: cobertura pedagógica à extensa variedade de perfis cognitivos dos alunos e as dificuldades que serão enfrentadas por eles, especialmente a longa distância, adaptando estratégias de ensino adequadas em cada caso.

Com o intuito de desenvolver um ambiente de ensino com intenção de contribuir para solução de parte dos desafios acima mencionados, surgiram vários projetos de pesquisa no Instituto de Informática da UFRGS, entre eles, o Projeto Tapejara, SEMEAI, JADE e AdaptWeb.

Na literatura encontram-se também outros projetos que estudam formas de adaptabilidade: INSPIRE, I-PETER e ELM-ART.

2.1 Tapejara

O Projeto Tapejara (Sistemas Inteligentes de Ensino na *Internet*) (OLIVEIRA, 2000) tem como objetivo prover o suporte necessário à interação de uma população de alunos com um ambiente de conhecimento específico, representado em páginas *Web*, com material de ensino amplo e variado em termos dos recursos didáticos disponibilizados pelo sistema a estes alunos. Com base nesta interação, o sistema observa o comportamento do aluno, identifica o seu perfil cognitivo de aprendizagem e passa a adaptar-se às necessidades deste perfil durante a execução das atividades didáticas, de modo que estas se apresentem ao aluno de forma ajustada às suas características individuais de aprendizagem, visando a otimização da mesma.

O Tapejara foi desenvolvido para um público específico dentro de uma empresa. A definição do estilo cognitivo foi uma tarefa presencial, o que não acontece na maioria dos cursos on-line, os quais são direcionados a toda comunidade cibernética.

2.2 SEMEAI

O Projeto SEMEAI (SistEma Multiagente de Ensino e Aprendizagem na *Internet*) (GEYER, 2001) é um projeto que iniciou com o trabalho de dissertação da candidata,

onde encontra-se uma proposta de um agente para a seleção de estratégias de ensino. Este agente é denominado Agente Selecciona_Estratégia (PEREIRA, 1999).

A importância deste trabalho está no estudo de uma proposta de aplicar formas diferenciadas de ensino adaptativo às características psico-pedagógicas do aprendiz, o qual ainda não tinha sido implementado em sistemas educacionais para o ensino à distância. Com essa proposta pode-se ter um ensino individualizado em um ambiente educacional, proporcionando uma aprendizagem efetiva (BRIGHTMAN, 1998) ao aprendiz, devido à diversidade de formas de ensino e à sua adaptação ao aluno.

A seleção do conjunto de estratégias de ensino que constituirá um STI é um aspecto muito importante para garantir a qualidade pedagógica do ambiente. Esta seleção depende de vários fatores: o domínio, o nível de conhecimento, a motivação e as características afetivas do aprendiz (GIRAFFA, 1997).

A utilização da mesma estratégia não produz um efeito satisfatório para todos os aprendizes, conforme garantem os estudos de Brightman (1998). Segundo Frasson (1997), cada estratégia possui vantagens específicas e é muito válido identificar qual estratégia é mais adequada para um determinado aluno.

Apesar da importância da ligação da modelagem do aluno e princípios pedagógicos, observa-se na literatura poucas referências à utilização de estratégias de ensino na concepção dos STI. Algumas referências são os trabalhos desenvolvidos em (AKHRAS; SELF, 1995) e Vygotsky (FRASSON, 1996).

No projeto SEMEAI o agente Selecciona_Estratégia está limitado às estratégias definidas para cada perfil do aprendiz. As estratégias não são reavaliadas caso não sejam eficientes para determinado aluno.

Um dos objetivos do ambiente foi prover o ensino de uma disciplina da Ciência da Computação denominada Sistemas Operacionais. Atualmente o ambiente passou por algumas modificações e está sendo utilizado na UNICRUZ (Universidade de Cruz Alta), sendo denominado UNICRUZ Virtual (COCCO, 2003; COCCO, 2004).

O modelo proposto neste trabalho foi integrado ao ambiente UNICRUZ Virtual para a sua validação.

2.3 JADE

O Projeto JADE (*Java Agent framework for Distance learning Environments*) (SILVEIRA, 2000) contempla o desenvolvimento de uma infra-estrutura de projeto, desenvolvimento e implementação de Ambientes Inteligentes Distribuídos de Aprendizagem, baseado na abordagem de Arquiteturas Multiagentes, voltado para a Educação à Distância. Para tanto foram estabelecidos como objetivos específicos, propor uma arquitetura de uma sociedade de agentes, que possa ser aplicada para o projeto de ambientes de ensino em diversos domínios, uma arquitetura interna de agente que utilize mecanismos de comunicação e de cooperação entre agentes, adequado a uma sociedade de agentes pedagógicos, e estudar os avanços na modelagem de estados mentais internos dos agentes e trazer contribuições de técnicas de ensino apropriadas.

No JADE foi desenvolvida uma arquitetura (BICA, 1999) do sistema que integra três módulos: aluno, domínio e tutor. O Agente Tutor integra a seleção de estratégias de ensino, o gerenciador de modelo de aluno e o gerenciador de diagnósticos.

No projeto JADE percebe-se que as estratégias de ensino restringem-se a conteúdo, exercícios, atividades extras e exemplos e, além disso, o modelo de aluno não está integrado diretamente com as estratégias de ensino, isto significa que não há uma adaptação de ensino conforme perfil de aluno. Outras questões em aberto no JADE e nos demais ambientes estudados relacionam-se com a coordenação das tarefas dos

agentes. O aprimoramento de um modelo apropriado de coordenação das ações dos agentes deve ser estudado para ser empregado por agentes pedagógicos em um ambiente inteligente de ensino.

2.4 AdaptWeb

O Projeto AdaptWeb (Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na *Web*) propõe um Sistema Hiperídia Adaptativo, onde a adaptabilidade acontece desde a fase de autoria, passando pelos filtros no modelo do usuário e chegando na apresentação da interface de forma adaptativa (GASPARINI; PIMENTA, 2003). Na fase de autoria, o professor define uma estrutura de tópicos e adiciona os critérios de pré-requisitos, os exemplos e exercícios relacionados com cada tópico (MARÇAL; RIBEIRO, 2003).

O modelo de aluno no AdaptWeb representa o relacionamento entre o aluno e a estrutura de tópicos do processo de autoria, considerando o nível de conhecimento do aluno em relação ao domínio da aplicação, sua formação e ambiente de trabalho.

Existem dois modos de navegação no ambiente: Tutorial e não Tutorial. O aluno é quem escolhe o modo de navegação. No modo tutorial, quando o aluno se identifica no sistema, é possível adequar a apresentação de acordo com o ambiente atual e considerando os *links* já visitados. O sistema monitora a navegação do aluno e armazena estas informações em um *log*.

Neste projeto está sendo trabalhada também, uma metodologia de autoria adaptativa (FREITAS, 2003), a qual visa definir um sistema para autoria de material adaptável que possa ser utilizada para qualquer domínio de conhecimento.

2.5 INSPIRE

O projeto INSPIRE (*Intelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment*) (PAPANIKOLAOU, 2002) tem como objetivo a instrução na *Web* incorporando a idéia de oferecer suporte e instrução personalizada aos alunos no ensino a distância.

INSPIRE baseia-se no objetivo de aprendizagem selecionado pelo aprendiz, gerando lições que correspondem à aprendizagem específica e de acordo com o nível de conhecimento e estilo de aprendizagem do aluno, suas necessidades e preferências. O aluno visualiza suas características que o sistema identificou, e poderá intervir e expressar suas perspectivas.

A funcionalidade adaptativa do sistema acontece no início da interação do aluno com o sistema, onde o domínio do conhecimento é apresentado ao aprendiz de forma restrita e gradualmente é enriquecida, seguindo uma estrutura interna do domínio. A apresentação do material instrucional é principalmente determinada pelo estilo de aprendizagem do aluno. O modelo de estilos de aprendizagem adotado neste sistema baseia-se na teoria de Kolbs (KOLB, 1984), a qual sugere quatro perfis de alunos: Ativo, Pragmático, Refletor e Teorista. Para identificar estes perfis, o aluno responde um questionário.

O aluno poderá ativar ou desativar o processo de geração de lições do sistema.

2.6 I-PETER

O sistema I-PETER (*Intelligent Personalized English Tutoring Environment*) (READ, 2002) foi projetado para o ensino de inglês à distância. O sistema surgiu a partir da identificação de que em muitos cursos não se leva em consideração o perfil, objetivos de aprendizagem e outras características e necessidades individuais do aprendiz.

Segundo *Read (2002)* muitos progressos tem sido feitos na área de aprendizagem interativa on-line, porém projetar um Sistema Tutor perfeito é praticamente inviável. É possível, contudo, resolver um subconjunto de problemas presentes num domínio particular. O I-PETER é apresentado como uma proposta para representar e organizar o domínio do conhecimento e o modelo de aluno necessário para personalizar o ensino de inglês à distância.

O modelo do domínio do conhecimento é projetado através de quatro módulos: Modelo Conceitual (principais conceitos para aprendizagem de Inglês e sua relação com os níveis lingüísticos), Modelo Lingüístico (conhecimento lingüístico do domínio), Modelo Sequencial da Língua Nativa (representa estratégias instrucionais na forma de conjuntos de seqüências das unidades conceituais, materiais e exercícios mais importantes de acordo com a língua nativa do aluno) e Modelo de Conteúdo Educacional (Explicações teóricas, exemplos e exercícios do domínio).

O modelo de aluno deste sistema armazena a informação pertinente a cada estudante, tal como, as suas preferências e restrições (língua nativa, objetivos de aprendizagem), e o conhecimento que o aluno tem aprendido.

O modelo de diagnóstico representa como o professor avalia o estudante e é implementado através de redes *bayesianas*.

2.7 ELM-ART

O ambiente ELM-ART (*Episodic Learner Model – Adaptative Remote Tutor*) (OLIVEIRA, 2002; BRUSILOVSKY, 1996) é um sistema hipermídia adaptativo para a *Web* que oferece apoio à aprendizagem da Linguagem Lisp. ELM-ART pode ser considerado como um livro eletrônico inteligente integrado a um ambiente de solução de problemas.

A base de conhecimento deste sistema consiste na solução de problema em Lisp, a qual é representada como uma rede de conceitos, planos e regras de construção de programas.

Para apoiar a navegação do usuário, o sistema proporciona anotação e classificação adaptativa de *links*. O sistema faz uso de recursos visuais, tais como ícones, fontes e cores, para mostrar o tipo e o estado pedagógico de cada *link*.

ELM-ART proporciona certo grau de adaptabilidade, oferecendo ao aprendiz a possibilidade de inspecionar e fazer algumas alterações no seu modelo.

O modelo de aprendiz utilizado é um modelo *overlay*, no qual a informação individual de cada aprendiz é armazenada com respeito aos conceitos da base de conhecimento do curso.

2.8 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados ambientes de ensino que consideram alguma forma de adaptação, e algumas restrições ou questões não abordadas nestes ambientes.

A análise desses sistemas serviu para tentar responder algumas questões em aberto, porque utilizar formas para adaptação do ensino? Por que buscar que o sistema se adapte a um usuário particular? (OLIVEIRA, 2002).

Esses problemas têm sido tratados em diversos sistemas, entretanto, as soluções não consideram aspectos individuais do aprendiz.

Segundo Oliveira (2002), os seguintes aspectos devem ser considerados, entre outros: Aprendizagem distinta para cada aprendiz; Atendimento de estilos de aprendizagem diferentes e Satisfação de diferentes necessidades de navegação pelo hiperespaço de informações.

O modelo do aprendiz é a estrutura que contém as informações sobre as características do aprendiz, permitindo ao sistema adaptar-se a essas características. Brusilovsky (2004) identifica características importantes sobre usuários a serem consideradas para adaptação:

- Nível de conhecimento do aprendiz: A medida em que o nível do conhecimento do aprendiz aumenta, o sistema precisa fazer inferências sobre esse avanço para proporcionar o apoio adaptativo correspondente;
- Metas do aprendiz: A tarefa do aprendiz é a característica relacionada com o contexto de trabalho do aprendiz no sistema;
- Experiência do aprendiz: Está relacionada à familiarização do aprendiz com o sistema e a sua facilidade de navegar por ele;
- Preferências do aprendiz: As preferências do aprendiz em termos de atividades e formato das informações.

Outro aspecto importante são as características individuais que definem um aprendiz como um indivíduo. Exemplos dessas características são os fatores de personalidade, fatores cognitivos e estilos de aprendizagem.

Um modelo de aprendiz que aborda características de personalidade foi estudado no projeto SEMEAI, onde o aprendiz é classificado em 16 perfis psicológicos. Fatores cognitivos foram estudados no projeto TAPEJARA, onde o aprendiz pode ser classificado em um dos 4 perfis psicológicos.

Na literatura não se encontram sistemas que integram todas as características necessárias para adaptação do ensino ao aprendiz abordadas por Brusilovsky e também, alguma característica individual do aprendiz, que aborde estilos de aprendizagem. Por isso que neste trabalho optou-se pelo estudo da aplicabilidade dos estilos de aprendizagem, por este ser um estudo que diferencia dos demais ambientes estudados, considerando as características para adaptação.

Depois de realizada uma análise nos sistemas, é importante salientar as questões que serão abordadas no modelo proposto: adaptação da instrução às características individuais do aprendiz abordando o seu estilo de aprendizagem e as estratégias pedagógicas adequadas; modelagem das características do aprendiz: nível de conhecimento, metas, experiência e preferências do aprendiz. Estas questões é que fazem deste trabalho um estudo diferenciado e ainda não realizado até o momento.

3 ESTILOS DE APRENDIZAGEM

Este capítulo apresenta um breve histórico dos estilos de aprendizagem.

Aprendizagem, para muitos autores é um processo natural na vida de todo ser humano e concluído na idade adulta. Para Skinner (SKINNER, 1982) a aprendizagem seria basicamente uma mudança de comportamento, ou seja, a pessoa demonstra saber algo que não sabia antes. Para David Ausubel, psicólogo da aprendizagem, o principal no processo de ensino é que a aprendizagem seja significativa (AUSUBEL, 1978).

Pode-se perceber como as pessoas da mesma classe, grau, idade, nacionalidade, raça, cultura ou religião preferem aprender de maneiras diferentes, ou seja, possuem preferências na hora de aprender.

Preferência ou estilo de aprendizagem é o modo como cada aprendiz se concentra, processa e retém informação. As características pessoais fazem com que o mesmo método de ensino seja efetivo para alguns e ineficaz para outros alunos (DUNN, 1989).

Embora alguns alunos possam aprender com eficiência sem que suas preferências de aprendizagem sejam consideradas, outros alunos alcançam uma performance significativamente melhor quando suas preferências são capitalizadas. Pesquisas apontam que existe um ganho nos dois casos, quando há o ensino através de preferências de estilo de aprendizagem (DUNN, 1995).

As pessoas têm diferentes estilos de aprendizagem que indicam preferência por experiências de aprendizagem particulares. Messick (MESSICK, 1976) definiu dezenove dimensões diferentes.

O trabalho de Witkin (WITKIN, 1976) definiu os estilos dependente e independente conforme as diferenças de estruturar e analisar informações. Pask e Scott (PASK, 1972) identificaram as estratégias holística e serialista na resolução de problemas.

Segundo Dunn (1995) a orientação da aprendizagem de uma pessoa é talvez o determinante mais importante de sua realização educacional. Assim, quanto maior sua congruência com o método pedagógico usado, maior a chance de sucesso (HAYES, 1988).

Existem diversos instrumentos que buscam medir estilos de aprendizagem (DELAHAYE; THOMPSON, 1991; MEIRELES, 2003). Muitos autores pesquisaram o conceito de estilo de aprendizagem, entretanto, o modelo que tem estimulado a maioria dos debates e pesquisas é o de Kolb (KOLB, 1976). Os autores Honey & Mumford (HONEY, 1986) desenvolveram um instrumento denominado Questionário de Estilo de Aprendizagem (LSQ), o qual foi baseado no modelo de Kolb.

O modelo de Kolb mostra as dimensões estruturais que formam a base do processo de aprendizagem experimental e formas de conhecimento básico resultantes.

Muitos psicólogos distinguem o desenvolvimento cognitivo em duas dimensões bipolares: ativo-reflexiva e abstrato-concreta. A primeira varia da participação direta

para a observação detalhada. A segunda varia de lidar com objetos tangíveis até lidar com conceitos teóricos (KINSHUK, 1996).

Kolb combina as duas dimensões em seu modelo para identificar duas atividades de aprendizagem: percepção e processo. Por exemplo, algumas pessoas percebem melhor a informação através dos sentidos, quando vivenciam experiências concretas, outras pessoas percebem melhor a informação de forma abstrata, através do pensamento e de conceitos mentais, fazendo uso de símbolos ou modelos conceituais.

A informação percebida pode ser processada por algumas pessoas através da observação reflexiva (assistir e observar a informação), enquanto para outras a informação percebida pode ser processada através de experimentação ativa, pessoalmente e ativamente envolvidas (fazer algo com a informação) (CARDOSO, 1998).

A figura 3.1 apresenta em cada quadrante os tipos de estudantes, os quais são referidos por Kolb como estilos de aprendizagem.

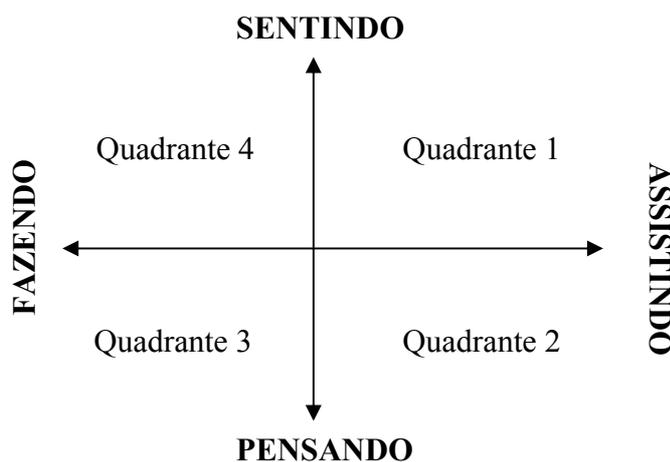


Figura 3.1: Elementos da Aprendizagem e Estilos de Aprendizagem

Kolb usou os quatro extremos para definir 4 fases do ciclo de aprendizagem, como ilustrado na Figura 3.2. No eixo horizontal ele discriminou entre observação reflexiva (assistindo) e experimentação ativa (fazendo). O eixo vertical divide os que preferem experiência concreta (sentindo) e conceitualização abstrata (pensando) (HARB, 1995).

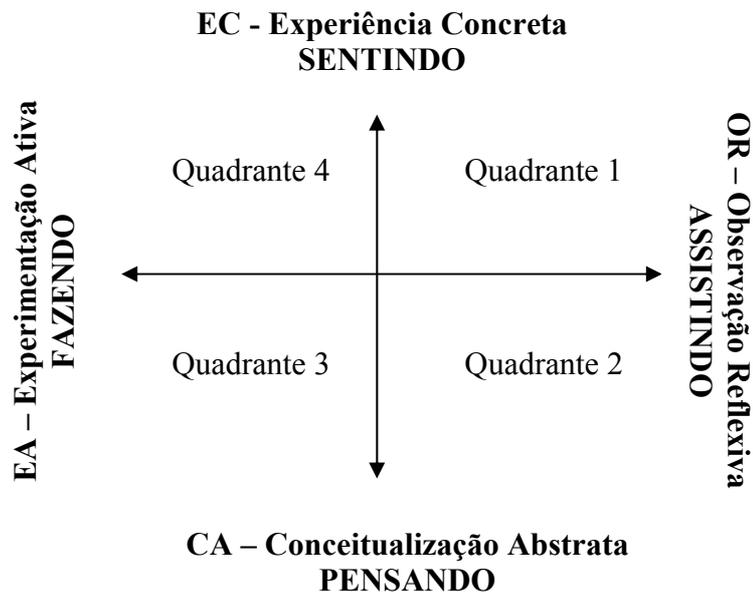


Figura 3.2: Fases do Ciclo de Aprendizagem

Na fase Experiência Concreta (EC), o estudante aprende através de experiências específicas, sensibilidade e sentimentos relativos a pessoas. Sentimento é mais enfatizado que pensamento ou lógica. O estímulo do ambiente precisa ser ordenado e selecionado de forma que sentimento e valorização sejam atividades mentais dominantes. Habilidades na área EC incluem bom relacionamento interpessoal e sensibilidade para valores pessoais de todos os envolvidos.

Na fase Conceitualização Abstrata (CA) ou pensando o estudante planeja e tenta logicamente e sistematicamente organizar a informação em conceitos, teorias, e idéias. A ênfase está em pensar ao invés de sentir. O estudante está preocupado em construir teorias gerais ao invés de intuitivamente entender situações ou áreas específicas.

A Observação Reflexiva (OR) é a fase onde o estudante torna-se um observador objetivo. A estratégia é separar a si mesmo do experimento particular e antes de fazer um juízo, observar a ocorrência de tantas perspectivas diferentes quanto possível. O modo dominante é a vigilância paciente e a reflexão pessoal para fazer julgamentos.

A Experimentação Ativa (EA) é a fase em que o estudante possui habilidade para adquirir coisas já prontas, é diretamente envolvido com o ambiente. O mundo é dirigido, testado e manipulado para obter uma resposta. A estratégia é achar o que de fato funciona e obter resultados práticos. O modo dominante é testar.

Após a definição do ciclo de aprendizagem, Kolb pode identificar quatro tipos diferentes de estudantes. Estes tipos (estilos) são formados a partir da combinação das dimensões opostas das duas atividades de aprendizado (percepção e processo). Os quatro estilos de aprendizagem: diversificador, assimilador, solucionador e adaptador (HARB, 1995), são ilustrados na Figura 3.3.



Figura 3.3: Estilos de Aprendizagem

Os adaptadores (experiência/ativo concreto), são alunos assim chamados porque se adaptam facilmente a novas situações. Eles são motivados pela pergunta "e se?", por exemplo, "E se nós fizéssemos algo diferente para resolver este problema?". Procuram significados na experiência de aprendizagem. Existe uma variedade de técnicas para este estilo de aprendizagem. Tudo aquilo que venha a encorajar a descoberta independente é o mais desejável, pois os adaptadores preferem ser os participantes ativos em sua aprendizagem. Hartmann (1995) dá exemplos de como o professor pode ensinar ao adaptador. Segundo ele, o professor deverá proporcionar atividades de laboratórios, trabalhos e pesquisas de campo.

Os assimiladores (observador/reflexivo abstrato) são assim chamados porque estão sempre buscando assimilar novas idéias e pensamentos. A pergunta favorita deles é "o que é?", por exemplo, "O que eu preciso saber para resolver este problema?". São alunos que sentem-se bem com informações organizadas, tendem a respeitar o conhecimento do especialista. Não se sentem bem explorando algo fortuitamente. Quanto às técnicas voltadas para os assimiladores, Kolb inclui: conferências ou apresentações de vídeos, seguidas por demonstrações, pela exploração do assunto em um laboratório, sempre com uma preparação tutorial. Estes estudantes gostam de exercícios preparados cuidadosamente pelo professor, de contar sempre com alguém disponível com o recurso para respostas às suas dúvidas.

Os solucionadores (experiência/ativo abstrato) são estudantes que recebem este nome porque eles procuram pela "solução" para problemas práticos. Eles sentem-se motivados para descobrir a relevância ou o "como" de uma situação. A aplicação e a utilidade da aprendizagem é maior quando os estudantes recebem a informação sobre as "operações" que deverão realizar. Segundo Kolb, os métodos que colaboram com este estilo, são os que incluem: instrução interativa, não passiva; problemas fixos ou exercícios para exploração.

Os diversificadores (concreto/reflexivo) são estudantes assim chamados porque eles tendem a serem altamente individualistas e buscam o máximo na escolha pessoal. Eles são motivados para descobrir a relevância ou o "porquê" de uma situação. Eles gostam

de argumentar com informações específicas, explorar o que o assunto tem para oferecer e preferem a informação apresentada de maneira detalhada, sistemática e discutida. Para melhor entrosamento com estes estudantes, o professor deverá responder às suas questões e apresentar sugestões. Referências, resumos sempre à mão. Flexibilidade e habilidade para pensar são recursos para trabalhar com eles.

3.1 Inventário de Estilo de Aprendizagem

O Inventário de Estilo de Aprendizagem (IEA) (KOLB, 1976) utilizado por Kolb é um questionário auto-descritivo, para medir estilos de aprendizagem. O inventário mede a "relativa ênfase conforme cada modo do processo de aprendizagem" do examinando, ou seja, o estilo de aprendizagem preferido de qualquer estudante pode ser determinado através do IEA.

O IEA contém nove conjuntos de quatro palavras, e requer que os examinandos ordenem as palavras dentro de cada conjunto de acordo como bem elas caracterizam a orientação de aprendizagem deles. Isto produz uma contagem relativa a cada uma das quatro fases de aprendizagem (experiência concreta, observação reflexiva, conceitualização abstrata e experimentação ativa) das atividades de aprendizagem. Estes resultados são utilizados para gerar duas outras contagens: posição referente do examinando na dimensão ativo-reflexiva (indicada pela subtração de observação reflexiva da experimentação ativa) e posição referente do examinando na dimensão abstrato concreta (indicada pela subtração da experiência concreta da conceitualização abstrata) (KINSHUK, 1996).

Na aplicação do instrumento, um ciclo de aprendizagem indica, na forma de gráfico, até que ponto o estudante fia-se em cada uma das quatro fases de aprendizagem, permitindo determinar qual o estilo de aprendizagem do aluno.

Embora o modelo básico de aprender de Kolb possa ser considerado como plausível, parece existir a necessidade por uma medida mais válida e segura de estilos de aprendizagem que o IEA. Lewis e Margerison (LEWIS, 1979) chamaram atenção para o Indicador de Tipos Myers-Briggs (MYERS, 1979), um instrumento baseado na teoria de tipos psicológicos de Jung, os quais avaliam os modos preferidos do indivíduo interagir com o ambiente. Entretanto, Sugarman (1985), argumenta que em situações nas quais os estilos de aprendizagem são uma preocupação particular, sua complexidade possivelmente pode causar confusão.

Uma alternativa foi desenvolvida por Honey e Mumford (1986), o Questionário de Estilos de Aprendizagem (QEA). Embora o QEA também tenha sido criticado por alguns investigadores por seus defeitos na construção válida e tenha falhado em algumas ocasiões para mostrar correlações significantes entre seus quatro estilos de aprendizagem (GOLDSTEIN, 1992; TEPPER, 1993), este tem sido o instrumento de estilo de aprendizagem mais favorecido na literatura para avaliação de módulos de Aprendizagem Ajudada por Computador (CAL) (ALLINSON, 1990; HAYES, 1988; FURNHAM, 1992).

3.2 Abordagem de HONEY e MUMFORD

O modelo de Kolb serviu de embasamento para o Questionário de Estilo de Aprendizagem (QEA) de Honey e Mumford (1986), que tem quatro estilos: teórico, ativista, refletor e pragmático. O modelo de Kolb descreve a aprendizagem como um

processo contínuo que pode ser descrito em uma volta infinita, conforme apresenta a figura 3.4.

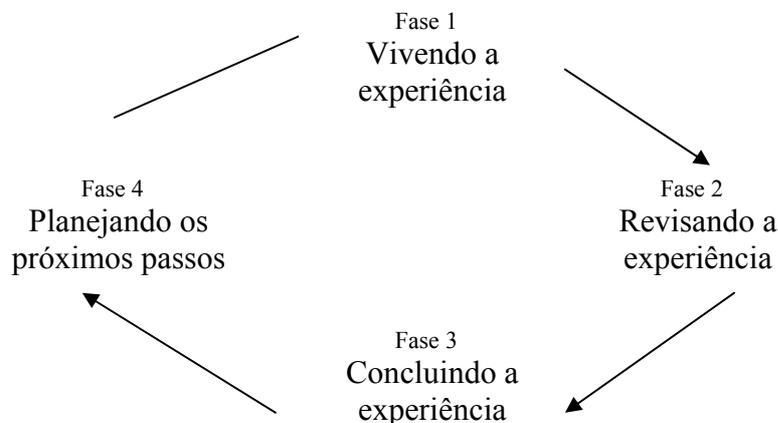


Figura 3.4: O Modelo de Kolb

Um estudante pode iniciar em qualquer lugar no ciclo porque cada fase é o princípio para a próxima (KINSHUK, 1996). Por exemplo, uma pessoa poderia iniciar na fase 2 adquirindo um pouco de informação e ponderando-a antes de chegar a algumas conclusões, fase 3, e decidindo como aplicá-la, fase 4.

As quatro fases, experimentando, revisando, concluindo e planejando são mutuamente encorajadoras. Nenhuma delas é completamente efetiva como um procedimento de aprendizagem em si. Cada fase tem um papel igualmente importante no processo total, entretanto o tempo gasto em cada uma pode variar consideravelmente.

Honey e Mumford (1986) fizeram uma descrição dos quatro estilos de aprendizagem da seguinte forma:

- **Ativistas:** estes se envolvem completamente e sem preconceito em experiências novas. Eles desfrutam o aqui e agora e são felizes por serem dominados por experiências imediatas. Eles são compreensivos, não cépticos, e isto tende a fazê-los entusiasmados sobre qualquer coisa nova. A filosofia deles é: "Eu tentarei qualquer coisa". Eles tendem a agir primeiro e considerar as conseqüências depois. Seus dias são preenchidos com atividades. Eles tendem a prosperar no desafio de experiências novas, mas ficam entediados com implementação e consolidação mais longa. São pessoas gregárias que constantemente se envolvem com outros, mas buscam centrar todas as atividades ao redor de si mesmas.

- **Refletores:** estes gostam de suporte para ponderar experiências e as observa de diferentes perspectivas. Eles colecionam dados, ambos de primeira mão, e preferem pensar completamente neles antes de chegar a qualquer conclusão. A coleção e análise completa de dados sobre experiências e eventos é o que conta, assim eles tendem a adiar o alcance definitivo de conclusões tanto quanto possível. A filosofia deles é a de serem cautelosos. Eles são pessoas pensativas que gostam de considerar todos os ângulos possíveis e implicações antes de fazer um movimento. Eles preferem se sentar para reuniões e discussões. Eles gostam de observar outras pessoas em ação. Eles escutam os outros e obtém o rumo da discussão antes de dar opiniões. Eles tendem a adotar um baixo perfil e terem um ar ligeiramente distante, tolerante e calmo. Suas ações fazem parte de um grande quadro que inclui o passado como também o presente e observações de outros como também suas próprias.

- Teóricos: adaptam e integram observações de maneira complexa mas de uma forma lógica como as teorias. Eles pensam nos problemas de uma maneira vertical, passo a passo, de maneira lógica. Eles assimilam fatos discrepantes em teorias coerentes. Eles tendem ser perfeccionistas, os quais não descansam facilmente até que as coisas estejam organizadas e ajustadas em um esquema racional. Eles gostam de analisar e sintetizar. Eles são perspicazes em suposições básicas, princípios, teorias, modelos e pensamento de sistemas. A filosofia deles valoriza racionalidade e lógica. "Se é lógico é bom". Perguntas que eles frequentemente fazem: "Faz sentido?"; "Como isto ajusta com isso?"; "O que são suposições básicas?". Eles tendem a ser destacados, analíticos e dedicados a objetividade racional. Suas abordagens para problemas são consistentemente lógicas. Este é o "jogo mental" deles, que rigidamente rejeitam qualquer coisa que não se ajuste com isto. Eles preferem maximizar certeza e se sentem incomodados com julgamentos subjetivos, pensamento lateral e qualquer coisa impertinente.

- Pragmáticos: destacam-se em experimentar idéias, teorias e técnicas para ver se elas funcionam na prática. Eles procuram novas idéias e aproveitam a primeira oportunidade para aplicá-las. Eles são o tipo de pessoas que ao terminar um curso teórico saem cheios de novas idéias, as quais quer experimentar na prática. Agem de forma rápida e confiante em idéias que os atraem. Eles tendem a serem impacientes com nas discussões em aberto. Eles respondem a problemas e oportunidades "como um desafio". A filosofia deles é: "Sempre há um modo melhor" e "Se funciona é bom".

Cada estilo é associado com uma fase no ciclo de aprendizagem contínuo, como é ilustrado na figura 3.5. Pessoas com preferências de ativista, estão bem preparados para experimentar. Pessoas com método refletor possuem predileção por ponderar em cima de dados, estão bem preparados para revisar. Pessoas com preferências de teorista possuem necessidade de arrumar e ter "respostas", estando bem preparados para concluir. Finalmente, as pessoas com preferências de pragmatista possuem preferências por coisas práticas, estão bem preparados para planejar (HONEY, 1986).

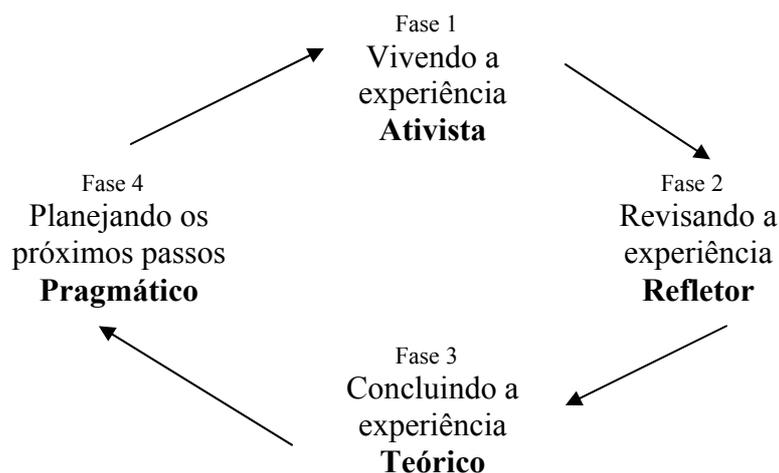


Figura 3.5: Estilos de Aprendizagem de Honey e Mumford

3.2.1 O Questionário de Estilos de Aprendizagem

Apesar de Honey e Mumford (1986) considerarem aceitável o ciclo de aprendizagem com quatro fases de Kolb, eles ainda estavam insatisfeitos com o IEA, por causa do uso de uma palavra descritiva como uma base para atribuir estilo, e expressando preocupação em face da validade dos próprios estilos. A abordagem deles no desenvolvimento do QEA, foi concentrar-se no comportamento observável em vez de base psicológica para aquele comportamento, e identificar estilos de aprendizagem que são significantes à população administrada.

Allinson e Hayes (1988) julgaram o QEA preferível ao IEA por muitas razões. Primeiro, eles consideraram o QEA mais capacitado a medir algo de fato. Considerando que o IEA aparentemente não tem um fator claro de estrutura, o QEA pôde distinguir dimensões cognitivas semelhantes em duas amostras independentes. Segundo, a distribuição de suas contagens é mais próxima do que a do IEA, o que poderia ser esperado teoricamente. Terceiro, ele pode ser mais confiável. O coeficiente de estabilidade temporal do QEA parece ser superior aqueles relatados pelo IEA. Finalmente, tem maior validade. Ainda mais, vários itens do IEA não inspiram confiança como indicadores de estilos de aprendizagem, as sentenças comportamentais contidas no QEA pelo menos parecem medir o que é suposto que elas estão medindo.

O QEA inclui 80 declarações que os examinandos são solicitados a tiquetaquear (✓) ou marcar com um 'x', indicando concordância ou discordância respectivamente. O alvo é descobrir tendências gerais de comportamento, e nenhum item tem mais peso que outro. As 80 declarações compreendem quatro subconjuntos de 20 itens fortuitamente ordenados, cada subconjunto mede estilos de aprendizagem particulares.

A contagem do questionário é bastante direta: um ponto para cada item tiquetaqueado e nenhum ponto para cada item marcado com um 'x'. Desta forma, nenhum estilo de aprendizagem alcançará mais que vinte pontos. A contagem "ordena" os itens e lista todas aquelas prováveis tendências ativistas, reflexivas e assim por diante. As normas são calculadas pela análise das contagens reais de pessoas que completaram o questionário. Estas normas são referenciadas como normas gerais porque elas são baseadas em uma grande população de contagens.

3.3 O modelo de FELDER

Felder e Silverman (FELDER, 1988) propuseram um modelo de estilos de aprendizagem baseado em cinco dimensões de aprendizagem: percepção, entrada, organização, processamento e compreensão. Segundo o modelo, ilustrado na figura 3.6, as dimensões possuem dicotomias: percepção (sensorial/intuitiva), entrada (visual/aural), organização (indutiva/dedutiva), processamento (ativo/reflexivo) e compreensão (seqüencial/global).

<i>Dimensões de Estilos de Aprendizagem</i>		
Sensorial Intuitiva	}	percepção
Visual Aural	}	entrada
Indutiva Dedutiva	}	organização
Ativo Reflexivo	}	processamento
Seqüencial Global	}	compreensão

Figura 3.6: Dimensões de Estilos de Aprendizagem

As dimensões propostas derivam de outros modelos. Por exemplo, a dimensão da percepção é uma das quatro dimensões do modelo baseado na teoria de Jung de tipos psicológicos, a qual foi estudada no ambiente SEMEAI, e a quarta dimensão (processamento) é um componente da teoria de estilos de aprendizagem desenvolvida por Kolb (KOLB, 1984) e explicada neste capítulo.

De acordo com a estrutura conceitual proposta, existem 32 estilos de aprendizagem. Por exemplo, o estilo de aprendizagem (sensorial/aural/dedutiva/ativo/seqüencial) define preferências para percepção sensorial, entrada aural, organização dedutiva, processamento ativo e compreensão seqüencial. É importante ressaltar que as dicotomias são encontradas nos indivíduos de forma suave, moderada ou acentuada, indicando preferências por algumas dimensões. Assim, um indivíduo pode possuir uma suave preferência pela aprendizagem ativa em relação a aprendizagem reflexiva.

O indivíduo que possui estilo visual de entrada dá preferência à informação em forma de figuras, filmes, símbolos, gráficos, mapas, demonstrações, etc., ao passo que o possuidor do estilo aural consegue tirar maior proveito da palavra falada ou escrita (BARBOSA, 2002). A percepção sensorial ocorre fundamentalmente através dos sentidos ao passo que a percepção intuitiva através de informação do inconsciente sob a forma de especulação e imaginação. A organização indutiva é aquela que parte do particular para o geral, onde teorias unificadoras são resultados do estudo de situações individuais. Na organização dedutiva as soluções e aplicações particulares são conseqüências de uma idéia geral. A indução é o estilo natural de aprendizado sendo também a maneira pela qual o conhecimento é, predominantemente, adquirido ao longo do tempo por estudiosos de determinado assunto. Por outro lado a dedução é o estilo natural de ensino de assuntos técnicos e de organização do conhecimento já adquirido.

A informação percebida pelo indivíduo é transformada em conhecimento através de dois modos: a experimentação ativa e a observação reflexiva. A experimentação ativa envolve o uso externo da informação seja através de discussão, explicação ou de teste por aplicação a uma situação concreta; a observação reflexiva consiste em exame e manipulação mental da informação. As pessoas cujo estilo é ativo preferem estudar em grupo e trabalharem procedimentos experimentais onde podem exercitar os conhecimentos adquiridos ao passo que o estilo reflexivo favorece o estudo individual e procedimentos teóricos como interpretação, analogia e formulação de modelos.

Existem pessoas que preferem a forma seqüencial, lógica e encadeada de apresentação do conhecimento que é característica das ciências exatas e da engenharia.

Outros aprendem aos saltos, necessitando da visão de conjunto para poder compreender os detalhes; são os aprendizes globais.

Após alguns estudos, Felder (FELDER, 1995) fez duas importantes mudanças no modelo de estilos de aprendizagem. Foi efetuada a eliminação da dimensão organização e alteração da categoria "visual/aural" para "visual/verbal". O questionário e a forma de pontuar as respostas no modelo proposto por Felder foram traduzidos e estão detalhados no Anexo A.

A figura 3.7 apresenta as dimensões propostas por Felder, as quais serão utilizadas nesta pesquisa.

<i>Dimensões de Estilos de Aprendizagem</i>	
Sensorial Intuitiva	} percepção
Visual Verbal	} entrada
Ativo Reflexivo	} processamento
Seqüencial Global	} compreensão

Figura 3.7: Dimensões de Estilos de Aprendizagem Alteradas

O Índice de Estilos de Aprendizagem (ILS) é um instrumento utilizado para determinar as preferências nas quatro dimensões (ativo/reflexivo, sensorial/intuitivo, visual/verbal e seqüencial/global) do modelo de estilos de aprendizagem, e foi formulado por Richard Felder e Linda K. Silverman. O instrumento está sendo trabalhado por Barbara A. Soloman e Richard M. Felder na *North Carolina State University* (FELDER, 2004).

Uma versão preliminar do ILS foi testada em 1994 e 1995. Os resultados foram submetidos à análise fatorial, e alguns itens que não apresentaram uma discriminação perceptível foram substituídos. A versão revisada do ILS pode ser obtida na Internet (<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSpage.html>).

3.4 Considerações Finais

A Universidade Federal de Goiás está trabalhando na construção de um Sistema Tutor Inteligente que utilize o ILS, e vários testes foram realizados para comprovar a eficiência do instrumento (MEIRELES, 2003).

O Grupo de Pesquisa Aprendizagem em Engenharia do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade de São Paulo, têm desenvolvido diversos estudos na aplicabilidade do ILS. Os resultados mostram que o inventário fornece uma indicação das preferências individuais de aprendizagem, e o quanto é importante mapear os estilos de aprendizagem para orientar o ensino ao aprendiz (BELHOT, 2004).

Outro trabalho importante foi realizado pelo Instituto de Artes e Multimeios da Universidade de Campinas, onde é apresentado um comparativo de diversos modelos cognitivos e a eficiência do uso dos estilos de aprendizagem (CAVELLUCCI, 2004).

O ILS utilizado nestas pesquisas é uma primeira versão da tradução para o português do texto original, realizada por Marcius F. Giorgetti e Nidia Pavan Kuri, para utilização

no curso de sua responsabilidade “SHS-722 Metodologia do Ensino de Engenharia”, oferecido conjuntamente pela Área de Pós-Graduação Hidráulica e Saneamento e pelo Centro de Tecnologia Educacional para Engenharia–CETEPE, da Escola de Engenharia de São Carlos-USP (BELHOT, 2004).

Outra tradução do instrumento foi realizada pelo Prof. Dr. Lauro Eugênio Guimarães Nalini, Laboratório de Análise Experimental do Comportamento, Departamento de Psicologia, Centro de Ciências Humanas, Universidade Católica de Goiás.

Os autores da versão traduzida para o português apresentada no Anexo A, autorizaram o uso deste instrumento nesta tese, pois solicitam que outros grupos de pesquisa validem a aplicabilidade dos estilos de aprendizagem em diversos domínios e ambientes.

Na utilização do ILS deve-se estar atento para dois pontos importantes (BELHOT, 2004; MEIRELES, 2003):

1. O ILS ainda está em desenvolvimento e os resultados fornecem uma indicação das preferências individuais de aprendizagem e, provavelmente, uma indicação ainda melhor do perfil de preferências de um grupo de estudantes (por exemplo, de uma turma).

2. O perfil do estilo de aprendizagem de um estudante fornece uma indicação dos prováveis pontos fortes e possíveis tendências ou hábitos que poderiam estar conduzindo a dificuldades na vida acadêmica. O perfil **não** reflete a adequabilidade ou inadequabilidade do estudante para com uma determinada matéria, curso ou profissão. Rotular os estudantes desta maneira é no mínimo um grande engano e pode ser destrutivo se os estudantes utilizarem o rótulo como justificativa para mudanças drásticas de curso ou de propósitos profissionais.

4 AGENTES PEDAGÓGICOS

Na literatura encontram-se diversos conceitos para denominar o termo agente. Segundo Shoam (1997), um agente de software é uma entidade que funciona de forma autônoma, isto é, sem a intervenção constante de uma pessoa, e continuamente em um ambiente particular sempre habitado por outros agentes e processos.

Segundo Russell (1995), um agente é uma entidade autônoma e pode ser definido como um sistema capaz de perceber através de sensores e agir em um certo ambiente através de atuadores.

Para Sichman e Alvares (1997) dado um determinado sistema, denomina-se agente cada uma de suas entidades ativas. O conjunto de agentes formam uma sociedade.

A FIPA (*The Foundation for Intelligent Physical Agents*) define agente como uma entidade que reside em um ambiente onde interpreta dados através de sensores, que refletem eventos no ambiente e executam ações que produzem efeitos no ambiente (FIPA, 2004).

Sichman (1992) classifica os agentes em duas categorias principais: agentes reativos e agentes cognitivos, devido as suas diferentes capacidades. Atualmente surgiram outras denominações como os agentes de software e os agentes pedagógicos.

Os agentes implementados na modelagem dos Sistemas Tutores Inteligentes são denominados Agentes Pedagógicos. Estes agentes são denominados pedagógicos quando estão ligados a um ambiente onde existe uma sociedade de agentes que compõem um sistema de ensino-aprendizagem.

Os agentes pedagógicos (GIRAFFA, 1998) podem ser considerados como:

- *Tutores*: destinados ao ensino dirigido ao aluno;
- *Assistentes*: colaboram com a aprendizagem do aluno;
- *Agentes na Web*: destinados a uma aplicação de ensino na *Internet* e,
- *Agentes Mistos*: que ensinam e aprendem.

Os agentes pedagógicos possuem um conjunto de regras que determinam os objetivos de ensino, e os planos para atingí-los. Estes planos são determinados pelo uso de estratégias de ensino.

Segundo Shaw (1999), os agentes pedagógicos procuram atingir objetivos pedagógicos, objetivos de comunicação e objetivos de tarefa. Os agentes pedagógicos podem ser representados por personagens animados, respondendo ao aluno através de uma combinação verbal e não-verbal, tais como, olhar, apontar, podendo passar emoções, como surpresa, aprovação, desaprovação (JAQUES, 2001).

Podemos classificar os agentes pedagógicos em dois grupos principais:

- *Agentes Pedagógicos como parte da Arquitetura Distribuída de um Sistema Tutor*: Neste caso, a arquitetura do sistema educacional é formada por agentes

cooperativos que trabalham em *background* (GURER, 1998; LESTER, 1999). Esses agentes são usados para facilitar a construção modular da arquitetura de sistemas tutores e comunicação entre estes módulos. Alguns exemplos de sistemas que fazem parte deste grupo são: AME-A (D'AMICO, 1999), SEMEAI (GEYER, 2001) e MCOE (GIRAFFA, 1999);

- *Agentes Pedagógicos Animados*: São agentes personalizados e animados que representam um personagem que interage com o usuário. Exemplos deste grupo são: ADELE, STEVE e MACES (JAQUES, 2004).

Neste trabalho, ao citar agentes pedagógicos refere-se ao primeiro grupo, pois é o tema de interesse desta tese.

4.1 Arquitetura de Agentes

Uma arquitetura de agentes pode ser vista como uma metodologia específica para construir os agentes. É especificado como um agente pode ser decomposto na construção de módulos componentes e como estes módulos podem interagir.

Arquiteturas diferentes têm sido propostas para assegurar que os agentes tenham um nível particular de inteligência e autonomia. Estas arquiteturas podem ser classificadas de acordo com os mecanismos usados pelos agentes para selecionar uma ação (VICARI, 1996; GIRAFFA, 1998) conforme mostra a tabela 4.1.

Tabela 4.1: Arquiteturas de Agentes

Arquiteturas	Principais Características
Agentes Cognitivos	<p>Mantêm uma representação explícita de seu ambiente e dos outros agentes da sociedade;</p> <p>Podem manter um histórico das interações e ações passadas;</p> <p>A comunicação entre os agentes é feita de modo direto, através do envio e recebimento de mensagens;</p> <p>Seu mecanismo de controle é deliberativo, isto é, os agentes raciocinam e decidem sobre quais objetivos devem alcançar, que planos seguir e quais ações devem ser executadas em um determinado momento;</p> <p>O número de agentes está entre uma dezena no máximo.</p>
Agentes Reativos	<p>Não há representação explícita de conhecimento - o conhecimento dos agentes é implícito e se manifesta através do comportamento;</p> <p>Não há representação do ambiente - seu comportamento se baseia no que é percebido a cada instante;</p> <p>Não há memória das ações - o resultado de uma ação passada não exerce nenhuma influência sobre as ações futuras;</p> <p>Número de agentes - os sistemas multiagentes reativos, tem em geral, um grande número de agentes.</p>
Híbridas	<p>Determinam a escolha da ação através da combinação de técnicas utilizadas pelas arquiteturas deliberativas e reativas.</p> <p>Os agentes são construídos com um ou mais subsistemas.</p>

Uma das possibilidades de se modelar a estrutura cognitiva de um agente é a utilizada neste trabalho, a qual está baseada no trabalho de Shoam (SHOAM, 1993). Shoam descreve modalidades de estados mentais: crenças, compromissos e capacidades.

4.1.1 Crenças

O conhecimento dos agentes é modelado através de crenças que os agentes possuem sobre o estado do ambiente. As crenças são expressas na forma de regras de produção, sendo este o formalismo utilizado para representar o conhecimento do agente.

O sistema de inferência para interpretar as regras faz parte das operações dos agentes na consulta e atualização da base de dados.

Existem dois modos de interpretação (consulta das regras): encadeamento progressivo e regressivo (RICH, 1993).

As regras utilizam a sintaxe:

```
IF cond_1 AND cond_2 AND...
  THEN action_a AND action_b AND ...
```

Onde 'cond' são fatos OAV (objeto - atributo - valor), dados estes que encontram-se na base de dados na forma de tabelas relacionais, e 'action' são as ações do agente perante estas condições.

A revisão de crenças acontece na mudança das crenças do agente, sendo esta uma ação que faz parte das capacidades do agente, onde este atualiza a base de dados com novas informações geradas.

4.1.2 Compromissos

Os compromissos são acordos comunicados por outros agentes, através de mensagens, para executar ações particulares em um determinado tempo. De acordo com a mensagem recebida o agente executa um conjunto de ações específicas para realizar seus compromissos.

4.1.3 Capacidades

As capacidades são as ações que o agente pode executar e a comunicação com os demais agentes do ambiente. A capacidade é utilizada pelo agente para associar uma ação com pré-condições necessárias para realizar esta ação.

As ações são o resultado dos compromissos do agente. Para determinar o curso de uma ação foram criadas regras de comportamento (SHOAM, 1993). As regras podem ser vistas conforme o formato WHEN-IF-THEN.

A parte WHEN da regra determina a mensagem recebida dos outros agentes. O IF compara o estado corrente com as condições requeridas para que a regra seja aplicada. O THEN define as ações do agente e mudanças mentais executadas em resposta ao evento corrente, modelo mental e ambiente externo. Também inclui a revisão das crenças do agente.

Uma proposta para o funcionamento de um agente foi definida por Bica (BICA, 1999). Nesta proposta, um agente recebe uma mensagem e determina sua ação, a qual pode ser de comportamento, isto é, executar alguma tarefa, ou de comunicação, isto é, enviar uma mensagem para outro agente.

4.2 Comunicação entre Agentes

A comunicação habilita os agentes a coordenar suas ações e comportamentos, resultando em sistemas mais coerentes. Padrões de linguagens de comunicação facilitam a criação de softwares interoperáveis, justamente pelo fato de desatrelar a implementação da interface. Atualmente, existem vários padrões de comunicação que podem ser utilizados por agentes. Nesta seção serão descritos alguns deles.

Uma tecnologia amplamente utilizada na comunicação entre agentes é o RMI (*Remote Method Invocation*). Este mecanismo de comunicação é disponibilizado pela linguagem Java e permite realizar a comunicação entre objetos em diferentes *hosts*. RMI é um conjunto de classes que encapsulam vários mecanismos de troca de dados a fim de simplificar a execução de chamadas e métodos remotamente localizados entre espaços de endereçamento diferentes. Entretanto, este padrão de comunicação está fortemente ligado à linguagem de programação Java e necessita que os agentes sejam implementados com a mesma.

Atualmente, um dos grandes desafios da engenharia de software é garantir a máxima interoperabilidade entre programas, mesmo que implementados com linguagens de programação diferentes. Uma solução proposta, baseada em agentes, é a adoção de uma linguagem universal de comunicação, na qual as inconsistências e as variações notacionais particulares entre as várias linguagens de programação sejam eliminadas.

Neste sentido, como uma exploração desta abordagem de comunicação, pesquisadores de um grupo chamado *ARPA Knowledge Sharing Effort*, definiram os componentes de uma linguagem de comunicação para agentes chamada ACL, a qual aparentemente satisfaz estas necessidades.

A ACL pode ser melhor entendida como consistindo de três partes: (1) vocabulário, (2) uma “linguagem interna” chamada KIF (*Knowledge Interchange Format*), e (3) uma linguagem “externa” chamada KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*). KIF é um padrão para troca de conhecimentos entre diferentes linguagens em diferentes arquiteturas. Ele possibilita a troca de informações entre programas escritos por diferentes programadores, em diferentes linguagens e em tempos diferentes (DARPA, 1993).

KQML, por sua vez, é uma linguagem de consulta e troca de conhecimento. É utilizada em conjunto com o padrão KIF para possibilitar a comunicação entre agentes (DARPA, 1993). É importante ressaltar que, embora esta linguagem seja normalmente utilizada com o padrão KIF, ela independe de qualquer tipo de padrão, sendo desta forma possível que agentes trabalhem livres de qualquer restrição.

A comunicação fornece a base necessária para a realização da cooperação entre múltiplos agentes. A comunicação entre os vários agentes resolvidores de problemas permite a exploração em comum dos seus recursos e conhecimentos próprios, tornando possível o trabalho em paralelo de diferentes partes do problema, e a obtenção mais rápida da resolução do problema.

A comunicação entre os agentes pode implicar a troca de informação, pode ser realizada por dois métodos distintos:

- Envio de mensagens: É necessário definir linguagens e protocolos de comunicação. A troca de informação entre os agentes é realizada por envio de mensagens, que obedecem a um formato comum e bem definido, necessariamente perceptível por todos os agentes. O agente receptor da mensagem efetua a leitura desta, e de acordo com a informação presente e o seu próprio conhecimento, determina as ações a executar, que podem implicar o envio de novas mensagens. O agente emissor de uma mensagem pode, para a sua divulgação aos outros agentes, fazer uso de

mecanismos de endereçamento direto (quando o agente receptor é único e conhecido), difusão local (quando existem múltiplos agentes receptores), ou difusão global (quando os possíveis agentes receptores são todos aqueles presentes no sistema).

- Utilização de uma estrutura "*blackboard*": A comunicação entre os agentes é efetuada pela escrita e leitura de informação numa estrutura partilhada, denominada "*blackboard*". Quando determinado item de informação presente no "*blackboard*" é importante para um agente, este lê essa informação e executa as ações que considera adequadas, de acordo com o seu conhecimento próprio.

Um sistema "*blackboard*" é composto por três componentes básicos: a estrutura de dados; as fontes de conhecimento e um mecanismo de controle.

A estrutura de dados "*blackboard*" ou simplesmente o "*blackboard*": é uma base de dados global, partilhada pelas diferentes fontes de conhecimento, que contém dados de entrada, soluções parciais e outros dados representativos do estado de resolução do problema. O "*blackboard*" serve também como um meio de comunicação e como um suporte para o mecanismo de ativação das fontes de conhecimento.

As fontes de conhecimento ("*knowledge sources*") são módulos independentes e separados de conhecimento aplicável aos possíveis estados do problema, mas que coletivamente contêm o conhecimento necessário para resolver o problema. Associado com cada fonte de conhecimento existe uma condição de ativação que traduz as condições de estado do problema nas quais uma dada fonte de conhecimento pode contribuir para a solução. Este condição de ativação é comunicada ao mecanismo de controle. Eventualmente, diferentes contextos de ativação podem ativar a mesma fonte de conhecimento.

Um mecanismo de controle dirige o processo de resolução do problema, decidindo qual a fonte de conhecimento mais apropriada para ser executada em cada passo do processo de resolução do problema. O escalonamento da ativação das fontes de conhecimento num sistema "*blackboard*" não é um simples artefato destinado a permitir a execução seqüencial (num único processador), pois envolve também a escolha do curso de resolução do problema. Este componente, que é separado das fontes de conhecimento, toma decisões acerca do curso da resolução do problema dinamicamente (em "*run-time*").

O conhecimento descrito nas fontes de conhecimento pode ser expresso sob a forma de regras "Se-Então", onde a parte "Se" contém as pré-condições para a execução, e a parte "Então" contém a ação ou conclusão.

Dependendo do estado de resolução do problema, o mecanismo de controlo pode aplicar qualquer tipo de fontes de conhecimento: Orientadas por objetivos - efetuando raciocínio por encadeamento inverso, e Ativadas pelos dados - efetuando raciocínio por encadeamento direto.

No raciocínio por encadeamento inverso ("*backward chaining*") ou orientado por objetivos ("*goal-driven*"), o processo inicia-se com a resolução de um determinado objetivo ("*goal*") e o mecanismo de inferência pesquisa outras regras cujas pré-condições sejam agora satisfeitas pela nova base de dados.

No raciocínio por encadeamento direto ("*forward chaining*") ou ativado pelos dados ("*data driven*"), quando a execução de uma regra ou a aquisição de um fato novo atualizam a base de dados, o mecanismo de inferência pesquisa outras regras cujas pré-condições sejam agora satisfeitas pela nova base de dados.

Deste modo a execução de uma regra desencadeia a execução de outra regra ao modificar a base de dados.

4.3 Vantagens da Utilização de Agentes Pedagógicos

Os agentes pedagógicos se caracterizam como uma evolução dos tutores inteligentes por possuírem uma arquitetura distribuída e, por isso, apresentam algumas vantagens (GIRAFFA, 1998) como:

- Descentralização do conteúdo em vários tutores que cria a possibilidade de utilizar um maior número de técnicas pedagógicas;
- Aprendiz interage com um tutor de forma mais flexível, do jeito que interagiria com outro aprendiz. O tutor é apenas mais um personagem na história;
- Aprendiz pode passar conhecimentos ao tutor que serão repassados a outros aprendizes. Ele também pode passar este conhecimento diretamente aos outros aprendizes.

Segundo Gürer (1998), as duas maiores vantagens da utilização de agentes na concepção de sistemas educacionais são a modularidade e “*openness*”. Como os agentes são autônomos, eles são uma ferramenta poderosa para tornar um sistema tutor modular. O fato de cada agente ser um módulo único e independente do outro, fica mais fácil adicionar outros agentes a estes sistemas. Como os agentes são autônomos, eles apenas precisam saber informações de interação para serem adicionados a um sistema.

A modularidade também permite que problemas maiores e mais complexos sejam tratados. Adaptar as ações de um sistema tutor às necessidades do estudante é um processo complexo que requer uma variedade de conhecimentos, *expertise*, capacidades de resolução de problemas e estratégias de interação homem-máquina, avaliação, pedagogia e apresentação multimídia. Dividindo esse processo em componentes apropriados que são autônomos, pró-ativos e flexíveis, pode-se reduzir a complexidade de construir um tutor. Esta modularidade torna um STI mais simples, permitindo o reuso de componentes em sistemas diferentes.

A natureza distribuída das arquiteturas multiagentes permite que a funcionalidade de um sistema tutor inteligente seja distribuída em uma rede de computadores e sobre diferentes plataformas. Esta distribuição permite que o sistema tutor seja construído a partir de vários componentes que estão em diferentes plataformas, permitindo o uso de ferramentas apropriadas sem se preocupar com a plataforma. Além disso, a natureza distribuída destas arquiteturas permite processamento paralelo parcial, que vai depender da estrutura de controle usada para os agentes.

4.4 Considerações Finais

A aplicação de sistemas multiagentes no desenvolvimento de ambientes educacionais é apresentada em diversos trabalhos, conforme pode ser visto no capítulo 2. Além destes sistemas, pode-se citar o ambiente AMPLIA – Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem (SEIXAS, 2002; SEIXAS, 2003), o qual é um sistema de aprendizagem inteligente composto de agentes cognitivos, que tem como objetivo apoiar o desenvolvimento do raciocínio diagnóstico e a modelagem das hipóteses diagnósticas na área médica, utilizando redes *bayesianas* para a representação do conhecimento.

Silveira (2003) propõe uma arquitetura constituída por um conjunto de recursos para a construção de Ambientes Inteligentes Distribuídos de Ensino, a qual foi baseada em uma sociedade composta de agentes e compatíveis com o padrão FIPA.

Marczak (2003) apresenta um ambiente denominado PROOGRAMA, o qual foi concebido para oferecer um conjunto de recursos denominados como ferramentas

virtuais, e um grupo de agentes, os quais têm como tarefa monitorar as informações oriundas da interação entre alunos e professores usuários do ambiente.

Após o estudo dos conceitos fundamentais sobre agentes, é importante salientar as definições utilizadas nesta tese.

A classificação dos agentes utilizada é a definida como *Agentes Pedagógicos como parte da Arquitetura Distribuída de um Sistema Tutor*, pois esses agentes são usados para facilitar a construção modular da arquitetura de sistemas tutores e a comunicação entre estes módulos.

A comunicação entre agentes escolhida é a troca de mensagens, onde a troca de informação entre os agentes é realizada por envio de mensagens, que obedecem a um formato comum e bem definido, necessariamente perceptível por todos os agentes.

A arquitetura dos agentes é baseada na definição dos agentes cognitivos pelas seguintes características: mantêm uma representação explícita de seu ambiente e dos outros agentes da sociedade; a comunicação entre os agentes é feita de modo direto, através do envio e recebimento de mensagens; seu mecanismo de controle é deliberativo, isto é, os agentes raciocinam e decidem sobre quais objetivos devem alcançar, que planos seguir e quais ações devem ser executadas em um determinado momento.

5 MODELO DE ADAPTAÇÃO DE ENSINO

Neste capítulo é apresentado um modelo de adaptação de ensino genérico, o qual foi integrado num ambiente de ensino para sua validação. Primeiramente são apresentadas uma introdução geral e a arquitetura do modelo. Após são apresentados os agentes que compõem o modelo, e finalmente as operações que traduzem as ações específicas para cada agente.

5.1 Introdução

Inicialmente realizou-se um estudo comparativo das ferramentas encontradas na literatura, com o objetivo de identificar formas de adaptação de ensino que utilizem a abordagem de seleção de estratégias de ensino através da definição de um modelo de aluno.

Este estudo serviu como embasamento para a definição de como a seleção de estratégias pode ser integrada em ambientes educacionais, e de como implementar uma arquitetura genérica que aborde algumas carências encontradas em ambientes estudados, conforme citadas no capítulo 2.

Conforme apresentado no capítulo 2, para solucionar as restrições encontradas nos sistemas estudados, propõe-se um modelo de adaptação para ambientes genéricos, composto por agentes pedagógicos, os quais tem como tarefa prover a adaptação do ensino.

O modelo de adaptação baseia-se fundamentalmente na modelagem das características do aprendiz: nível de conhecimento, metas, experiência e preferências do aprendiz, e também características individuais modeladas através da psicologia cognitiva.

A literatura mostra mais de 20 diferentes estilos cognitivos com o objetivo de buscar respostas sobre o comportamento cognitivo dos alunos em ambientes de aprendizagem individual e assíncrona na Web. Nesses trabalhos (SOUTO, 2000), o perfil do aluno é identificado de forma explícita, ou seja, a partir de algum instrumento que permita a avaliação. Esse instrumento é aplicado na forma presencial, ou quando o aprendiz inicia seu trabalho on-line.

A escolha de um modelo de aprendiz ideal para a construção de sistemas educacionais ainda é um tema que está em discussão (OLIVEIRA, 2002; MEIRELES, 2003). Conforme apresentado no Capítulo 2, a maioria dos trabalhos que definem um modelo de aluno identificam o seu estilo cognitivo, e recentemente, alguns trabalhos iniciaram suas pesquisas em estilos de aprendizagem. Por isso, é que nesta tese será abordado o estudo em estilos de aprendizagem relacionados com outras características do aprendiz, por se tratar de um estudo diferenciado.

O uso de estilos de aprendizagem na condução do tutor permite ao sistema decidir o que deve ser apresentado, sustentado nas preferências individuais do educando. A maneira de cada estudante concentrar, processar e reter informação é considerada a fim de realizar a personalização do processo de tutoria. As dimensões que caracterizam os estilos de aprendizagem são variáveis componentes na determinação dos padrões de navegação. Tais padrões podem ser extraídos pela monitoração e observação dos agentes a partir da navegação do aprendiz (MELO, 2003).

As dimensões que caracterizam o estilo do aprendiz são inicialmente coletadas através de um questionário de estilos de aprendizagem e fornecidas aos agentes pedagógicos. Conforme descrito no Capítulo 3, o questionário apresenta uma série de características e fornece uma estatística utilizada como diagnóstico pelos educadores. O objetivo deste trabalho não é utilizar os dados fornecidos como diagnóstico. Ao invés disto, as respostas do questionário são usadas como informações para os agentes no sentido de viabilizar a conexão entre características pessoais e uma adequada condução do processo de tutoria.

Além de considerar preferências e conhecimento do aprendiz, o modelo considera o nível de habilidade tecnológica (para lidar com a tecnologia onde o sistema implementa sua interface com o usuário) do aprendiz. Esta habilidade refere-se à proficiência individual possuída sobre determinada tecnologia. Essa habilidade é muitas vezes conseguida informalmente em ambiente de trabalho ou lazer. A habilidade tecnológica agrega informações particulares do aprendiz, contribuindo para a adequação da navegação personalizada. O questionário de habilidades encontra-se no Anexo B.

5.2 Arquitetura do Modelo de Adaptação

A realização da adaptação da instrução às características individuais do aprendiz implica o sistema conhecer: os padrões cognitivos de aprendizagem do aluno, traduzidos como estilos de aprendizagem e as suas implicações pedagógicas; e a modelagem das características do aprendiz: nível de conhecimento, metas, experiência e preferências.

O modelo de adaptação proposto é composto de agentes pedagógicos, conforme apresenta a figura 5.1.

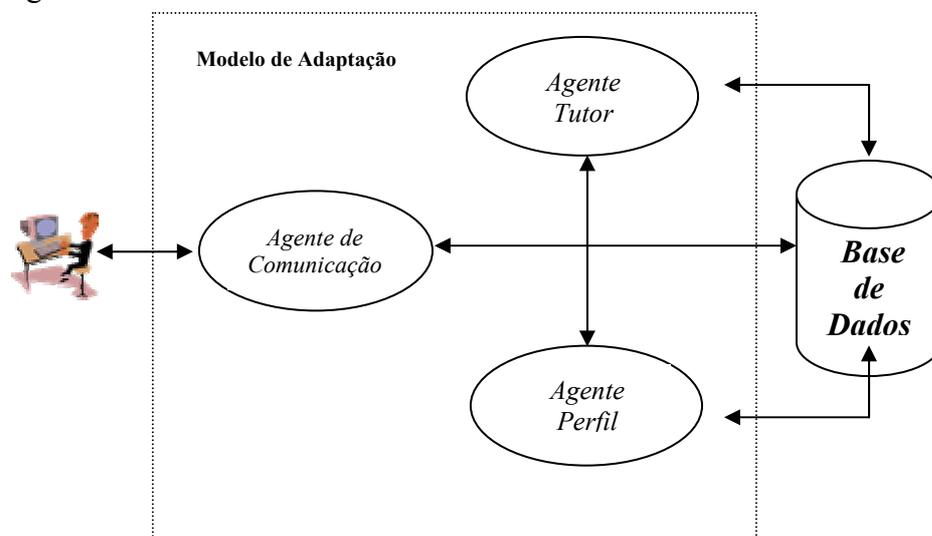


Figura 5.1: Modelo de Adaptação de Ensino

O modelo integra o conhecimento do estilo de aprendizagem e características do aprendiz, e com isso os agentes poderão tomar decisões e promover o ensino adaptativo.

Esta integração é realizada pelos agentes pedagógicos, os quais armazenarão e analisarão as atividades de um curso, através das trajetórias do aluno durante a sua navegação. Para um agente tutor computacional, estas trajetórias podem ser detectadas por diversas variáveis específicas, que funcionarão como sinais indicadores das ações cognitivas e dos comportamentos de navegação dos usuários-aprendizes, registrados durante o processo de ensino. Estas ações e comportamentos traduzem os estilos de aprendizagem.

Os agentes serão responsáveis por fornecer o caminho mais efetivo para a aprendizagem do aluno, independente do conteúdo didático que estará sendo ensinado. Os agentes têm suas tarefas específicas e são aqui denominados como:

- Agente de Comunicação: responsável em monitorar as atividades do aprendiz;
- Agente Perfil: responsável por identificar o perfil do aprendiz;
- Agente Tutor: responsável em adaptar o ensino ao aluno.

As próximas seções explicam os conceitos e a funcionalidade de cada agente.

5.3 Agente de Comunicação

O Agente de Comunicação é responsável em monitorar as atividades do aprendiz e informá-las aos demais agentes. Armazena em um registro (*log*) todas as informações sobre a navegação do aprendiz e apresenta a ele o ensino adaptativo.

O Agente de Comunicação interage com o Agente Perfil para informar possíveis incoerências na definição dos estilos de aprendizagem. Estas incoerências são observadas pela navegação do aprendiz no ambiente, analisadas através das preferências do aprendiz.

O agente apresenta o conteúdo didático ao aprendiz de acordo com as informações dos demais agentes. Nas primeiras interações do aprendiz no ambiente, o agente apresenta o conteúdo de acordo com todas as estratégias para que o aprendiz navegue livremente no ambiente, e assim, o agente detecta suas preferências.

A trajetória do aprendiz é monitorada, observando a sua navegação no ambiente. Nesta etapa, o agente realiza as seguintes atividades:

- Propõe o plano de ensino individual ao aluno considerado, com base no mapeamento de seu estilo de aprendizagem;
- Apresenta todas as possibilidades pedagógicas (atividades extras, revisão de conteúdo, exemplos, exercícios, etc.);
- Registra todos os passos do aluno pela navegação no ambiente, em um *log*;
- Verifica o *log* do aluno e atualiza possíveis modificações no modelo do aluno no banco de dados;
- Realiza ajustes no plano de ensino proposto (trajetória padrão para o estilo definido) em função do comportamento e desempenho do aluno ao longo do curso.

5.4 Agente Perfil

O Agente Perfil é responsável por identificar o perfil do aprendiz, conforme suas características individuais: os padrões cognitivos de aprendizagem do aluno, traduzidos como estilos de aprendizagem. O Agente Perfil identificará as características do aprendiz (perfil) utilizando o resultado de um questionário de estilos de aprendizagem, o qual é aplicado ao aluno na sua primeira interação no ambiente de aprendizagem. A figura 5.2 mostra como o sistema constrói o perfil do aprendiz.

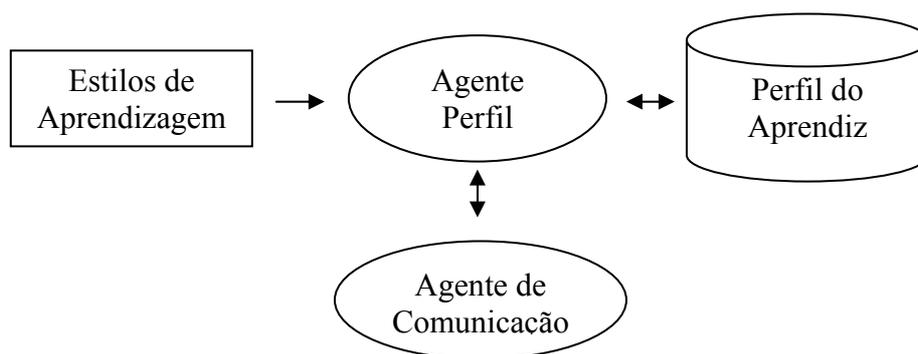


Figura 5.2: Formação do Perfil do Aprendiz

O Agente de Comunicação interage com o Agente Perfil para informar possíveis incoerências na definição dos estilos de aprendizagem. Estas incoerências são observadas pela navegação do aprendiz no ambiente.

Para a definição do estilo de aprendizagem, procurou-se utilizar um teste particularmente relevante e efetivamente utilizado (CAVELLUCCI, 2004; BELHOT, 2004). Em educação, os testes são utilizados como ferramenta, principal ou auxiliar, no diagnóstico pedagógico. Neste trabalho, o questionário será utilizado como um conjunto de variáveis a serem consideradas na personalização da navegação.

O trabalho poderia utilizar qualquer teste, porém, para maior credibilidade do estudo, procurou-se selecionar testes com aceitação e validade científica. A pesquisa do instrumento mais adequado, para este trabalho, teve várias outras indicações, mas a escolha acabou recaindo sobre o “Índice de Estilos de Aprendizagem de Richard M. Felder” (FELDER, 2004), detalhado no Anexo A.

Esta escolha foi fundamentada, principalmente, no fato do Inventário de Felder (2004) ser uma alternativa testada e publicada. Tais fatos facilitam a implementação desse instrumento, sem alterações na metodologia de aplicação do mesmo.

O sistema converte o resultado do questionário em escalas (Sensorial, Intuitivo, Visual, Verbal, Ativo, Reflexivo, Seqüencial, Global), representando as dimensões de aprendizagem do modelo de Felder, descritas no Capítulo 3. Cada unidade é um valor proporcional ao quantitativo de cada grupo de respostas do questionário.

A tabela 5.1 apresenta as escalas para cada dimensão dos estilos de aprendizagem, conforme os escores do aprendiz no resultado do questionário.

Tabela 5.1: Escalas dos Estilos de Aprendizagem

ATIVO						REFLEXIVO					
11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b
SENSORIAL						INTUITIVO					
11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b
VISUAL						VERBAL					
11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b
SEQUENCIAL						GLOBAL					
11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b

Se o escore do aprendiz ficar entre 1 e 3 na escala da dimensão, significa que ele é equilibrado nesta dimensão, ou seja, as estratégias pedagógicas devem ser mapeadas para os estilos da dimensão, a fim de que o aprendiz tenha uma aprendizagem efetiva.

Se o escore do aprendiz ficar entre 5 a 7 na escala, ele é moderado na dimensão, e se o escore ficar entre 9 a 11 ele tem uma forte preferência na dimensão da escala. Nestes dois casos deve ser considerado o mapeamento específico da dimensão para prover uma melhor aprendizagem do aluno.

Muitos trabalhos utilizam o inventário de Felder para mapear a forte preferência do aprendiz na dimensão da escala, ou a forte preferência de uma determinada turma de alunos (MEIRELES, 2003). Nesta tese, considera-se todas as escalas, a fim de identificar a individualidade do aprendiz, sendo este um diferencial dos demais trabalhos.

Na seção 5.5.4 são apresentadas as estratégias pedagógicas para cada estilo de aprendizagem denominado como mapeamento. Para cada estilo existe um mapeamento específico, porém durante a navegação do aprendiz ele poderá se identificar com outras possibilidades pedagógicas.

Por isso é importante considerar, a possibilidade de incoerências de escolhas do aprendiz durante a sua navegação num ambiente de ensino (MEIRELES, 2003). Essas incoerências podem acontecer, por exemplo, na definição de um estilo para o aprendiz e, os agentes detectarem que suas preferências de atividades e formato das informações são outros.

A figura 5.3 apresenta um exemplo de incoerência em relação à navegação do aprendiz e o estilo detectado. Considera-se incoerência quando o estilo do aprendiz sugere que ele navegue por Exemplos, FAQs (Dúvidas freqüentes) ou navegue para o próximo item do assunto que está sendo trabalhado, porém o aluno navega por anotações, onde ele registra suas idéias.

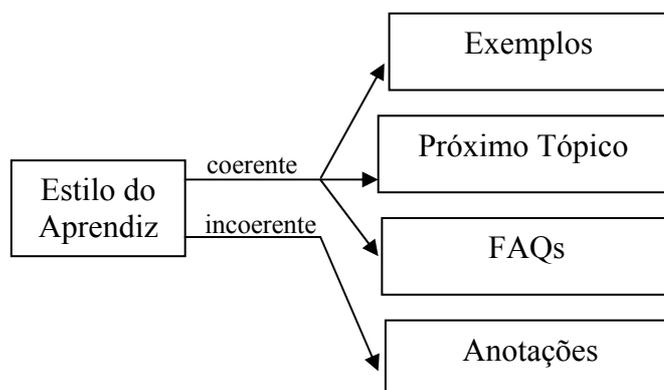


Figura 5.3: Exemplo de uma Incoerência

5.5 Agente Tutor

O Agente Perfil identifica o perfil do aprendiz através do questionário de estilos de aprendizagem e analisa as preferências do aprendiz.

A modelagem das características do aprendiz engloba outras definições além dos Estilos de Aprendizagem e Preferências do Aprendiz, as quais são: Nível de Conhecimento, Metas e Experiência. A figura 5.4 apresenta as tarefas do Agente Tutor, que além de modelar essas características citadas, faz o mapeamento dos Estilos de Aprendizagem e as Estratégias Pedagógicas, para adaptar o ensino ao aluno.

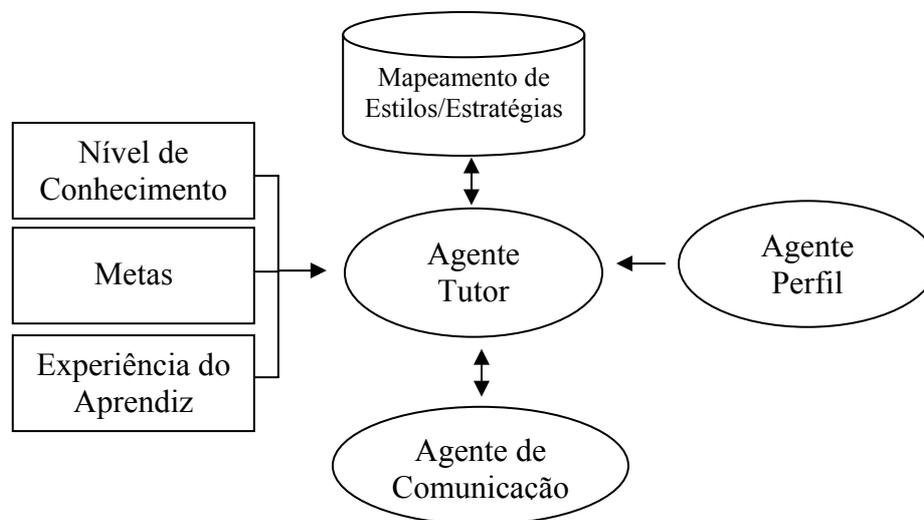


Figura 5.4: Adaptação do Ensino

5.5.1 Experiência do Aprendiz

Para definir a Experiência do Aprendiz, o Agente Tutor utiliza o resultado de um Questionário de Habilidades Tecnológicas (no caso, computacionais), o qual é apresentado no Anexo B.

O Questionário de Habilidades utilizado neste trabalho baseou-se num modelo proposto em Meireles (2003), porém foram feitas alterações em relação ao original devido a questões que não são aplicadas neste trabalho, como por exemplo, a versão original identifica também características demográficas do aprendiz (sexo, escolaridade, idade, etc). Essas informações já são conhecidas pelo ambiente de ensino, no qual será validada essa tese.

As respostas do questionário de habilidades tecnológicas são convertidas em valores. O valor de cada alternativa varia de acordo com o número de opções da questão. Por exemplo, a habilidade na utilização do teclado pode ter a seguinte escala: lenta, média e rápida.

As respostas do questionário geram três possibilidades de habilidades: Fraca, Média e Avançada. Caso o aprendiz tenha uma habilidade fraca, o Agente de Comunicação apresentará uma aula de ajuda.

5.5.2 Nível de Conhecimento

Para definir o Nível de Conhecimento do aprendiz, o agente utiliza um questionário de conhecimentos do assunto a ser apresentado através de um pré-teste.

A tabela 5.2 apresenta a definição para o Nível de Conhecimento do Aprendiz, segundo estudos feitos em (SILVEIRA, 2000; MEIRELES, 2003). O procedimento é determinado pela performance do aluno, de acordo com o resultado obtido em um pré-teste realizado no início do curso para avaliar o conhecimento do aluno.

Tabela 5.2: Níveis de Conhecimento do Aprendiz

<i>Nível</i>	<i>Situação</i>	<i>Tipo de Conhecimento</i>
1	três acertos consecutivos; cinco acertos alternados em sete tentativas; seis ou sete acertos	aluno com conhecimento satisfatório
2	quatro acertos alternados em sete tentativas	aluno com conhecimento razoável
3	três acertos alternados em sete tentativas	aluno com pouco conhecimento
4	três erros consecutivos; cinco erros alternados em sete tentativas; seis ou sete erros	aluno com conhecimento insatisfatório

Segundo a Tabela 5.2, o Nível 1 identifica que o aprendiz possui um conhecimento satisfatório sobre o assunto que está sendo estudado. Assim o Agente Tutor tomará as decisões pedagógicas de acordo com as respostas no pré-teste aplicado ao aprendiz.

Para cada nível, o ambiente apresenta o conteúdo pedagógico de acordo com o conhecimento do aluno. Outros testes serão aplicados durante a navegação do aprendiz, para verificar seu desempenho no decorrer de seu estudo.

5.5.3 Metas do Aprendiz

O Agente Tutor identifica as Metas do Aprendiz através de sua navegação no ambiente de ensino. Num curso a distância o aluno seleciona o que gostaria de estudar através das possibilidades que o ambiente de aprendizagem pode oferecer. O Agente vai apresentar o conteúdo conforme o curso ou disciplina em que o aprendiz está matriculado. Esta característica que faz o modelo genérico, isto é, independente do conteúdo que está sendo ensinado.

O agente é responsável em verificar se o aprendiz está realizando as tarefas que são propostas pelo ambiente, para que sejam cumpridas as metas de aprendizagem. Para cada curso é proposto um plano de ensino e o aprendiz precisa cumprir com as tarefas que lhe são propostas.

5.5.4 Mapeamento dos Estilos de Aprendizagem e Estratégias Pedagógicas

O Agente Tutor apresentará o conteúdo didático ao aprendiz, conforme as estratégias de ensino mapeadas para o Estilo de Aprendizagem ao qual pertence. É importante salientar que este mapeamento foi estudado e validado pelo Prof. Renato Belhot, do Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos, USP (BELHOT, 2004).

Ressalta-se que a preferência do aprendiz por aprender, em cada um dos quatro pares de dimensões pode ser leve, moderada ou forte.

O Anexo C apresenta as estratégias pedagógicas que devem ser aplicadas para cada estilo de aprendizagem, segundo (BELHOT, 2004).

A tabela 5.3 apresenta o mapeamento dos estilos e as estratégias pedagógicas. Cada escala é tratada pelo agente conforme o score do aluno, isto é, se o aprendiz tem um score entre 1 a 3 na dimensão, serão apresentadas a ele as estratégias referentes aos

dois estilos. Se ele possui um escore forte ou moderado na dimensão, é apresentada a estratégia referente àquela dimensão. Por exemplo, para um aprendiz que tenha o estilo de aprendizagem *ativo - sensorial – visual e verbal - seqüencial e global*, serão apresentadas as estratégias *Conteúdo Didático-Tarefas-Exercícios-Trabalho em Grupo-Exemplos-Diagramas-Resumo Geral-Plano de Aula-Objetivos*.

Tabela 5.3: Mapeamento dos Estilos e Estratégias Pedagógicas

Estilos de Aprendizagem	Estratégias Pedagógicas
Ativo	Conteúdo Didático; Tarefas; Exercícios; Trabalho em Grupo.
Reflexivo	Conteúdo Didático; Tarefas; Exercícios; Revisão do Conteúdo; Anotações.
Sensorial	Conteúdo Didático; Tarefas; Exercícios; Exemplos.
Intuitivo	Conteúdo Didático; Tarefas; Exercícios; Análise das Tarefas.
Visual	Conteúdo Didático; Tarefas; Exercícios; Diagramas.
Verbal	Conteúdo Didático; Tarefas; Exercícios; Resumo Geral.
Seqüencial	Conteúdo Didático; Tarefas; Exercícios; Plano de Aula.
Global	Conteúdo Didático; Tarefas; Exercícios; Objetivos.

5.6 Seleção das Variáveis

O trabalho de avaliar as variáveis envolvidas no processo de ensino é longo e extenso. Entretanto, para focalizar o objeto de estudo, restringiu-se a observar as variáveis propostas no modelo, as quais estão relacionadas às características do aprendiz, não considerando neste trabalho, outras questões que envolvem um Ambiente de Ensino e Aprendizagem, e que estão sendo estudados em outros trabalhos de pesquisa, como Auxílio ao Professor (CASTRO, 2004), Agentes Animados (JAQUES, 2004; FRASSON, 2002) e Avaliação da Aprendizagem (RODRIGUES, 2002).

O modelo de adaptação é composto de seis variáveis, as quais são utilizadas pelos agentes: Estilo de Aprendizagem; Preferências do Aprendiz; Nível de Conhecimento; Metas; Experiência do Aprendiz e Mapeamento dos Estilos de Aprendizagem/Estratégias Pedagógicas. O Agente Perfil utiliza duas variáveis: O Estilo de Aprendizagem e as Preferências do Aprendiz. O Agente Tutor utiliza quatro variáveis: Nível de Conhecimento; Metas do Aprendiz; Experiência do Aprendiz e o Mapeamento dos Estilos e Estratégias de Aprendizagem.

5.7 Arquitetura de Funcionamento dos Agentes

Os agentes do Modelo de Adaptação são considerados agentes cognitivos. Existem diversas possibilidades de se modelar a estrutura cognitiva de um agente. Nesse

trabalho, a estrutura cognitiva foi baseada no trabalho de Shoam (SHOAM, 1993). Shoam descreve modalidades de estados mentais: crenças, compromissos e capacidades. Baseando-se nesta proposta definiu-se para o modelo uma estrutura cognitiva própria, a qual está especificada nas seguintes seções.

5.7.1 Crenças

O conhecimento dos agentes é modelado através de crenças que os agentes possuem sobre o estado do ambiente. Neste trabalho definiram-se crenças como o estado corrente das variáveis envolvidas no ambiente. As crenças são expressas na forma de regras de produção, sendo este o formalismo utilizado para representar o conhecimento do agente.

O sistema de inferência para interpretar as regras faz parte das operações dos agentes na consulta e atualização da base de dados.

Existem dois modos de interpretação (consulta das regras): encadeamento progressivo e regressivo (RICH, 1993). Neste trabalho utilizou-se o encadeamento progressivo, o qual faz a busca por dados a partir das informações recebidas do ambiente extraíndo-se assim, as conclusões intermediárias e as conclusões finais para a adaptação do ensino ao aluno. A escolha deste tipo de interpretação está fundamentada na forma como os dados estão armazenados, para a consulta dos agentes durante as suas ações.

As regras utilizam a sintaxe:

```
IF cond_1 AND cond_2 AND...
  THEN action_a AND action_b AND ...
```

Onde 'cond' são fatos OAV (objeto - atributo - valor), dados estes que encontram-se na base de dados na forma de tabelas relacionais, e 'action' são as ações do agente perante estas condições.

A base de dados é formada por tabelas relacionais que armazenam as informações principais sobre as crenças dos agentes. As tabelas são denominadas: Log_Acesso, Usuários, Mapeamento, Curso, Disciplina, Aulas, Resp_Estilo_Aprendiz, Resp_Nivel_Conh, Resp_Hab_Tecn, Estilo, Nível_Conhec, Hab_Tecnol, Estratégias, Matrícula. O diagrama de classes, o qual apresenta o relacionamento entre as tabelas é apresentado no Anexo E.

A fim de exemplificar como as crenças são expressas no formalismo, tem-se um exemplo de crenças do Agente de Comunicação: Estilo de Aprendizagem do Aluno.

Exemplo de regra:

```
IF Resp_Estilo_Aprendiz = Ativo_Sensorial_Visual_Global
  THEN Apresentar_Mapeamento
```

Neste exemplo têm-se como crença o Estilo de Aprendizagem do aluno. O agente buscou na base de dados, na tabela Resp_Estilo_Aprendiz, a informação de que aluno possui o estilo *Ativo_Sensorial_Visual_Global*, e verificou na tabela Mapeamento quais estratégias devem ser apresentadas para este estilo, por exemplo: *Material Didático; Tarefas; Exercícios; Trabalho em Grupo; Exemplos; Diagramas; Objetivos*.

Inicialmente o 'Estilo de Aprendizagem' é composto pela identificação do aluno e o estilo observado pelo Agente Perfil de acordo com as escalas das dimensões.

Na primeira interação do aluno no curso, o agente Tutor verifica o mapeamento inicial para o estilo deste aluno.

Na próxima interação do aluno, o agente faz uma consulta no banco de dados para identificar as preferências do aprendiz através da sua navegação. Com esta avaliação o agente poderá montar uma metodologia mais apropriada ao aluno. Neste caso ocorre uma revisão de crenças.

A revisão de crenças acontece na mudança do estilo do aluno e da metodologia atual, sendo esta uma ação que faz parte das capacidades do agente, onde este atualiza a base de dados com novas informações geradas.

5.7.2 Compromissos

Os compromissos são acordos comunicados por outros agentes, através de mensagens, para executar ações particulares em um determinado tempo. De acordo com a mensagem recebida o agente executa um conjunto de ações específicas para realizar seus compromissos.

Cada compromisso possui um conjunto de ações. Estas ações estão definidas dentro das capacidades do agente.

Quando o agente recebe uma mensagem, ele tem o compromisso de executar as ações referentes a essa mensagem para cumprir com suas tarefas já definidas.

5.7.3 Capacidades

As capacidades são as ações que o agente pode executar e a comunicação com os demais agentes do ambiente. A capacidade é utilizada pelo agente para associar uma ação com pré-condições necessárias para realizar esta ação.

As ações são o resultado dos compromissos do agente. Para determinar o curso de uma ação foram criadas regras de comportamento (SHOAM, 1993). As regras podem ser vistas conforme o formato WHEN-IF-THEN.

A parte WHEN da regra determina a mensagem recebida dos outros agentes. O IF compara o estado corrente com as condições requeridas para que a regra seja aplicada. O THEN define as ações do agente e mudanças mentais executadas em resposta ao evento corrente, modelo mental e ambiente externo. Também inclui a revisão das crenças do agente.

Cada agente do modelo tem um ciclo que representa o seu funcionamento. Os agentes possuem suas tarefas específicas, conforme descrito nas seções anteriores.

A figura 5.5 apresenta o funcionamento de cada agente do modelo, o qual foi baseado na proposta de (BICA, 1999).

O agente recebe uma mensagem e determina sua ação, a qual pode ser de comportamento, isto é, executar alguma tarefa, ou de comunicação, isto é, enviar uma mensagem para outro agente.

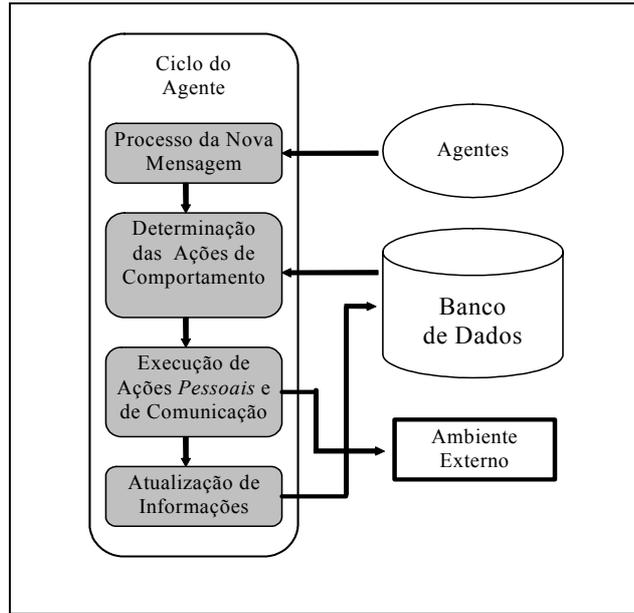


Figura 5.5: Ciclo de Funcionamento dos Agentes

O ciclo do agente inicia ao receber uma mensagem de outros agentes. O agente determina qual tarefa deve realizar através de suas Ações de Comportamento, as quais estão armazenadas no Banco de Dados. Após determinar sua tarefa ele a executa e, caso necessário, comunica alguma informação a outros agentes. Depois de executada a sua tarefa, o agente atualiza todas as informações necessárias no Banco de Dados, por exemplo, alguma alteração no estilo do aprendiz.

As Ações de Comportamento foram definidas com base nas variáveis utilizadas pelos agentes. Cada agente tem suas ações relacionadas com seus objetivos de investigação. Os objetivos são apresentados nas seções 5.3, 5.4 e 5.5.

As variáveis são avaliadas em duas etapas: Navegação Livre e Navegação Adaptada. A primeira etapa denominada Navegação Livre, que ocorre durante as primeiras interações do aprendiz, tem como objetivo monitorar as ações do aprendiz para os agentes identificarem suas dificuldades, habilidades e preferências. A tabela 5.4 apresenta os eventos na sessão inicial do aprendiz no ambiente, isto é, a sua primeira interação com o ambiente.

Tabela 5.4: Eventos na Sessão Inicial do Aprendiz

S E S S Ã O	Aprendiz Inicia Sessão (login)			
	Questionários	Aplicação dos Questionários ao Aprendiz	Registro no Log	
	I N I C I A L	Apresentação Do Conteúdo	Conteúdo no formato de todas as estratégias	Registro no Log
		Aprendiz Finaliza Sessão (logout)		

Quando o aprendiz participa da sessão inicial no ambiente, ele responderá todos os questionários e estas respostas serão armazenadas em um *Log*. Este *log* é um registro de todas as informações coletadas nos questionários.

Após é apresentada ao aprendiz a sua primeira aula, a qual é disponibilizada através de todas as estratégias, para que o aprendiz navegue pelas opções que desejar. Toda a sua navegação é registrada em um *Log*. A tabela 5.5 apresenta os eventos para as sessões do aprendiz na navegação livre, após a sua primeira interação no ambiente virtual.

Tabela 5.5: Eventos na Sessão de Navegação Livre do Aprendiz

S E S S Ã O	Aprendiz Inicia Sessão (login)		
	Apresentação	Conteúdo no formato de todas as estratégias	Registro no Log
	Do Conteúdo		
	Aprendiz Finaliza Sessão (logout)		

Durante a Navegação Livre, os agentes possuem algumas ações de comportamento específicas para esta etapa. A tabela 5.6 apresenta as ações do Agente Perfil, o qual é responsável em detectar o estilo de aprendizagem do aluno e analisar as preferências de navegação do aprendiz, as quais são observadas pelo seu *log*.

Tabela 5.6: Ações de Comportamento do Agente Perfil

A Ç Õ E S	Verifica Estilo do Aprendiz	Apresenta Questionário de Estilos de Aprendizagem
	Analisa as Preferências do Aprendiz	Recebe Mensagem do Agente Comunicação sobre o Log do Aprendiz
		Verifica o mapeamento dos Estilos para comparar com o Log do Aprendiz
		Envia Mensagem de Alteração para o Agente Tutor

A tabela 5.7 apresenta as ações de comportamento do Agente Tutor. O Agente Tutor verifica no banco de dados o Nível de Conhecimento do Aprendiz, para detectar a ação específica para cada nível. Após verifica a Habilidade Tecnológica do Aprendiz para detectar sua experiência. Caso o aprendiz não domine o computador, será oferecido a ele um curso introdutório. O agente verifica as metas do aprendiz para detectar qual o curso ou disciplina que ele está matriculado.

Tabela 5.7: Ações de Comportamento do Agente Tutor

A Ç Õ E S D O A G E N T E	Nível de Conhecimento do Aprendiz	1	Apresentar Conteúdo já elaborado
		2	Apresentar Conteúdo já elaborado
		3	Oferecer ao aluno uma Revisão de Conteúdo
		4	Oferecer ao aluno uma Revisão Geral
	Habilidade Tecnológica do Aprendiz	Fraca	Oferecer uma aula de conceitos básicos
		Média	Oferecer uma aula de conceitos básicos
		Avançada	-
	Metas	Apresentar conteúdo segundo as metas do aprendiz	
	Mensagem	Enviar mensagem para o Agente de Comunicação	

A tabela 5.8 apresenta as ações de comportamento do Agente de Comunicação. O agente de comunicação tem como tarefa monitorar toda a navegação do aprendiz, analisar o *Log* do aprendiz e enviar mensagens aos demais agentes. Na navegação livre o agente irá apresentar o conteúdo ao aprendiz na forma de todas as estratégias.

Tabela 5.8: Ações de Comportamento do Agente de Comunicação

A Ç Õ E S D O A G E N T E	Registra o Log do Aprendiz	Monitora as atividades da navegação livre	
		Atualiza o Log do Aprendiz	
	Mensagem	Envia mensagem para o Agente Tutor	
		Envia mensagem para o Agente Perfil	
	Apresenta o Conteúdo	Apresenta o conteúdo de acordo na forma de todas as estratégias	

Na segunda etapa, denominada Navegação Adaptada, os agentes adaptam o conteúdo segundo suas observações na etapa anterior. Cada agente atua conforme suas ações de comportamento. As ações de comportamento para esta etapa são especificadas

nas tabelas a seguir. A tabela 5.9 apresenta as ações de comportamento do Agente Perfil.

Tabela 5.9: Ações de Comportamento do Agente Perfil

A Ç Õ E S D O A G E N T E	Verifica Estilo do Aprendiz	Envia Mensagem para Agente Tutor
		Recebe Mensagem do Agente Comunicação sobre o Log do Aprendiz
	Analisa as Preferências do Aprendiz	Verifica o mapeamento dos Estilos para comparar com o Log do Aprendiz Envia Mensagem de Alteração para o Agente Tutor

A tabela 5.10 apresenta as ações de comportamento do Agente Tutor. O Agente Tutor já conhece o nível de conhecimento do aprendiz, mas irá verificar o conhecimento do aprendiz através de testes que serão realizados durante o curso. O agente verifica no banco de dados o Nível de Conhecimento do aprendiz para detectar a ação específica para cada nível. O agente verifica as metas do aprendiz para detectar qual o curso ou disciplina em que ele está matriculado, e faz o mapeamento do estilo do aprendiz para saber quais estratégias serão apresentadas a ele. O agente envia mensagem para o Agente de Comunicação com as informações necessárias para a apresentação do conteúdo ao aprendiz.

Tabela 5.10: Ações de Comportamento do Agente Tutor

A Ç Õ E S D O A G E N T E	Nível de Conhecimento do Aprendiz	1	Apresentar Conteúdo já elaborado
		2	Apresentar Conteúdo já elaborado
		3	Oferecer ao aluno uma Revisão de Conteúdo
		4	Oferecer ao aluno uma Revisão Geral
	Metas		Apresentar conteúdo segundo as metas do aprendiz
	Mapeamento		Verificar Mapeamento para estilo do aprendiz
	Mensagem		Enviar mensagem para o Agente de Comunicação

A tabela 5.11 apresenta as ações de comportamento do Agente de Comunicação. O agente registra o *log* do aprendiz, monitorando todas as atividades da sua navegação. O agente analisa o *log* a fim de verificar alterações na navegação do aprendiz.

Em qualquer alteração verificada pelo agente, este envia mensagem para os demais agentes.

Outra ação importante deste agente é a apresentação do conteúdo ao aprendiz na sua navegação adaptada. O agente recebe as informações necessárias para apresentar o conteúdo ao aprendiz, segundo o mapeamento do estilo e estratégias adequadas, nível de conhecimento do aprendiz, metas e preferências de aprendizagem.

Se as preferências do aprendiz detectadas na sua navegação livre são diferentes do mapeamento identificado para ele, o agente apresenta o conteúdo seguindo estas preferências.

Tabela 5.11: Ações de Comportamento do Agente de Comunicação

A Ç Õ E S D O A G E N T E	Registra o Log do Aprendiz	Monitora as atividades da navegação livre
		Analisa o Log do Aprendiz
	Mensagem	Envia mensagem para o Agente Tutor
		Envia mensagem para o Agente Perfil
	Apresenta o Conteúdo	Apresenta o conteúdo de acordo com as mensagens recebidas do demais agentes

5.7.4 Comunicação entre os Agentes

Durante o desenvolvimento deste trabalho foi especificado um protocolo de comunicação utilizado pelos agentes do modelo de adaptação. Existem dois grupos de mensagens desenvolvidas: as mensagens enviadas e as mensagens recebidas pelo agente.

O formato da mensagem aqui representada é composto pelo identificador da mensagem (Ação do Agente), o agente que está enviando a mensagem (Agente Perfil, Agente Tutor ou Agente de Comunicação), a sessão corrente (1) e o agente receptor da mensagem (Agente Perfil, Agente Tutor ou Agente de Comunicação).

As ações do agente, as quais estão definidas nas seções anteriores, dependem da mensagem recebida do ambiente. Conforme o conteúdo da mensagem o agente executa um conjunto de ações pré-definidas. As operações do agente estão descritas a seguir.

5.8 Operações dos Agentes no Ambiente Virtual

Os agentes executam um conjunto de operações. Para modelar as operações utilizou-se a definição de diagrama de seqüência, o qual faz parte da Linguagem UML (*Unified Modeling Language*) para análise e projeto de sistemas (BEZERRA, 2002). Os diagramas apresentam a troca de mensagem entre os agentes.

5.8.1 Operação de Identificação do Estilo de Aprendizagem

A operação de verificação do estilo acontece quando o aprendiz participa de uma sessão de ensino. A figura 5.6 apresenta o diagrama de seqüência para esta operação, a qual ocorre na primeira interação do aprendiz no ambiente. Quando o aprendiz inicia sua sessão, o Agente de Comunicação envia mensagem para o Agente Perfil, o qual verifica o estilo de aprendizagem para este aluno através do questionário que o aprendiz responderá sobre os estilos. Após, o Agente Perfil envia uma mensagem para o Agente Tutor de que o estilo foi verificado.

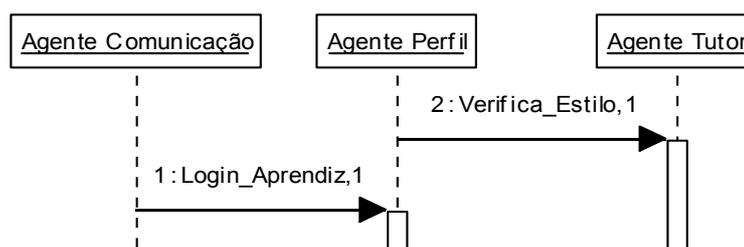


Figura 5.6: Identificação do Estilo de Aprendizagem

5.8.2 Operação de Análise das Preferências do Aprendiz

A operação de análise das preferências acontece quando o aprendiz participa de uma sessão de ensino. O Agente de Comunicação registra num *log* a navegação do aprendiz e informa ao Agente Perfil as suas preferências. O Agente Perfil analisa as preferências de acordo com o mapeamento dos estilos e estratégias, e informa possíveis alterações para o Agente Tutor. Estas alterações estão relacionadas com a navegação livre do aprendiz. Caso as preferências do aprendiz estejam em menos de 50% das aulas, será considerado o mapeamento realizado para o seu estilo, caso contrário, será considerada a sua preferência de navegação. A análise das preferências é realizada através da leitura do *log*, o qual é comparado com o mapeamento para o estilo do aprendiz.

A figura 5.7 apresenta o diagrama de seqüência para esta operação, a qual ocorre nas interações do aprendiz no ambiente.

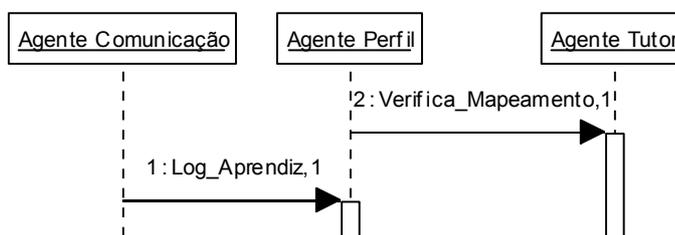


Figura 5.7: Identificação das Preferências do Aprendiz

5.8.3 Operação de Verificação das Metas do Aprendiz

A operação de verificação das metas do aprendiz acontece quando o aprendiz seleciona o curso ou disciplina que irá participar. A figura 5.8 apresenta o diagrama de seqüência para esta operação.

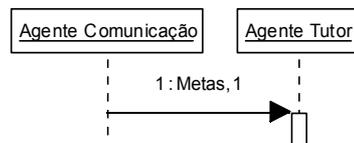


Figura 5.8: Identificação das Metas do Aprendiz

5.8.4 Operação de Verificação da Habilidade Tecnológica

A operação de verificação da habilidade tecnológica do aprendiz acontece quando inicia sua primeira interação no ambiente, e responde ao questionário. O Agente de Comunicação informa ao Agente Tutor qual a experiência do aprendiz e este informa se é necessária a apresentação de uma aula de conhecimentos básicos para ajudá-lo a utilizar o ambiente. A figura 5.9 apresenta diagrama de seqüência para esta operação.

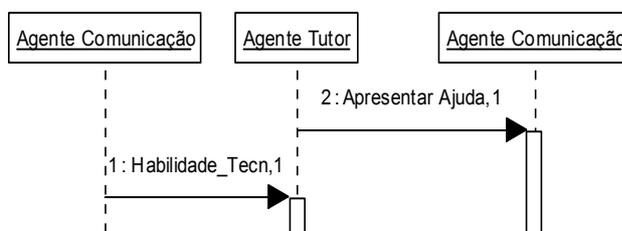


Figura 5.9: Identificação da Habilidade Tecnológica

5.8.5 Operação de Verificação do Nível de Conhecimento

A operação de verificação do nível de conhecimento do aprendiz acontece quando inicia sua primeira interação no ambiente, e responde ao questionário denominado pré-teste. O Agente de Comunicação informa ao Agente Tutor qual a experiência do aprendiz e este informa se for necessária a apresentação de uma aula de revisão do conteúdo. A figura 5.10 apresenta o diagrama de seqüência para esta operação.

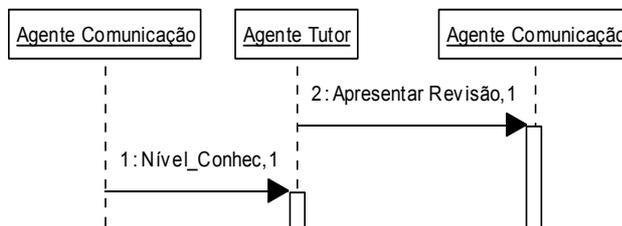


Figura 5.10: Identificação do Nível de Conhecimento

5.8.6 Operação de Verificação do Mapeamento

A operação de verificação do mapeamento de estilos e estratégias a serem apresentadas ao aprendiz, acontece após o Agente Perfil definir o estilo do aprendiz. A figura 5.11 apresenta o diagrama de seqüência para esta operação.

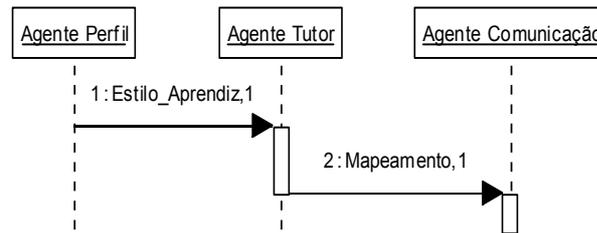


Figura 5.11: Identificação do Mapeamento

5.8.7 Operação de Registro do Log do Aprendiz

A operação de registro do *Log* acontece durante a navegação do aprendiz. Toda a navegação é monitorada e armazenada para posterior consulta e análise dos agentes.

O Agente de Comunicação armazena todas as atividades do aprendiz no banco de dados. A figura 5.12 apresenta a definição da classe para o *Log*.

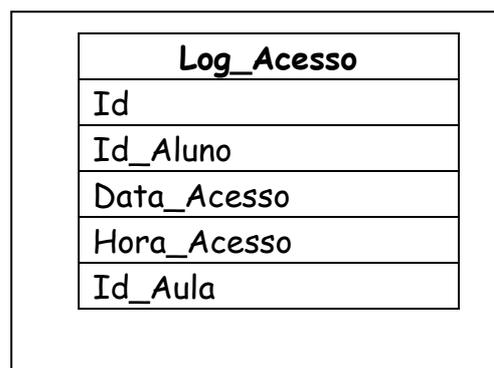


Figura 5.12: Log da Sessão do Aprendiz

5.8.8 Operação de Apresentação do Conteúdo

Após receber todas as informações necessárias para apresentação do plano de ensino ao aluno, o Agente de Comunicação apresenta o conteúdo ao aprendiz seguindo todas as características para adaptar o ensino. O agente consulta o banco de dados onde encontram-se todas estas informações.

A figura 5.13 mostra como o Agente de Comunicação apresentará o conteúdo ao aprendiz. O agente verifica o mapeamento do aprendiz e analisa as preferências de aprendizagem do aluno, verifica o nível de conhecimento, as metas e a experiência do aprendiz.

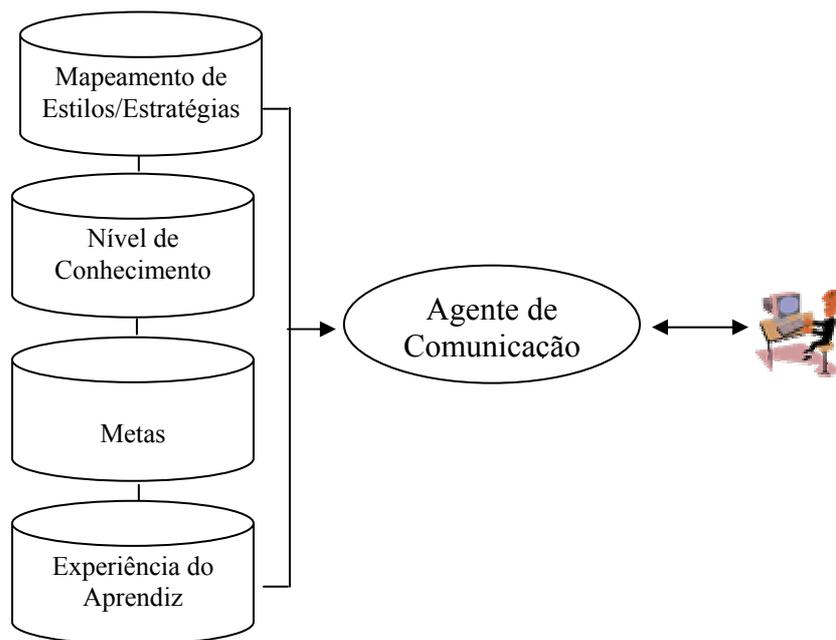


Figura 5.13: Apresentação do Conteúdo

5.9 Considerações Finais

Este capítulo apresentou um modelo de adaptação de ensino composto por três agentes. Os agentes são responsáveis por fornecer o caminho mais efetivo para a aprendizagem do aluno, independente do conteúdo didático que estará sendo ensinado. Os agentes têm tarefas específicas e são denominados como: Agente de Comunicação, Agente Tutor e Agente Perfil.

O modelo de adaptação é composto de variáveis, as quais são utilizadas pelos agentes: Estilo de Aprendizagem; Preferências do Aprendiz; Nível de Conhecimento; Metas; Experiência do Aprendiz e Mapeamento dos Estilos de Aprendizagem/Estratégias Pedagógicas.

O estilo do aprendiz é verificado através de um questionário de estilos de aprendizagem. As respostas do questionário são usadas como informações para os agentes no sentido de viabilizar a conexão entre características pessoais e uma adequada condução do processo de tutoria.

Muitos trabalhos utilizam o inventário de Felder para mapear a forte preferência do aprendiz na dimensão da escala, ou a forte preferência de uma determinada turma de alunos (MEIRELES, 2003). Nesta tese considera-se todas as escalas, a fim de identificar a individualidade do aprendiz, sendo este um diferencial dos trabalhos que utilizam estilos (MEIRELES, 2003; PAPANIKOLAOU, 2002).

Outro fator importante considerado no modelo proposto é a possibilidade de incoerências de escolhas do aprendiz, durante a navegação no ambiente de ensino. Essas incoerências podem acontecer, por exemplo, na definição de um estilo para o aprendiz e os agentes detectarem que suas preferências de atividades e formato das informações são outros. Quando acontece esta percepção em mais de 50% das aulas do aprendiz, durante a sua navegação livre, os agentes apresentam uma navegação coerente com as preferências do aprendiz.

As variáveis são avaliadas em duas etapas: Navegação Livre e Navegação Adaptada.

A primeira etapa denominada Navegação Livre, que ocorre durante as primeiras interações do aprendiz num ambiente virtual de ensino, tem como objetivo monitorar as ações do aprendiz para os agentes identificarem suas dificuldades, habilidades e preferências.

Na segunda etapa denominada Navegação Adaptada, os agentes adaptam o conteúdo segundo suas observações na etapa anterior. Cada agente atua conforme suas ações de comportamento.

6 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Este capítulo apresenta a implementação do modelo proposto. Os agentes foram escritos na linguagem Java, conforme os requisitos de implementação explorados na seção 6.1. Para a base de conhecimento dos agentes utilizou-se o Banco de Dados *PostgreSQL*.

O ambiente de validação do modelo foi desenvolvido utilizando tecnologias de acesso gratuito, e voltadas para aplicações *Web*: HTML, utilizada para apresentação do conteúdo, e JSP (*Java Server Pages*) (JAKARTA, 2004), que deriva da linguagem de programação Java e é voltada exclusivamente para páginas dinâmicas com acesso a base de dados. JSP trabalha integrada à linguagem Java para um melhor desempenho do servidor de aplicações.

Todos os dados processados no ambiente são armazenados no banco de dados *PostgreSQL* (POSTGRES, 2004), o qual é um banco de dados gratuito, voltado para aplicações simples e complexas, oferecendo uma satisfatória performance com os acessos dos seus usuários (JAKARTA, 2004).

6.1 Requisitos para Implementação dos Agentes

A linguagem de programação escolhida para o desenvolvimento dos agentes deve ter como requisitos:

- Possibilidade de implementar os *constructos* computacionais, por exemplo, a definição e tratamento de estados mentais, como crenças, objetivos e planos;
- Capacidade de acessar recursos distribuídos na Internet;
- Capacidade de acesso a bancos de dados relacionais;
- Oferecer facilidades para portabilidade, ou seja, os programas produzidos por ela podem ser executados indistintamente em diferentes sistemas operacionais sem com isso demandar grandes esforços de recompilação e escrita de código;
- Oferecer uma interface padronizada para acesso a banco de dados, a qual deveria ser independente da plataforma de sistema de banco de dados usada. Isto significa que a plataforma de banco de dados pode ser substituída sem com isso haver a necessidade de reescrita de código fonte para adaptar rotinas e chamadas específicas de acesso aos dados;
- Se possível, oferecer uma interface gráfica padrão e independente de plataforma, uma vez que a mesma aplicação deverá ser executada em diferentes sistemas.

Por esse conjunto de razões, a linguagem Java (SUN MICROSYSTEMS, 2004) foi selecionada como ferramenta de desenvolvimento desta implementação. Além dessas características, Java é orientada a objetos e vem se tornando uma tendência para desenvolvimento de sistemas na *Internet*.

As características encontradas na linguagem, que atendem os requisitos para a implementação dos agentes, são:

- É portátil, ou seja, o mesmo código objeto gerado pela compilação pode ser executado em diferentes sistemas operacionais sem demandar uma nova compilação;
- Oferece recursos para acesso de repositórios de dados na Internet, uma vez que alguns métodos de comunicação de Java são baseados no protocolo HTTP;
- Possui acesso a banco de dados através de uma API padrão que é independente do sistema de banco de dados utilizado, e
- É orientada a objetos, ou seja, facilita a reutilização de código e aumenta o nível de correspondência entre as classes do modelo e as entidades reais do sistema. Isso facilita muito o desenvolvimento de aplicações complexas.

Outra tecnologia utilizada é JSP (*Java Server Pages*), a qual é baseada em Java, simplificando o processo de desenvolvimento de *sites* da *web* dinâmicos. Com JSP, os designers da *web* e programadores podem rapidamente incorporar elementos dinâmicos em páginas da *web*, utilizando Java embutido e algumas *tags* de marcação simples. Por ser uma tecnologia baseada em Java, ela se aproveita de todas as características e vantagens desta linguagem como orientação a objetos, herança, encapsulamento, tratamento de exceções e gerenciamento de memória automática (*Garbage Collection*) conduzindo assim a um código mais robusto e flexível.

O uso de JSP não restringe o uso de uma plataforma de hardware, sistema operacional ou software servidor específico. Se uma mudança de qualquer um destes componentes se tornar necessária, todas as páginas JSP e classes de Java associadas podem ser migradas no estado em que se encontram, diferentemente do ASP (ASP, 2004) que é totalmente dependente da plataforma Microsoft.

Para que o JSP possa funcionar é necessário que ele rode em um *container* JSP, ou seja, toda vez que uma página JSP é solicitada, ela é primeiro convertida em um arquivo Java e então compilada, para depois ser executada e devolvida ao cliente. Tudo isso é executado na primeira vez em que a página JSP é chamada. Em suas chamadas subseqüentes não há a criação de um novo processo, e sim de uma *thread*, o que a torna vantajosa em relação ao CGI (CGI, 2004), o qual cria um novo processo a cada requisição.

Outra tecnologia utilizada no trabalho e que é amplamente utilizada na comunicação entre agentes é o RMI (*Remote Method Invocation*). Este mecanismo de comunicação é disponibilizado pela linguagem Java e permite realizar a comunicação entre objetos em diferentes *hosts*. RMI é um conjunto de classes que encapsulam vários mecanismos de troca de dados a fim de simplificar a execução de chamadas e métodos remotamente localizados entre espaços de endereçamento diferentes. Entretanto, este padrão de comunicação está fortemente ligado à linguagem de programação Java e necessita que os agentes sejam implementados com a mesma. Devido a esta característica, é que se utilizou o RMI para a comunicação entre os agentes do modelo.

6.2 Método de Acesso ao Banco de Dados

O acesso ao banco de dados através da linguagem Java é realizado por um conjunto de classes específicas chamado JDBC (*Java Database Connectivity*). JDBC é uma API (*Application Programming Interface*) independente da plataforma de banco de dados o que facilita o desenvolvimento de programas Java.

JDBC é formada por uma camada abstrata baseada em especificações estabelecidas para acesso a banco de dados. Os *drivers* JDBC são acessados pelo programa Java através do JDBC *Driver* Manager, que é a implementação de uma classe Java usada pelos solicitantes do serviço JDBC (programas Java) e pelos provedores de serviço – os *drivers* JDBC.

Os *drivers* JDBC podem ser classificados segundo o seu método de acesso ao banco de dados. Os *drivers* são denominados JDBC *Thin* - para *Applets* e aplicações Java, e JDBC OCI - para aplicações Java. O *driver* escolhido para utilização do agente é o JDBC *Thin*, pois este *driver* não requer aplicativos *PostgreSQL* instalados na máquina cliente.

Os *drivers* desta categoria são formados por um *driver* totalmente escrito em Java que implementa um protocolo nativo de acesso ao banco de dados o qual converte as chamadas JDBC para uma linguagem de rede usada diretamente pelo Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Isso permite uma conexão direta entre a máquina cliente e o servidor do banco de dados. Uma vez que muitos protocolos de acesso ao banco de dados são proprietários, o fabricante do banco de dados deve ser o fornecedor deste tipo de *driver*.

O *driver* JDBC *Thin* foi escolhido na implementação do protótipo dos agentes pela facilidade de portabilidade do sistema em Java. Com essa alternativa, a mudança da plataforma de banco de dados implica apenas a substituição do *driver* JDBC, não necessitando manutenção nem recompilação das aplicações.

A operação de acesso acontece quando os agentes realizam alguma ação de consulta ou atualização no banco de dados. Para realizar a conexão ao banco de dados é preciso definir o tipo de *driver*, o qual depende do banco de dados que está sendo utilizado, e especificar uma *string* a qual contém as informações sobre o tipo de *driver*, o endereço IP da máquina onde se encontra o banco, a porta de comunicação e o nome do banco. Além destas informações é preciso identificar o usuário e a senha de acesso. O usuário e a senha de acesso são informações que ficam restritas ao agente para a sua comunicação interna com o servidor de banco de dados.

A figura 6.1 apresenta um trecho do código da implementação da classe de conexão ao banco de dados. Nesta figura apresenta as informações para conexão, as quais são: o tipo de *driver* (conexão), o endereço IP da máquina onde se encontra o banco (host), a porta de comunicação (port = 5432), o nome do banco (sid = amed), o usuário e a senha.

A operação de acesso ao banco, bem como as demais operações descritas a seguir, foram implementadas na linguagem Java.

```
public class Conexao { // objetos das conexoes
    private Connection conn = null;
    private String conexao = "jdbc:postgresql://localhost:5432/amed";
    private String user = "postgres";
    private String senha = "postgres";
    public Conexao() {
        try {
            if(conn == null) {
                Class.forName("org.postgresql.Driver").newInstance();
                conn = DriverManager.getConnection(conexao, user, senha);
            } catch(ClassNotFoundException e) {} }}
}
```

Figura 6.1: Conexão ao Banco de Dados

6.3 Implementação das Operações dos Agentes

A seguir são apresentados trechos dos códigos da implementação dos agentes, para cada operação executada.

6.3.1 Operação de Identificação do Estilo de Aprendizagem

A operação de verificação do estilo ocorre quando o aprendiz participa de uma sessão de ensino. A figura 6.2 apresenta um trecho do código para esta operação, a qual ocorre na primeira interação do aprendiz no ambiente. Neste trecho contém a seleção do estilo do aprendiz, após as suas respostas do questionário de estilos de aprendizagem.

```
public class RespostaQuestionarioEstiloAprendizado extends AmedEntidadePersistente {
    private int _getIdResposta(Aluno um_aluno) throws SQLException {
        int result = -1;
        Conexao conexao = getConexao();
        Statement stm = conexao.createStatement();
        try {
            String str_id_aluno = String.valueOf(um_aluno.getId());
            String sql = "SELECT id FROM respq_estilo_aprendizado WHERE id_aluno = "
                + str_id_aluno;
            ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
            if (rs.next()) {
                result = rs.getInt(1);
            }
            rs.close();
        } finally {
            stm.close();
        }
        return result;
    }
}
```

Figura 6.2: Identificação do Estilo de Aprendizagem

6.3.2 Operação de Análise das Preferências do Aprendiz

A operação de análise das preferências do aprendiz ocorre quando o aprendiz participa de uma sessão de ensino. O Agente de Comunicação registra num *log* a navegação do aprendiz e informa ao Agente Perfil as preferências do aprendiz. O Agente Perfil analisa as preferências de acordo com o mapeamento dos estilos e estratégias, e informa possíveis alterações para o Agente Tutor.

A figura 6.3 apresenta um trecho do código para esta operação, a qual ocorre nas interações do aprendiz no ambiente.

```
public static void analisa_log(String id_aluno, String num_aula, String nome_link) {
    Conexao con = new Conexao();
    Statement stm = null;
    ResultSet rs = null;
```

```

stm = con.createStatement();
try {
    rs = stm.executeQuery("SELECT nextval ('num_acesso')");
    rs.next();
    int novo_id = rs.getInt(1);
    rs.close();
    String data = data();
    String hora = hora();
    String sql = "SELECT id,id_aluno,data_acesso,hora_acesso,nome_Link,numero_aula FROM
log_acesso \n";
    ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
    if (rs.next()) {
        result = rs.getInt(1);
    }
    rs.close();
} finally {
    stm.close();
}

```

Figura 6.3: Identificação das Preferências do Aprendiz

6.3.3 Operação de Verificação das Metas do Aprendiz

A operação de verificação das metas do aprendiz ocorre quando o aprendiz seleciona o curso ou disciplina que irá participar. A figura 6.4 apresenta um trecho do código para esta operação.

```

querydisciplina = "select disciplina from Matricula where codaluno =" + aluno1;
output.appendText("Verifica a Meta do Aprendiz" + "\n");
ResultSet disciplina = stmt.executeQuery (querydisciplina);

```

Figura 6.4: Identificação das Metas do Aprendiz

6.3.4 Operação de Verificação da Habilidade Tecnológica

A operação de verificação da habilidade tecnológica do aprendiz ocorre quando ele inicia sua primeira interação no ambiente e responde ao questionário referente as suas habilidades. O Agente de Comunicação informa ao Agente Tutor qual a experiência do aprendiz e este informa se for necessária a apresentação de uma aula de conhecimentos básicos para ajudá-lo a utilizar o ambiente. A figura 6.5 apresenta um trecho do código para esta operação.

```

public int getConceito() throws SQLException {
    int result;
    Conexao conexao = getConexao();
    Statement stm = conexao.createStatement();
    try {
        String str_id = String.valueOf(getId());
        String sql_num_a = "SELECT count(*) FROM resp_questao_quest WHERE
id_resp_questionario = " + str_id + " AND resposta = 'a'";

```

```

String sql_num_b = "SELECT count(*) FROM resp_questao_quest WHERE
id_resp_questionario = " + str_id + " AND resposta = 'b'";
String sql_num_c = "SELECT count(*) FROM resp_questao_quest WHERE
id_resp_questionario = " + str_id + " AND resposta = 'c'";
ResultSet rs = stm.executeQuery(sql_num_a);
rs.next();
int num_a = rs.getInt(1);
rs.close();
rs = stm.executeQuery(sql_num_b);
rs.next();
int num_b = rs.getInt(1);
rs.close();
rs = stm.executeQuery(sql_num_c);
rs.next();
int num_c = rs.getInt(1);
rs.close();
int total_habilidade = num_a + (num_b * 2) + (num_c * 3);
if (total_habilidade <= 15) {
    result = RQAptidaoTecnologica.APTIDAO_BAIXA;
} else if ((total_habilidade >= 16) && (total_habilidade <= 25)) {
    result = RQAptidaoTecnologica.APTIDAO_MEDIA;
} else {
    result = RQAptidaoTecnologica.APTIDAO_ALTA;
}
} finally {
    stm.close();
}
return result;
}
}

```

Figura 6.5: Identificação da Habilidade Tecnológica

6.3.5 Operação de Verificação do Nível de Conhecimento

A operação de verificação do nível de conhecimento do aprendiz ocorre quando ele inicia sua primeira interação no ambiente e responde ao questionário denominado pré-teste. O Agente de Comunicação informa ao Agente Tutor qual a experiência do aprendiz e este informa se for necessária a apresentação de uma aula de revisão do conteúdo. A figura 6.6 apresenta um trecho do código para esta operação.

```

public String[] getRespostas() throws SQLException {
    String[] result = new String[10];
    Conexao conexao = getConexao();
    Statement stm = conexao.createStatement();
    try {
        String str_id = String.valueOf(getId());
        String sql = "SELECT\n" +

```

```

        " num_questao, resposta\n" +
        "FROM\n" +
        " resp_questao_quest\n" +
        "WHERE\n" +
        " id_resp_questionario = " + str_id +
        "ORDER BY\n" +
        " num_questao";
        ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
int index = 0;
while (rs.next()) {
    result[index] = rs.getString(2);
    index++;
}
} finally {
    stm.close();
}
return result;
}
}

```

Figura 6.6: Identificação do Nível de Conhecimento

6.3.6 Operação de Verificação do Mapeamento

A operação de verificação do mapeamento de estilos e estratégias a serem apresentadas ao aprendiz ocorre após o Agente Perfil definir o estilo do Aprendiz. A figura 6.7 apresenta um trecho do código para esta operação.

```

public class getmapeamento () throws SQLException {
private int _getIdResposta(Aluno um_aluno) throws SQLException {
    int result = -1;
    Conexao conexao = getConexao();
    Statement stm = conexao.createStatement();
    try {
        String str_id_estiloaluno = String.valueOf(um_aluno.getId())
        String sql = "SELECT idestrat FROM mapeamento WHERE id_estiloaluno = " +
str_id_estiloaluno;
        ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
        if (rs.next()) {
            result = rs.getInt(1);
        } rs.close();
    } finally { stm.close();
    } return result;}}

```

Figura 6.7: Identificação do Mapeamento

6.3.7 Operação de Registro do Log do Aprendiz

A operação de registro do *Log* acontece durante a navegação do aprendiz. Toda a navegação é monitorada e armazenada para posterior consulta e análise pelos agentes.

O Agente de Comunicação armazena todas as atividades do aprendiz no banco de dados. A figura 6.8 apresenta um trecho do código para esta operação.

```
public static void grava_log(String id_aluno, String num_aula, String nome_link) {
    Conexao con = new Conexao();
    Statement stm = null;
    ResultSet rs = null;
    stm = con.createStatement();
    try {
        rs = stm.executeQuery("SELECT nextval ('num_acesso')");
        rs.next();
        int novo_id = rs.getInt(1);
        rs.close();
        String data = data();
        String hora = hora();
        String sql = "INSERT INTO log_acesso
(id,id_aluno,data_acesso,hora_acesso,nome_Link,numero_aula)\n";
        sql += " VALUES
("+novo_id+","+id_aluno+", '"+data+"', '"+hora+"', '"+nome_link+'', '"+num_aula+'")";
        stm.executeUpdate(sql);
    } catch(SQLException e) {
        e.toString();
    } }
}
```

Figura 6.8: Log da Sessão do Aprendiz

6.3.8 Operação de Apresentação do Conteúdo

Após receber todas as informações necessárias para apresentação do plano de ensino ao aluno, o Agente de Comunicação apresenta o conteúdo ao aprendiz seguindo todas as características para adaptar o ensino. O agente consulta o banco de dados onde encontram-se todas estas informações. A figura 6.9 apresenta um trecho do código da operação de apresentação do conteúdo ao aprendiz.

```
public class ApresentaConteudo {
    private int _getIdResposta(Aluno um_aluno) throws SQLException {
        int result = -1;
        Conexao conexao = getConexao();
        Statement stm = conexao.createStatement();
        try {
            String str_id_aluno = String.valueOf(um_aluno.getId());
            String sql = "SELECT id FROM respq_estilo_aprendizado WHERE id_aluno = " +
str_id_aluno;
            ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
            if (rs.next()) {
                result = rs.getInt(1);
            }
        }
    }
}
```

```

rs.close();
} finally {
stm.close();
}
return result;
try {
rs = stm.executeQuery("SELECT nextval ('num_acesso')");
rs.next();
int novo_id = rs.getInt(1);
rs.close();
String data = data();
String hora = hora();
String sql = "SELECT id,id_aluno,data_acesso,hora_acesso,nome_Link,numero_aula
FROM log_acesso \n";
ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
if (rs.next()) {
result = rs.getInt(1);
}
rs.close();
} finally {
stm.close();}
String sql= "SELECT disciplina FROM Matricula where codaluno =" + aluno1;
output.appendText("Consulta a Meta do Aprendiz" + "\n");
ResultSet disciplina = stmt.executeQuery (sql);

try {
String str_id = String.valueOf(getId());
String nivelconhec= "SELECT nivel FROM resp_Nivel_Conhec WHERE
ResultSet rs = stm.executeQuery(nivelconhec);
rs.next();
int num_a = rs.getInt();
rs.close();
int total_habilidade = num_a + (num_b * 2) + (num_c * 3);
if (total_habilidade <= 15) {
result = RQAptidaoTecnologica.APTIDAO_BAIXA;
} else if ((total_habilidade >= 16) && (total_habilidade <= 25)) {
result = RQAptidaoTecnologica.APTIDAO_MEDIA;
} else {
result = RQAptidaoTecnologica.APTIDAO_ALTA;
}
} finally {
stm.close();
}
return result;
}}
try {
String str_id = String.valueOf(getId());
String sql = "SELECT\n" +
" num_questao, resposta\n" +
"FROM\n" +

```

```

        " resp_questao_quest\n" +
        "WHERE\n" +
        " id_resp_questionario = " + str_id +
        "ORDER BY\n" +
        " num_questao";
        ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
int index = 0;
while (rs.next()) {
    result[index] = rs.getString(2);
    index++;
}
} finally {
    stm.close();
}
return result;
}}

```

Figura 6.9: Apresentação do Conteúdo ao Aprendiz

6.4 Ambiente de Ensino a Distância – UNICRUZ Virtual

O modelo de adaptação de ensino proposto foi integrado ao Ambiente de Ensino a Distância, denominado UNICRUZ Virtual (PEREIRA, 2002; COCCO, 2004).

A integração a este ambiente refere-se a diversos fatores, entre eles, o ambiente atualmente está sendo utilizado na Universidade de Cruz Alta, onde foi realizada a etapa de validação desta tese.

O ambiente UNICRUZ Virtual tem como objetivo principal a criação de um Sistema Educacional através da *Internet* que facilite a aprendizagem e promova a interação entre professor e aluno, procurando obter um maior aproveitamento no processo de aprendizagem.

O UNICRUZ Virtual surgiu a partir de alterações realizadas no ambiente SEMEAI (COCCO, 2003). O SEMEAI trabalhava com a definição de estratégias de ensino de acordo com o perfil de aluno segundo fatores de personalidade (D'AMICO, 1999). Para o modelo proposto, a definição do perfil do aprendiz está relacionada ao seu estilo de aprendizagem e outros fatores, conforme apresentado nas seções anteriores.

Para a integração do modelo proposto neste ambiente, foram redefinidas as classes que tratavam a definição do perfil do aluno, adequando assim o ambiente à proposta deste modelo que integra uma nova abordagem no uso de estilos de aprendizagem.

O ambiente UNICRUZ Virtual foi validado numa disciplina de Pós-Graduação em Informática na Educação da UNICRUZ em 2003, onde os alunos puderam verificar os recursos e limitações do ambiente, para que o ambiente fosse aperfeiçoado.

A UNICRUZ ofereceu a sua primeira disciplina a distância, utilizando o UNICRUZ Virtual, no segundo semestre de 2004. A partir do próximo ano, outras disciplinas serão oferecidas à distância pela Universidade, bem como diversos Cursos de Extensão que já estão sendo desenvolvidos por especialistas nas áreas afins.

O UNICRUZ Virtual foi implementado na linguagem Java utilizando JSP e o Banco de Dados PostgreSQL, tecnologias utilizadas também para a implementação do modelo proposto.

Com o objetivo de monitorar o aluno para que o mesmo tenha uma aprendizagem efetiva, foram desenvolvidos recursos para apoiar o ensino, e que auxiliam o professor na tarefa de analisar a aprendizagem do aluno. Esses recursos, bem como a interface do ambiente são apresentados no Anexo D.

6.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a implementação do modelo de adaptação de ensino.

Os agentes que compõem o modelo foram escritos na linguagem Java, conforme os seguintes requisitos de implementação: a linguagem permite implementar os constructos computacionais; capacidade de acessar recursos distribuídos na Internet; tem a capacidade de acesso a bancos de dados relacionais; oferece facilidades para portabilidade; oferece uma interface padronizada para acesso a banco de dados; oferece uma interface gráfica padrão e independente de plataforma, uma vez que a mesma aplicação deverá ser executada em diferentes sistemas.

Para a base de conhecimento dos agentes utilizou-se o Banco de Dados *PostgreSQL*.

O modelo foi integrado num ambiente virtual de ensino denominado UNICRUZ Virtual, o qual foi desenvolvido utilizando tecnologias de acesso gratuito, e voltadas para aplicações *Web*: HTML e JSP (*Java Server Pages*). Todos os dados processados no ambiente também são armazenados no banco de dados *PostgreSQL*.

A operação de acesso ao banco, bem como as demais operações foram implementadas na linguagem Java. Para a conexão ao banco de dados foi implementada uma classe específica, a qual é utilizada por todos os agentes.

O modelo poderá ser integrado em outros ambientes educacionais que atendam os requisitos de implementação dos agentes. Apesar dos agentes apenas comunicarem-se entre si e com o banco de dados, para que o modelo atinja os seus objetivos é necessário que o ambiente utilize o banco de dados *PostgreSQL*.

7 ESTUDO DE CASO

Para a validação do modelo proposto neste trabalho, foi realizado um estudo de caso na Universidade de Cruz Alta, na disciplina de Inglês Instrumental I, pertencente ao curso de graduação em Ciência da Computação, a qual foi oferecida no segundo semestre de 2004. Esta disciplina foi escolhida para este estudo por ser uma das disciplinas comuns para diversos cursos da instituição.

O conteúdo didático da referida disciplina foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, sob a responsabilidade de um professor na área de Letras com experiência no ensino a distância. Para o desenvolvimento do conteúdo foi considerado o mapeamento dos estilos de aprendizagem e estratégias pedagógicas adequadas.

O referido professor foi responsável em desenvolver o plano de ensino da disciplina, considerando as variáveis relacionadas às características do aprendiz. O plano de ensino é composto por dezesseis aulas, onde cada aula foi preparada considerando todas as variáveis utilizadas pelos agentes do modelo. É importante ressaltar, que devido às normas do Ministério da Educação, as avaliações das disciplinas virtuais devem ser presenciais. Sendo assim, os alunos devem comparecer na instituição para realizar suas provas.

Um total de 60 alunos matriculados nos cursos de Ciência da Computação, Comunicação Social, Ciências Contábeis e Turismo, participou do estudo de caso. Os alunos estavam matriculados na disciplina na forma presencial, porém foram convidados a participar deste estudo de caso na forma virtual.

Ao iniciar as aulas em agosto de 2004, os alunos tiveram uma aula presencial para conhecerem o ambiente UNICRUZ Virtual e os recursos que o mesmo oferece. Cada aluno recebeu um cronograma das aulas, com as datas das provas presenciais, e o seu *login* e senha de acesso ao ambiente.

Para a validação do modelo proposto, dividiram-se as aulas em duas etapas. A primeira denominada Navegação Livre, que ocorreu durante as 8 aulas iniciais da disciplina serviu para verificar os seguintes objetivos específicos desta tese: identificar se as variáveis são relevantes ao modelo; identificar o relacionamento entre as variáveis; verificar se o mapeamento dos estilos de aprendizagem coincide com a navegação do aprendiz, ou seja, se as estratégias pedagógicas condizem com as dificuldades, habilidades e preferências do aprendiz. A segunda etapa, denominada Navegação Adaptada, serviu para validar o funcionamento do modelo proposto para identificar a aplicabilidade dos estilos de aprendizagem.

7.1 Navegação Livre

A primeira etapa de validação do modelo proposto, para este estudo de caso, aconteceu durante as primeiras oito aulas da disciplina de Inglês Instrumental.

Na primeira interação com o ambiente, os alunos responderam o questionário de Estilos de Aprendizagem, o questionário de Habilidades Tecnológicas e um pré-teste para verificar o seu Nível de Conhecimento. A partir deste momento o ambiente apresentou ao aprendiz todas as estratégias pedagógicas, para a sua navegação livre.

A figura 7.1 apresenta a interface de acesso aos questionários no ambiente, após o login do aprendiz no ambiente.



Figura 7.1: Interface dos Questionários

O resultado do questionário de Estilos de Aprendizagem é apresentado na figura 7.2, o qual apresentou 15 estilos de aprendizagem diferentes para este estudo de caso.

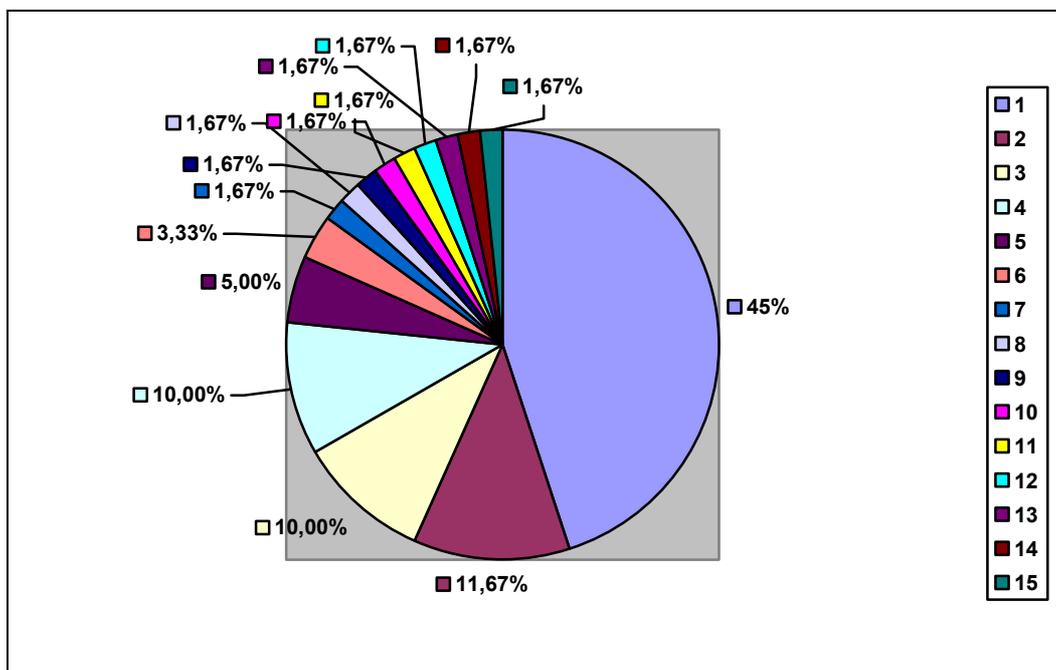


Figura 7.2: Resultado do Questionário de Estilos de Aprendizagem

A tabela 7.1 apresenta os estilos encontrados no estudo de caso. Para cada item da legenda do gráfico, a tabela apresenta a descrição do tipo de estilo encontrado. Verificou-se que a maioria dos alunos são moderados nas escalas das dimensões, totalizando 45% pertencentes ao estilo 1 .

Tabela 7.1: Estilos do Estudo de Caso

Estilos	Descrição
1	ativo e reflexivo - sensorial e intuitivo - visual e verbal – seqüencial e global
2	ativo e reflexivo - sensorial e intuitivo - visual - seqüencial e global
3	ativo e reflexivo - sensorial - visual e verbal - seqüencial e global
4	ativo - sensorial e intuitivo - visual e verbal - seqüencial e global
5	ativo - sensorial – visual e verbal - seqüencial e global
6	ativo e reflexivo - sensorial e intuitivo - visual e verbal – seqüencial
7	ativo e reflexivo - sensorial e intuitivo - visual – seqüencial
8	ativo e reflexivo - sensorial e intuitivo - visual e verbal – global
9	ativo e reflexivo - sensorial - visual - seqüencial e global
10	ativo e reflexivo - sensorial e intuitivo - visual – global
11	ativo - sensorial e intuitivo - visual - seqüencial e global
12	ativo e reflexivo - sensorial e intuitivo - verbal - seqüencial e global
13	ativo - sensorial – visual – seqüencial
14	reflexivo – sensorial e intuitivo - visual - seqüencial e global
15	reflexivo – sensorial e intuitivo - verbal - global

O resultado do questionário de Habilidades Tecnológicas é apresentado na figura 7.3, o qual apresentou que 3,33% dos alunos possuem Habilidade Tecnológica Fraca, 80% dos alunos possuem Habilidade Tecnológica Média e 16,67% possuem Habilidade Avançada.

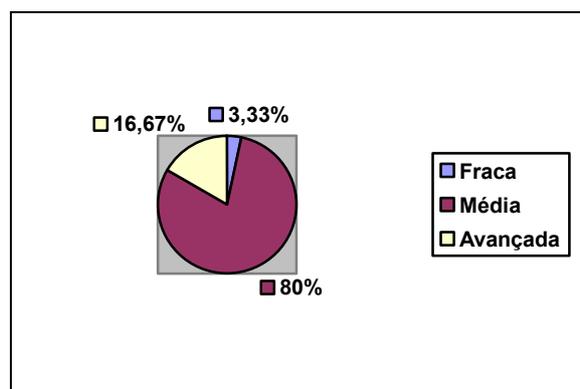


Figura 7.3: Resultado do Questionário de Habilidades Tecnológicas

Os alunos que possuem Habilidade Tecnológica Fraca ou Média puderam contar com uma aula no ambiente de conhecimentos básicos de informática. Além disso, a universidade oferece regularmente cursos de informática presenciais.

O resultado do questionário de Nível de Conhecimento é apresentado na figura 7.4, o qual apresentou que 30% dos alunos possuem Conhecimento Insatisfatório, 48,33% dos alunos possuem Pouco Conhecimento, 20% possuem Conhecimento Razoável e 1,67% possuem Conhecimento Satisfatório.

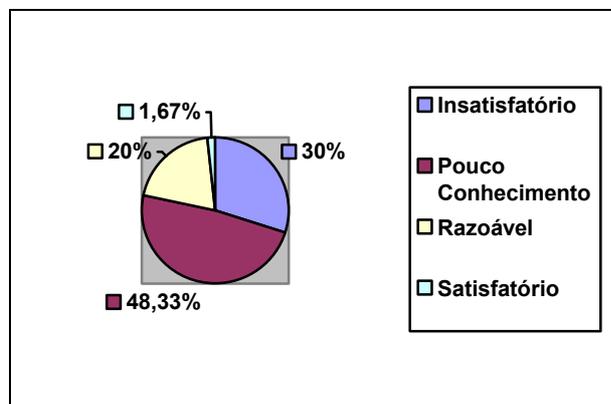


Figura 7.4: Resultado do Questionário de Nível de Conhecimento

Após responder os questionários, o aprendiz teve acesso às aulas, as quais serão disponibilizadas nas diversas estratégias para monitoração da navegação do aprendiz.

A figura 7.5 apresenta a interface de uma aula para este estudo de caso.

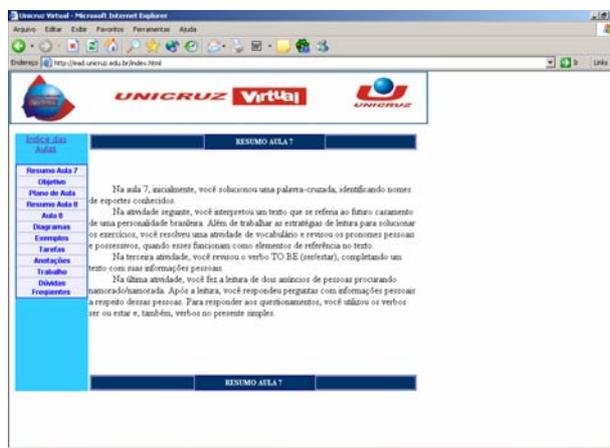


Figura 7.5: Interface de Navegação Livre

7.1.1 Identificação da Relevância das Variáveis ao Modelo

Para identificar a importância das variáveis utilizadas pelo modelo proposto, os alunos foram entrevistados, conforme questionário no Apêndice A. Este questionário foi realizado para que os alunos verificassem no ambiente de ensino as seguintes questões:

- importância de identificar estilos de aprendizagem num ambiente virtual;
- apresentação do conteúdo conforme as preferências de navegação do aprendiz;
- apresentação do conteúdo segundo o nível de conhecimento do aprendiz e suas experiências;
- ambiente adaptativo independente do conteúdo didático;
- apresentação do conteúdo segundo o mapeamento dos estilos e estratégias.

Com esse questionário observou-se que a opinião da maioria dos alunos reflete a suma importância das variáveis utilizadas pelo modelo de ensino proposto, conforme apresenta a figura 7.6. Da totalidade de 60 alunos, 54 acreditam que as variáveis são muito importantes para o modelo proposto.

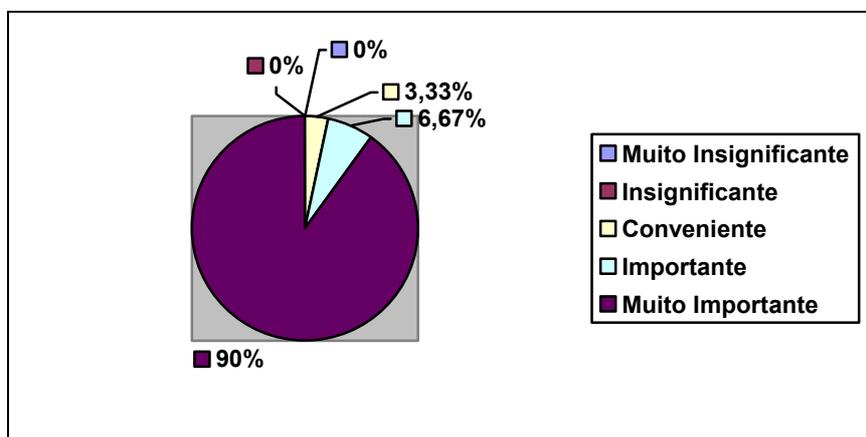


Figura 7.6: Resultado do Questionário de Avaliação das Variáveis

7.1.2 Identificação do Relacionamento entre as Variáveis

Após verificar a importância das variáveis para o modelo, identificou-se que o relacionamento entre as variáveis utilizadas pelos agentes é essencial para a aprendizagem do aluno, tendo em vista que todas as variáveis são importantes para a condução da aprendizagem. Conforme o resultado do questionário aplicado aos alunos, o relacionamento das variáveis indica que para o modelo proposto é necessário que todas as variáveis estejam relacionadas, conforme apresenta a figura 7.7.

Para o modelo de adaptação é necessário conhecer qual a meta do aprendiz, isto é, qual o conteúdo didático que será ensinado. Após esta definição é necessário conhecer qual o nível de conhecimento do aprendiz, para saber em que nível apresentar o conteúdo. É necessário conhecer as preferências do aprendiz, para apresentar o conteúdo da forma que ele prefere aprender, e identificar se o mapeamento realizado pelo aprendiz condiz com essas preferências.

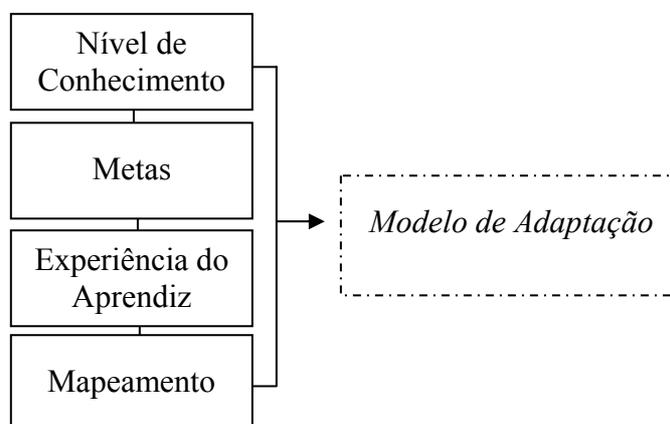


Figura 7.7: Relacionamento entre as Variáveis

7.1.3 Identificação do Mapeamento e Navegação do Aprendiz

Nesta etapa verificou-se que o mapeamento dos estilos de aprendizagem coincide com a navegação do aprendiz na maioria dos casos, ou seja, as estratégias pedagógicas condizem com as dificuldades, habilidades e preferências do aprendiz, conforme o seu estilo definido no início da sua interação no ambiente.

A figura 7.8 apresenta o resultado da conformidade da navegação do aprendiz com o mapeamento dos estilos e estratégias.

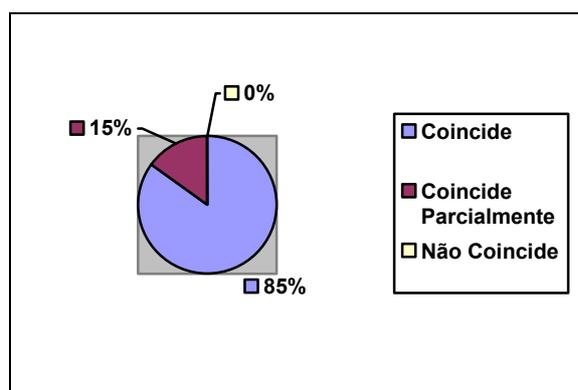


Figura 7.8: Resultado do Mapeamento e Navegação do Aprendiz

O resultado da navegação mostra que 85% dos aprendizes navegaram pelo mapeamento indicado ao seu estilo. Por exemplo, um aprendiz que tenha o estilo de aprendizagem *ativo - sensorial – visual e verbal - seqüencial e global*, navegaria por *Conteúdo Didático-Tarefas-Exercícios-Trabalho em Grupo-Exemplos-Diagramas-Resumo Geral-Plano de Aula-Objetivos*. Isto significa que este aprendiz navegou apenas por estas estratégias, as quais fazem parte do seu estilo.

O resultado apresentou que 15% dos aprendizes navegaram em algumas aulas pelo seu mapeamento, e em outras aulas navegaram por outras estratégias que não faziam parte do mapeamento.

Nenhum aprendiz navegou apenas por estratégias que não faziam parte do mapeamento.

7.2 Navegação Adaptada

Na segunda etapa do estudo de caso, foi identificada a aplicabilidade dos estilos de aprendizagem num ambiente de ensino virtual.

Nesta etapa verificou-se a eficiência do modelo de adaptação. Os alunos foram entrevistados para avaliarem a nova forma de navegação do ambiente, conforme questionários nos Apêndices B e C.

A figura 7.9 apresenta o resultado do questionário do Apêndice B, o qual apresenta a aceitação da maioria dos alunos por uma navegação adaptada ao seu estilo de aprendizagem.

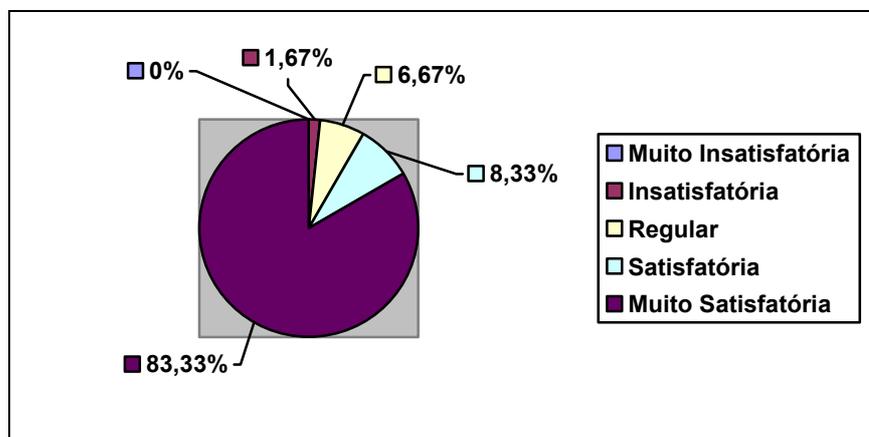


Figura 7.9: Resultado do Questionário da Aplicabilidade dos Estilos

Um exemplo de navegação adaptada é visualizado na figura 7.10, a qual apresenta uma interface adaptada para um aprendiz que tenha como estilo de aprendizagem *ativo - sensorial – visual e verbal - seqüencial e global*. Percebe-se que nesta interface, o aprendiz não visualiza a estratégia de Anotações.

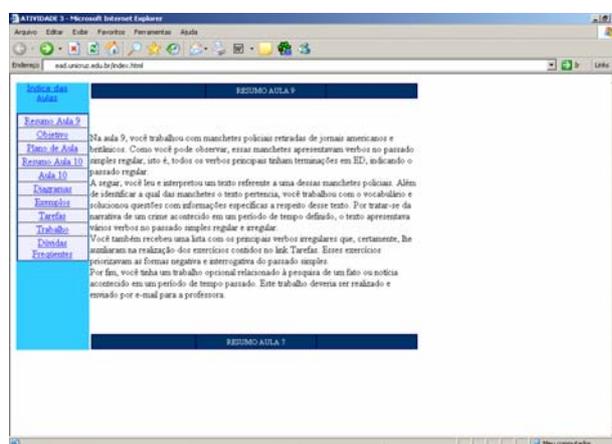


Figura 7.10: Interface Adaptada ao Estilo do Aprendiz

Para identificar as preferências dos aprendizes por uma navegação livre ou adaptada, foi aplicado um questionário conforme Apêndice C. As figuras 7.11 e 7.12 apresentam o resultado do questionário.

Os aprendizes confirmam neste questionário sua preferência pela navegação adaptada.

Na figura 7.11 é apresentada a resposta do aprendiz referente a navegação livre. Alguns aprendizes preferem a navegação livre, devido à liberdade de escolher pelas opções que melhor atendem as suas necessidades em determinadas aulas, o que reflete os 11,67% dos entrevistados.

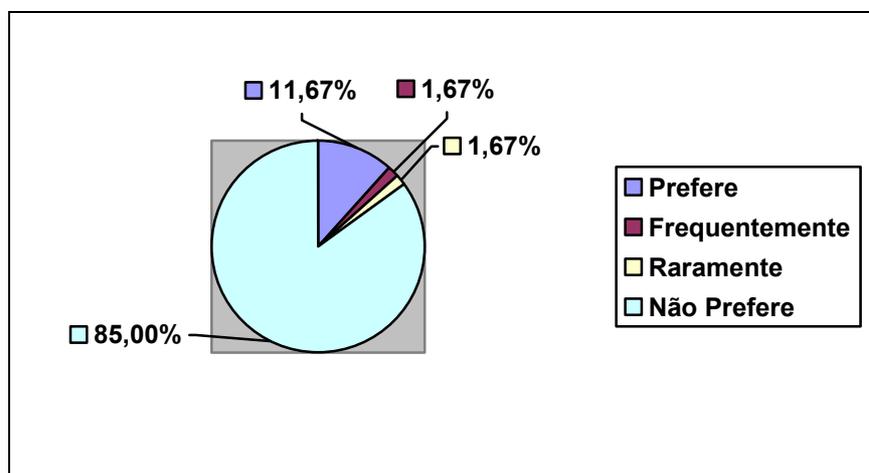


Figura 7.11: Resultado do Questionário de Preferências na Navegação Livre

A figura 7.12 apresenta o resultado das preferências segundo a navegação adaptada. Segundo o questionário 85% dos aprendizes preferem a navegação adaptada, e ao serem questionados do motivo desta preferência, a maioria diz que se identifica com as possibilidades pedagógicas que o ambiente apresenta, e consideram o ambiente mais 'enxuto', com alternativas mais específicas para a sua aprendizagem.

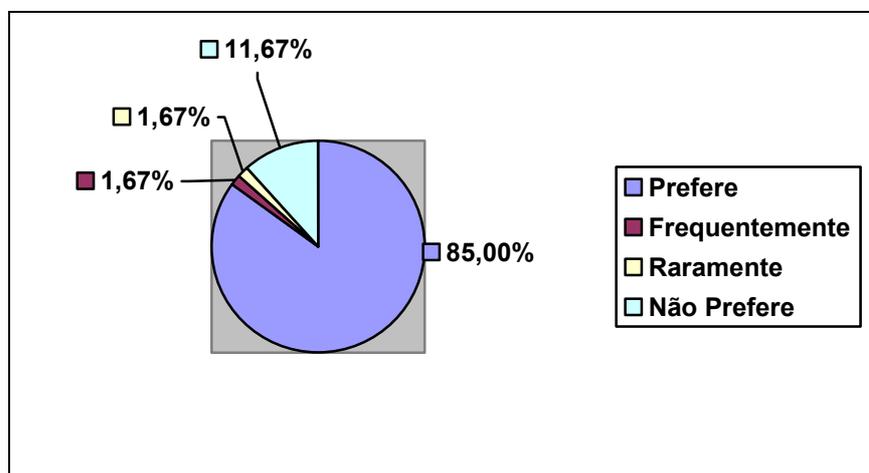


Figura 7.12: Resultado do Questionário de Preferências na Navegação Adaptada

7.3 Considerações Finais

O estudo de caso apresentado neste capítulo serviu de embasamento para a validação do modelo proposto.

Para a validação do modelo, dividiram-se as aulas em duas etapas. A primeira denominada Navegação Livre, que ocorreu durante as 8 aulas iniciais da disciplina, para identificar os seguintes objetivos específicos desta tese: identificar se as variáveis são

relevantes ao modelo; identificar o relacionamento entre as variáveis; verificar se o mapeamento dos estilos de aprendizagem coincide com a navegação do aprendiz, ou seja, se as estratégias pedagógicas condizem com as dificuldades, habilidades e preferências do aprendiz.

Observou-se que a maioria dos aprendizes responderam ao questionário indicando a importância e validade para todos os objetivos desta tese.

Na segunda etapa, denominada Navegação Adaptada, foi validado o funcionamento do modelo proposto para identificar a aplicabilidade dos estilos de aprendizagem. Percebe-se também, que a maioria dos aprendizes identifica a preferência da apresentação do conteúdo às suas necessidades, preferências e de acordo com o seu estilo de aprendizagem.

8 CONCLUSÃO

Os capítulos 2, 3, 4, 5, 6 e 7 apresentaram uma seção de considerações finais. Este capítulo apresenta as considerações finais em quatro seções: aplicações previstas, principais contribuições, conclusões e trabalhos futuros.

8.1 Aplicações Previstas

O modelo de adaptação proposto é composto por agentes pedagógicos, os quais tem como tarefa prover a adaptação do ensino, sendo responsável em fornecer o caminho mais efetivo para a aprendizagem do aluno, independente do conteúdo didático que estará sendo ensinado. No entanto, as seguintes características estimulam sua aplicação na solução de problemas específicos:

- **Sistemas Hiperídia Adaptativos:** os sistemas estudados não atendem as individualidades do aprendiz. Neste trabalho abordou-se a aplicação de estilos de aprendizagem para identificar essas individualidades;
- **Sistemas Tutores Inteligentes:** os sistemas estudados não abordam o uso de agentes na adaptação do ensino. Os agentes do modelo proposto estão vinculados as tarefas de adaptação do conteúdo didático segundo as preferências e necessidades de aprendizagem do aluno;
- **Ambientes Virtuais de Ensino:** muitos ambientes apresentam o conteúdo da mesma forma para todos os alunos, não selecionando diversas estratégias para apresentar um conteúdo ao aprendiz segundo o seu estilo de aprendizagem.

8.2 Principais Contribuições

O capítulo 2 descreve o estado da arte no contexto de ambientes que utilizem alguma forma de adaptação de ensino. Os estudos apresentados naquele capítulo, aliados aos resultados alcançados, permitem destacar que os seguintes aspectos devem ser considerados no desenvolvimento de ambientes educacionais, entre outros: aprendizagem distinta para cada aprendiz; atendimento de estilos de aprendizagem diferentes e satisfação de diferentes necessidades de navegação pelo hiperespaço de informações (OLIVEIRA, 2002).

As contribuições deste trabalho estão inseridas em dois grupos: as contribuições para o ambiente UNICRUZ Virtual e para o estado da arte.

No estado da arte o uso de estratégias é uma das questões que tem-se estudado em ambientes de ensino, porém são poucos os ambientes que utilizam esta característica fundamental, pois o ensino diversificado requer um maior esforço por parte do professor em integrar o seu conteúdo de uma forma diversificada. Para tentar dispor de uma

ferramenta que não acrescente uma tarefa árdua ao professor, o modelo proposto neste trabalho possibilita que uma estratégia uma vez inserida na base de dados do ambiente possa ser utilizada pelos mapeamentos propostos. Isto significa que o conteúdo será inserido em forma de estratégias e o próprio agente constrói o plano de ensino ao aprendiz.

Para resolver esta questão é que se propôs um modelo onde o professor insere o material e o próprio ambiente gerencia o conhecimento recebido. Com isso tem-se um ambiente com a proposta de ensino individualizado, utilizando os diversos materiais que o professor disponibilizará.

O modelo do aprendiz é a estrutura que contém as informações sobre as características do aprendiz, permitindo ao sistema adaptar-se a essas características. Brusilovsky (2004) identifica características importantes sobre usuários a serem consideradas para adaptação e que foram utilizadas na construção do modelo proposto:

- Nível de conhecimento do aprendiz; Metas do aprendiz; Experiência do aprendiz; Preferências do aprendiz.

Outro aspecto importante são as características individuais que definem um aprendiz como um indivíduo. Exemplos dessas características são os fatores de personalidade, fatores cognitivos e estilos de aprendizagem.

Na literatura não se encontram sistemas que integrem todas as características necessárias para adaptação do ensino ao aprendiz abordadas por Brusilovsky e também, alguma característica individual do aprendiz, que aborde estilos de aprendizagem, sendo esta uma importante contribuição do modelo proposto.

No ambiente UNICRUZ Virtual, as contribuições são as seguintes:

- A arquitetura do modelo adaptou-se ao ambiente, utilizando as ferramentas disponíveis e necessárias para a sua integração, como por exemplo, a definição dos estilos de aprendizagem modelada com outras características do aprendiz, as quais não foram utilizadas em outros ambientes educacionais;
- O modelo integrado ao ambiente foi validado apresentando ótimos resultados quanto aos seus objetivos. Isto faz com que o ambiente agregue um recurso eficiente para adaptar o ensino, verificando as dificuldades do aprendiz;
- A implementação do protótipo, a qual poderá ser integrada a outros ambientes educacionais que utilizem as mesmas tecnologias do modelo.

8.3 Conclusões

O modelo integra o conhecimento do estilo de aprendizagem e características do aprendiz, e com isso os agentes poderão tomar decisões e promover o ensino adaptativo.

Esta integração é realizada pelos agentes pedagógicos, os quais armazenam e analisam on-line as atividades de um curso, através das trajetórias do aluno. Para um agente tutor computacional, estas trajetórias podem ser detectadas por diversas variáveis específicas, que funcionarão como sinais indicadores das ações cognitivas e dos comportamentos de navegação dos usuários-aprendizes, registrados durante o processo de ensino, as quais traduzem os estilos de aprendizagem.

Os resultados alcançados até o momento incentivam a eficiência do mecanismo de adaptação proposto, e espera-se que este mecanismo possa ser utilizado como uma ferramenta de auxílio ao ensino a distância, permitindo que o aluno possa alcançar uma aprendizagem mais efetiva.

As questões abordadas no modelo proposto: adaptação da instrução às características individuais do aprendiz abordando o seu estilo de aprendizagem e as estratégias pedagógicas adequadas; modelagem das características do aprendiz: nível de conhecimento, metas, experiência e preferências do aprendiz, fazem deste trabalho um estudo diferenciado e ainda não realizado até o momento (MEIRELES, 2003; OLIVEIRA, 2002).

O estudo de caso realizado serviu de embasamento para a validação do modelo proposto. Para esta validação dividiram-se as aulas em duas etapas. A primeira denominada Navegação Livre, que ocorreu durante as 8 aulas iniciais da disciplina, para identificar os seguintes objetivos específicos desta tese: identificar se as variáveis são relevantes ao modelo; identificar o relacionamento entre as variáveis; verificar se o mapeamento dos estilos de aprendizagem coincide com a navegação do aprendiz, ou seja, se as estratégias pedagógicas condizem com as dificuldades, habilidades e preferências do aprendiz.

Observou-se que a maioria dos aprendizes responderam ao questionário indicando a importância e validade para todos os objetivos desta tese.

Na segunda etapa, denominada Navegação Adaptada, foi validado o funcionamento do modelo proposto para identificar a aplicabilidade dos estilos de aprendizagem. Percebe-se também, que a maioria dos aprendizes identifica a preferência da apresentação do conteúdo às suas necessidades, preferências e de acordo com o seu estilo de aprendizagem.

Os resultados de todos os questionários, aplicados aos alunos que participaram do estudo de caso, mostram a validade do modelo proposto, bem como a aceitação da maioria dos alunos por um ambiente adaptativo de ensino.

Outro resultado muito significativo é a comparação do *log* do aprendiz com o mapeamento identificado ao seu estilo. Este resultado mostra que este mapeamento condiz, na maioria dos casos, com as preferências do aprendiz.

8.4 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros pretende-se aprimorar o modelo proposto, visando agregar a avaliação da aprendizagem do aluno.

Neste trabalho não foi abordada a questão de avaliação do aprendiz em relação a sua aprendizagem, isto é, se a partir do estilo identificado, a adaptação do ensino faz com que o aprendiz tenha uma aprendizagem efetiva. No estudo de caso, os alunos foram avaliados de forma presencial, porém não questionou-se neste trabalho se o aluno tem uma aprendizagem efetiva quando o sistema identifica suas preferências e necessidades. Uma proposta de avaliação de ensino para ambientes multiagentes foi utilizada no ambiente SEMEAI desenvolvida por Rodrigues (RODRIGUES, 2002). O agente desenvolvido denomina-se E-Avalia e permite a criação de uma estrutura de competências e habilidades que compõem um curso. Desta forma, os alunos são avaliados qualitativamente de acordo com as habilidades pré-definidas pelo professor para cada competência do curso.

Outra questão a ser estudada é a integração de agentes animados no modelo, para que sejam consideradas as emoções do aluno através da inferência de emoções, bem como responder emocionalmente a ele, mostrando a riqueza presente na interação afetiva entre aluno e tutor. Diversos trabalhos apresentam o estudo de agentes animados como apresentado por Jaques (JAQUES, 2004).

A reestruturação do conteúdo didático, utilizando os conceitos de objetos de aprendizagem, também está sendo discutida em diversos trabalhos como apresentado

por Simon (SIMON, 2003). Este é um tema de muitas pesquisas atuais para reutilização do material didático desenvolvido por assuntos. Uma vez desenvolvido pelo professor, o assunto poderá ser integrado em diversas disciplinas que atendam um plano de curso em comum.

REFERÊNCIAS

AKHRAS, F. N.; SELF, J. A process-oriented perspective on analysing Learner Environment Interactions in Constructivist Learning. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 6., 1995, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: SBC, UFSC, 1995.

ALLINSON, C.; HAYES, J. The Learning Style Questionnaire: an alternative to Kolb's inventory? **Journal of Management Studies**, USA, v.25, n.3, p. 269-281, June 1988.

ALLINSON, C.; HAYES, J. Validity of the Learning Style Questionnaire. **Psychological Reports**, France, v.67, p. 859-866, Sept.1990.

ASP. **A Linguagem ASP**. Disponível em: <<http://www.asp.net>>. Acesso em: jun. 2004.

AUSUBEL, D. et al. **Educational Psychology: A Cognitive View**. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.

BARBOSA, F. F. **Estilos de Ensino e Aprendizagem**. Departamento de Engenharia Elétrica e da Instrumentação Eletro-Eletrônica, Porto Alegre, RS. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/eng/egatea/barbosa.html>>. Acesso em: jun. 2002.

BELHOT, R. V.; RIBEIRO, L. R. C. A Gestão da Qualidade e o Ensino de Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia** – ABENGE, Brasília – DF, v.21, n.2, p. 17-25, 2002.

BELHOT, R. V. et al. **Estilos de Aprendizagem e Estratégias de Aprendizagem**. Disponível em: <<http://prod.eesc.usp.br/aprende/>>. Acesso em: jun. 2004.

BERCHT, M. **Avaliação Pedagógica como Fator para a Construção de Estratégias de Ensino em Ambientes de Ensino e Aprendizagem Computadorizados**. 1997. Exame de Qualificação (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

BEZERRA, E. **Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML**. São Paulo: Campus, 2002.

BICA, F. **Eletrotutor III: Uma Abordagem Multiagente para o Ensino à Distância**. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

BRIGHTMAN, H. J. **GSU Master Teacher Program: On Learning Styles**. Disponível em: <<http://www.gsu.edu/~dschjb/wwwmbti.html>>. Acesso em: abr. 1998.

BRUSILOVSKY, P.; SCHWARZE, E.; WEBER, G. ELM-ART: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, ITS, 3.,1996. **Proceedings...** Berlin: Springer Verlag, 1996.

BRUSILOVSKY, P. **Methods and techniques of adaptative hypermedia**. The Netherlands: Kluwer Academic, 1998. p 1-43.

BRUSILOVSKY, P. **User Modeling and User Adapted Interaction**. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/context/12431/0>>. Acesso em: maio 2004.

CARDOSO, S. M. V.; JANDL, P. J. **Estilos de Aprendizagem**: aprendendo a aprender. Notas de Aula, USF, 1998.

CARVALHO, S. D. **Mapas Auto-Organizáveis Aplicados a Sistemas Tutores Inteligentes**. 2002. Dissertação (Mestrado) – EEC, UFG, Goiânia.

CASTRO, A. P. **Uma Ferramenta para Auxiliar o Professor no Ensino a Distância**. 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

CASTRO, A. P. Uma Ferramenta para Auxiliar o Professor no Ensino a Distância. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2004. **Anais ...** Salvador: Abed, 2004.

CAVELLUCCI, L. C. B. **Estilos de Aprendizagem**: em busca das diferenças individuais. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/disciplinas/am540_2003/ia/estilos_de_aprendizagem.pdf>. Acesso em: jun. 2004.

CGI. **Linguagem CGI**. Disponível em: <<http://cgi.resourceindex.com>>. Acesso em: jun. 2004.

COCCO, A. P.; GEYER, C. F. R. A Pedagogical Agent for the Environment SEMEAI. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA ICT'S IN EDUCATION, 2., 2003. **Proceedings...** Badajoz: Formatex, 2003.

COCCO, A. P. et al. Ferramentas de Apoio para Ambientes Educacionais a Distância. **Revista Digital**, Brasil, v.1, n. 1, p. 41-52, 2003.

COCCO, A. P. et al. Desenvolvimento de um Ambiente de Ensino a Distância. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL WWW/INTERNET, 2004. **Proceedings...** Madrid: [s.n.], 2004.

COCCO, A. P.; CASTRO, A. P. Uma Ferramenta para Auxiliar o Professor no Ensino a Distância no Ensino Síncrono e Assíncrono. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL WWW/INTERNET, 2004. **Proceedings...** Madrid: [s.n.], 2004.

CORREDOR, M. La Inteligencia Artificial y la Education: lo Aprendido y las Futuras acciones. **Informática Educativa**, Colômbia, v.6, n. 3, p. 235-242, 1993.

COSTA, R. M. E. M. et al. Desenvolvimento de Sistemas Tutores Inteligentes: Questões e Perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 8., 1997, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: SBC, 1997.

D'AMICO, C. B. **Aprendizagem Estática e Dinâmica em Ambientes Multiagentes de Ensino-Aprendizagem**. 1999. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

DARPA (Knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group). **Specification of the KQML Agente-Communication Language**. Disponível em: <<http://www.cs.umbc.edu>>. Acesso em: jun. 1993.

DELAHAYE, B; THOMPSON, B. Learning Styles – What do they measure? **Asia Pacific Human Resource Management**, [S.l.], p. 60-68, 1991.

DUNN, R. et al. Survey of Research on Learning Styles. **Educational Leadership**, USA, v. 46, n.6, p.50-58, Dec. 1989.

DUNN, R, et al. A Meta Analytic Validation of the Dunn and Dunn Learning Styles Model. **Journal of Education Research**, [S.l.], v. 88, n.6, p.353-361, 1995.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L.K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. **Engineering Education**, Washington, DC, v. 78, n.7, p. 291-296, 1988.

FELDER, R. M.; HENRIQUES, E. R. Learning and Teaching Styles in Foreign and Second Language Education. **Foreign Language Anals**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 21-31, 1995.

FELDER, R. M. The ABCs of Engineering Education: ABET, Bloom's Taxonomy, Cooperative Learning and So On. In: ANNUAL ASEE CONFERENCE, 3., 2004, Beijing. **Proceedings...** Beijing: ASEE, 2004.

FIPA. **The Foundation for Intelligent Physical Agents**. Disponível em: <<http://www.fipa.org>>. Acesso em: jun. 2004.

FRASSON, C. et al. Intelligent Tutoring Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 3., 1996, Montreal. **Proceedings...** Montreal: Springer-Verlag, 1996.

FRASSON, C. et al. Using Pedagogical Agents in a Multi-Strategic Intelligent Tutoring System. In: WORLD CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TUTORING AGENTS, 8., 1997, Kobe. **Proceedings...** Kobe: Springer-Verlag, 1997.

FRASSON, C. et al. Integrating Adaptive Emotional Agents inn ITS. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 6., 2002, Biarritz. **Proceedings...** Biarritz: [s.n.], 2004.

FREITAS, V.; OLIVEIRA, J. P. M. Uma metodologia para Autoria Adaptativa. **Projeto AdaptWeb**. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~palazzo>>. Acesso em: jun. 2003.

FURNHAM, A. Personality and Learning Style: A Study of Three Instruments. **Personality and Individual Differences**, [S.l.], v. 13, n. 4, p. 429-438, 1992.

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. Concepção de Interfaces WWW Adaptativas para EAD. **Projeto AdaptWeb**. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~palazzo>>. Acesso em: jun. 2003.

GEYER, C. F. R. et al. SEMEAI - Sistema Multiagente de Ensino e Aprendizagem na Internet. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 12., 2001, Vitória. **Anais...** Vitória: UFES: SBC, 2001.

- GIRAFFA, L.M.M. **Seleção e Adoção de Estratégias de Ensino em Sistemas Tutores Inteligentes**. 1997. Exame de Qualificação (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- GIRAFFA, L. M. M. **Selecting Teaching Strategies using Pedagogical Agents**. 1998. Proposta de Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- GIRAFFA, L. M. M.; VICARI, R. M. ITS Built as Game like Fashion Using Pedagogical Agents. In: SEMANA ACADÊMICA DO CPGCC, 3., 1998. **Anais...** Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998. p 11-18.
- GIRAFFA, L. M. M. **Uma Arquitetura de Tutor Utilizando Estados Mentais**. 1999. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- GOLDSTEIN, M.; BOKOROS, M. Tilting at Windmills: Comparing the Learning Style Inventory and the Learning Style Questionnaire. **Educational and Psychological Measurement**, [S.l.], v. 52, n. 3, p. 701-708, 1992.
- GÜRER, D. The Use of Distributed Agents in Intelligent Tutoring. In: WORKSHOP ON PEDAGOGICAL AGENTS, ITS, 4., 1998, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio: [s.n.], 1998. p. 20-25.
- HARB, J. N. et al. **Teaching Through the Cycle**. Provo, UT: Brigham Young University Press, 1995.
- HARTMANN, S. O. Use of the Kolb Learning Cycle and the System in Engineering Education. **J. Engr. Education**, [S.l.], v. 82, n. 2, p.70-77, 1995.
- HAYES, J.; ALLINSON, C. Cultural Differences in the Learning Styles of Managers. **Management International Review**, [S.l.], v.28, p. 75-80, 1988.
- HONEY, P.; MUMFORD, A. **The Manual of Learning Styles**. 2nd ed. Maidenhead: Berks, 1986.
- JAKARTA. **Projeto Jakarta**. Disponível em: <<http://www.jakarta.org>>. Acesso em: ago. 2004.
- JAQUES, P. A. **Agentes Pedagógicos e o Ensino Colaborativo à Distância**. 2001. 143 f. Exame de Qualificação (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- JAQUES, P. A. **Using na Animated Pedagogical Agent to Interact Affectively with the Student**. 2004. 228 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- KINSHUK, C. **Computer Aided Learning for Entry Level Accountancy Students**. 1996. Tese (Doutorado) - De Montfort University, England.
- KOLB, D. A. **Learning Style Inventory**: Technical Manual. Boston: Mass, 1976.
- KOLB, D. A. **Experiential Learning**: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.
- LESTER, J.;TOWNS, S.; FITZGERALD, P. Achieving Affective Impact: Visual Emotive Communication in Lifelike Pedagogical Agents. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, [S.l.], v.10, n.34, p. 278-291, 1999.

LEWIS, R.; MARGERISON, C. Working and Learning – Identifying your preferred ways of doing things. **Personnel Review**, [S.l.], v.8, p. 25-29, 1979.

MADEIRA, M. et al. **Modelação Cognitiva do Aluno-Aprendiz em um Ambiente Inteligente de Ensino Baseado em Modo Não-Tutorial**. São Leopoldo: Curso de Psicologia da UNISINOS, 2000. Artigo Teórico da Equipe Tapejara.

MARCZAK, S. et al. Modelando um ambiente de aprendizagem na Web: a importância da formalização do processo de desenvolvimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 14., 2003, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

MARIETTO, M. G. B. Tendências nas Áreas de Sistemas Tutores Inteligentes e Modelagem do Estudante. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 8., 1997, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: SBC, 1997.

MARÇAL, V. S. P.; RIBEIRO, C. H. F. P. **Adaptação de Conteúdos Educacionais baseada no Modelo de Aluno do Ambiente AdaptWeb. Projeto AdaptWeb**. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~palazzo>>. Acesso em: jul. 2003.

MEIRELES, V. **Sistemas Tutores Inteligentes Híbridos Baseados em Estilos de Aprendizagem**. 2003. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) – Escola de Engenharia Elétrica e da Computação, UFG, Goiânia.

MELO, F. R. **Sistemas Tutores Inteligentes Híbridos Baseados em Características Psicológicas**. 2003. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) – Escola de Engenharia Elétrica e da Computação, UFG, Goiânia.

MESSICK et al. **Individuality in Learning**. CA: Jossey Bass, 1976.

MURRAY, T. et al. Adaptivity for Conceptual and Narrative Flow in Hyperbooks: The MetaLinks System. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADAPTIVE HYPERMEDIA AND ADAPTIVE WEB-BASED SYSTEMS, 2000, Trento, Italy. **Proceedings...** Berlin: Springer, 2000. p. 144-166.

MYERS, I. **Manual: The Myers-Briggs Type Indicator**. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1979.

OLIVEIRA, J. P. M. **Projeto Tapejara - Sistemas Inteligentes de Ensino na Internet**. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~palazzo>>. Acesso em: jun. 2000.

OLIVEIRA, J. M. P; FERNANDES, C. T. Arquitetura de Adaptação em Sistemas Hiperídia Adaptativos Educacionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 13., 2002, São Leopoldo - RS. **Metodologias, tecnologias e aprendizagem dentro do cenário de informação na Educação**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2002.

PAPANIKOLAOU, K. A.; GRIDORIADOU, M; MAGOULAS, G.D; KORNILAKIS, H. Towards new forms of knowledge communication: the adaptative dimension of a web-based learning environment. **Computers & Education**, Elmsford, v. 39, p. 333-360, 2002.

PASK, G.; SCOTT, B. C. E. Learning Strategies and Individual Competence. **International Journal of Man-Machine Studies**, [S.l.], v.4, p. 217-253, 1972.

PEREIRA, A. S. **Um Agente para Seleção de Estratégias de Ensino em Ambientes Educacionais na Internet**. 1999. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

- PEREIRA, A. S. Um Agente para Seleção de Estratégias de Ensino em Ambientes Educacionais na Internet. In: CONCURSO IBERO-AMERICANO DE TESES E DISSERTAÇÕES EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, CTDIA- SBIA, 2000, Atibaia, SP. **Anais...** São Paulo: SBC. 2000.
- PEREIRA, A. S.; MELLO, J. P.; GEYER, C. F. R.; VICARI, R. M. WebEduc - Um Ambiente para o Ensino a Distância. In: SEMINARIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSAO, 8., 2002, Cruz Alta, RS. **Anais...** Cruz Alta: Centro Gráfico, 2002.
- POSTGRESQL. **Banco de Dados PostgreSQL.** Disponível em: <<http://www.postgresql.org>>. Acesso em: jun. 2004.
- READ, T.; BARCENA, E.; BARROS, B.; VERDEJO, F. I-PETER: Modelling personalized diagnosis and material selection for an on-line English course. In: IBEROAMERICAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IBERAMIA, 8., 2002. Sevilla, Spain. **Proceedings...** Sevilla: Universidad de Sevilla, 2002.
- RICH, E. **Inteligência Artificial.** São Paulo : Makron Books, 1993.
- RODRIGUES, A. P. **E-Avalia – Um Agente para Avaliação de Ensino-Aprendizagem em Educação a Distância.** 2002. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- ROSS, John D.; ROSS, Catherine, M. **Teste ROSS de processos cognitivos.** São Paulo: Instituto Pieron de Psicologia Aplicada, 1997.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** New Jersey: Prentice Hall, 1995.
- SEIXAS, L. J. et al. An Architecture for an Intelligent Learning Environment with a constructivist approach. In: INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, ITS, 6., 2002. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2002.
- SEIXAS, L. J. et al. Agente mediador para seleção de estratégias pedagógicas em um ambiente multiagente de aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 14., 2003, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.
- SHAW, E.; GANESHAN, R.; JOHNSON, W. L.; MILLAR, D. Building a Case for Agent-Assisted Learning as a Catalyst for Curriculum Reform in Medical Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, 1999. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1999.
- SHOAM, Y. Agent-oriented programming. **Artificial Intelligence**, Amsterdam, v.60, n.1, p. 51-92, 1993.
- SHOAM, Y. An Overview of Agent-Oriented Programming. In: BRADSHAW, J. (Ed.). **Software Agents.** Menlo Park: AAAI Press/The IT Press, 1997. p.271-290.
- SICHMAN, J. S.; DEMAZEU, Y.; BOISSIER, O. How can knowledge-based systems be called agents? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, 9., 1992, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1992. p. 173-185.

SICHMAN, J. S.; ALVARES, L. O. Introdução aos Sistemas Multiagentes. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA, JAI, 16., 1997. Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 1997.

SILVEIRA, R. A. **Ambientes inteligentes distribuídos de aprendizagem**. 1997. Exame de Qualificação (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

SILVEIRA, R. A. **Ambientes inteligentes distribuídos de aprendizagem - JADE**. 2000. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

SILVEIRA, R. A.; GOMES, E. R.; VICARI, R. M. Modelagem de ambientes de aprendizagem baseado na utilização de agentes FIPA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 14., 2003, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

SIMON, B. et al. Elena: A Mediation Infrastructure for Educational Services. In: WWW CONFERENCE, 2003, Budapest, Hungary. **Proceedings...** [Budapest: s.n.], 2003.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Cultrix, 1982.

SOUZA, F. S.; BARROS, F. A.; TEDESCO, P. A. SEI - Sistema de Ensino Inteligente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 8., 1997, São José dos Campos, SP. **Anais...** São José dos Campos: ITA, 1997.

SOUTO, M. A. et al. Modelo de ensino adaptativo na Internet baseado em Estilos Cognitivos de Aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 11., 2000, Maceió, AL. **Anais...** Maceió: UFAL, 2000.

SUGARMAN, L. Kolb's Model of Experiential Learning: Touchstone for Trainers, Students, Counselors and clients. **Journal of Counseling and Development**, [S.l.], v.64, n. 4, p. 264-268, 1985.

SUN MICROSYSTEMS, Inc. **The Java Language Environment White Paper**. Disponível em: <<http://java.sun.com/reference/docs/index.html>>. Acesso em: jun. 2004.

TEPPER, B. et al. All Discriminant and Convergent validity of the Problem Solving Style Questionnaire. **Educational and Psychological Measurement**, [S.l.], v. 53, n.2, p. 437-444, 1993.

VICARI, R. M.; GIRAFFA, L.M.M. Sistemas Tutores Inteligentes: Abordagem Tradicional x Abordagem de Agentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, SBIA, 8., 1996, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: [s.n.], 1996.

WILLIAMS, M.; BURDEN, R. L. **Psychology for Language Teachers. A social constructivist approach**. Cambridge: Cambridge Language Teaching Library, Cambridge University Press, 1997.

WITKIN, H. A. Cognitive style in academic performance and in teacher-student relations. In: MESSICK, S. et al. **Individuality in Learning**. CA: Jossey-Bass, 1976. p.38-72.

WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R.; KINNY, D. A methodology for agent-oriented analysis and design. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS, 3., 1999. Disponível em: <<http://www.elect.qmw.ac.uk/dai/pub>>. Acesso em: mar. 1999.

ANEXO A QUESTIONÁRIO DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM

Selecione "a" ou "b" para indicar sua resposta para cada uma das 44 perguntas abaixo. Por favor, escolha somente uma resposta para cada pergunta. Se ambas "a" e "b" se aplicam a você, escolha a opção que se aplica mais freqüentemente:

1-Eu compreendo melhor alguma coisa depois de:

- a)experimentar.
- b)refletir sobre ela.

2-Eu me considero:

- a)conservador.
- b)inovador.

3-Quando eu penso sobre o que fiz ontem, é mais provável que aflorem:

- a)figuras.
- b)palavras.

4-Eu tendo a:

- a)compreender os detalhes de um assunto, mas a estrutura geral pode ficar imprecisa.
- b)compreender a estrutura geral de um assunto, mas os detalhes podem ficar imprecisos.

5-Quando estou aprendendo algum assunto novo, me ajuda:

- a)falar sobre ele.
- b)refletir sobre ele.

6-Se eu fosse um professor, eu preferiria ensinar uma disciplina:

- a)que tratasse com fatos e situações reais.
- b)que tratasse com idéias e teorias.

7-Eu prefiro obter novas informações através de:

- a)figuras, diagramas, gráficos ou mapas.
- b)instruções escritas ou informações verbais.

8-Quando eu compreendo:

- a)todas as partes, consigo entender o todo.

b) o todo, consigo ver como as partes se encaixam.

9-Num grupo de estudo, trabalhando um assunto difícil, eu provavelmente:

a) tomo a iniciativa e contribuo com idéias.

b) assumo uma posição discreta e escuto.

10-Acho mais fácil:

a) aprender fatos.

b) aprender conceitos.

11-Em um livro com muitas figuras e gráficos, eu provavelmente:

a) observo as figuras e gráficos cuidadosamente.

b) foco no texto escrito.

12-Quando resolvo problemas de matemática, eu:

a) usualmente trabalho de maneira a resolver uma etapa de cada vez.

b) freqüentemente antevejo as soluções, mas tenho que me esforçar para conceber as etapas para alcançá-las.

13-Nas disciplinas que cursei, eu:

a) em geral fiz amizade com muitos colegas.

b) raramente fiz amizade com muitos colegas.

14-Em literatura de não-ficção, eu prefiro:

a) algo que me ensine novos fatos ou me indique como fazer alguma coisa.

b) algo que me apresente novas idéias para pensar.

15-Eu gosto de professores:

a) que colocam muitos diagramas no quadro.

b) que gastam muito tempo explicando.

16-Quando estou analisando uma estória ou uma novela, eu:

a) penso nos incidentes e tento colocá-los juntos para identificar os temas.

b) tenho consciência dos temas quando termino a leitura e então, tenho que voltar atrás para encontrar os incidentes que os confirmem.

17-Quando inicio a resolução de um problema de dever de casa, eu mais provavelmente:

a) começo trabalhando na solução imediatamente.

b) tento primeiro compreender o problema completamente.

18-Prefiro a:

a) certeza.

b) teoria.

19-Relembro melhor:

a) o que vejo.

b) o que ouço.

20-É mais importante para mim que o professor:

- a)apresente a matéria em etapas sequenciais claras.
- b)apresente um quadro geral e relacione a matéria com outros assuntos.

21-Eu prefiro estudar:

- a)em grupo.
- b)sozinho.

22-Eu costumo ser considerado:

- a)cuidadoso com os detalhes do meu trabalho.
- b)criativo na maneira de realizar meu trabalho.

23-Quando busco orientação para chegar a um lugar desconhecido, eu prefiro:

- a)um mapa.
- b)instruções por escrito.

24-Eu aprendo:

- a)num ritmo bastante regular. Se eu estudar pesado, eu “chego lá”.
- b)em saltos.Fico totalmente confuso por algum tempo, e então, repentinamente eu tenho um “estalo”.

25-Eu prefiro primeiro:

- a)experimentar as coisas.
- b)pensar sobre como é que eu vou fazer.

26-Quando estou lendo como lazer, eu prefiro escritores que:

- a)explicitem claramente o que querem dizer.
- b)digam as coisas de maneira interessante, criativa.

27-Quando vejo um diagrama ou esquema em uma aula, relembro mais facilmente:

- a)a figura.
- b)o que o professor disse a respeito dela.

28-Quando considero um conjunto de informações, provavelmente eu:

- a)presto mais atenção nos detalhes e não percebo o quadro geral.
- b)procuro compreender o quadro geral antes de atentar para os detalhes.

29-Relembro mais facilmente:

- a)algo que fiz.
- b)algo sobre o que pensei bastante.

30-Quando tenho uma tarefa para realizar, eu prefiro:

- a)dominar uma maneira para a execução da tarefa.
- b)encontrar novas maneiras para a execução da tarefa.

31-Quando alguém me mostra dados, eu prefiro:

- a)tabelas ou gráficos.
- b)texto resumindo os resultados.

32-Quando escrevo um texto, eu prefiro trabalhar (pensar a respeito ou escrever):

- a) a parte inicial do texto e avançar ordenadamente.
- b) diferentes partes do texto e ordená-las depois.

33-Quando tenho que trabalhar num projeto em grupo, eu prefiro que se faça primeiro:

- a) um debate em grupo, onde todos contribuam com idéias.
- b) a produção de propostas individuais, seguido de reunião do grupo para comparar idéias.

34-Considero um elogio chamar alguém de:

- a) sensível.
- b) imaginativo.

35-Das pessoas que conheço numa festa, provavelmente eu me recordo melhor:

- a) da sua aparência.
- b) do que eles disseram sobre si mesmas.

36-Quando estou aprendendo um assunto novo, eu prefiro:

- a) concentrar-me no assunto novo, aprendendo o máximo possível.
- b) tentar estabelecer conexões entre o assunto e outros com ele relacionados.

37-Mais provavelmente, eu sou considerado:

- a) expansivo.
- b) reservado.

38-Prefiro disciplinas que enfatizam:

- a) material concreto (fatos, dados).
- b) material abstrato (conceitos, teorias).

39-Para entretenimento, eu prefiro:

- a) assistir televisão.
- b) ler um livro.

40-Alguns professores iniciam suas conferências com um resumo do que irão cobrir. Tais resumos são:

- a) de alguma utilidade para mim.
- b) muito úteis para mim.

41-A idéia de fazer o trabalho de casa em grupo, com a mesma nota para todos do grupo:

- a) me agrada.
- b) não me agrada.

42-Quando estou fazendo cálculos longos:

- a) tendo a repetir todos os passos e conferir meu trabalho cuidadosamente.
- b) acho cansativo conferir o meu trabalho e tenho que me esforçar para fazê-lo.

43-Tendo a descrever os lugares onde estive:

a)com facilidade e com bom detalhamento.

b)com dificuldade e sem muito detalhe.

44-Quando estou resolvendo problemas em grupo, mais provavelmente eu:

a)penso nas etapas do processo de solução.

b)penso nas possíveis conseqüências, ou sobre a aplicação da solução para uma série de áreas.

Folha de Respostas

1. Coloque “1” nos espaços apropriados na tabela abaixo (por exemplo, se você respondeu “a” na Questão 3, coloque o “1” na Coluna “a” da Questão 3).

2. Some as colunas e escreva os totais nos espaços indicados.

3. Para cada uma das quatro escalas, subtraia o total menor do maior. Escreva a diferença (1 a 11) e a letra (a ou b) com o total maior.

Por exemplo, se na coluna “ATI/REF” você teve 4 respostas “a” e 7 respostas “b”, nas lacunas reservadas aos totais, você escreverá o 4 na lacuna reservada à soma dos “a’s” e o 7 na lacuna dos “b’s”; e o “3b” na lacuna em branco, logo abaixo – (o 3, resultado da subtração 7-4., e a letra “b” que corresponde à coluna que obteve mais respostas).

ATI/REF			SEN/INT			VIS/VER			SEQ/GLO		
Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b
1			2			3			4		
5			6			7			8		
9			10			11			12		
13			14			15			16		
17			18			19			20		
21			22			23			24		
25			26			27			28		
29			30			31			32		
33			34			35			36		
37			38			39			40		
41			42			43			44		
Total (som. X's de cada coluna)											
ATI/REF			SEN/INT			VIS/VER			SEQ/GLO		
	Σa	Σb		Σa	Σb		Σa	Σb		Σa	Σb
(maior - menor) + letra do maior (veja exemplo abaixo*)											

* *Exemplo:* Se você totalizou 3 para a letra a e 8 para a letra b, entre com 5b

Escalas dos Estilos de Aprendizagem

Coloque um X sobre seus escores em cada uma das escalas:

ATIVO						REFLEXIVO					
11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b
SENSORIAL						INTUITIVO					
11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b
VISUAL						VERBAL					
11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b
SEQUENCIAL						GLOBAL					
11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b

- Se seu escore na escala está entre 1 e 3, você está claramente bem equilibrado (a) quanto às duas dimensões da escala.
- Se seu escore na escala é 5 ou 7, você tem uma preferência moderada por uma das dimensões da escala, e aprenderá mais facilmente se o ambiente de ensino favorecer esta dimensão.
- Se seu escore na escala é 9 ou 11, você tem uma forte preferência por uma das dimensões da escala. Você pode ter dificuldade de aprendizagem em um ambiente que não favoreça essa preferência.

ANEXO B QUESTIONÁRIO DE HABILIDADES TECNOLÓGICAS

O questionário de habilidades utilizado neste trabalho baseou-se num modelo proposto em (MELLO, 2003), porém foram feitas alterações em relação ao original devido a questões que não são aplicadas neste trabalho, como por exemplo, a versão original identifica também características demográficas do aprendiz (sexo, escolaridade, idade, etc), as quais não são consideradas nesta tese.

As respostas do questionário de habilidades tecnológicas são convertidas em variáveis. O valor de cada alternativa varia de acordo com o número de opções da questão. Por exemplo, a habilidade na utilização do teclado pode ter a seguinte escala: lenta, média e rápida.

O seguinte quadro apresenta o questionário utilizado neste trabalho:

Questão
1.Normalmente, por quanto tempo você utiliza computadores?
2.Como é sua habilidade na utilização do teclado?
3.No geral, como você se classifica em relação ao uso dos computadores?
4.Você utiliza e-mail?
5.Como é seu nível de utilização do Windows?
6.Como é seu nível de utilização de Editores de Texto?
7.Como é seu nível de utilização de Planilhas Eletrônicas?
8.Como é seu nível de utilização de Editores de Apresentação, como o Power Point?
9.Como é seu nível de utilização de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados?
10.Como é seu nível de utilização de Editores Gráficos, como o Corel-Draw?

Para cada questão serão consideradas as seguintes opções de resposta:

1. Não Utiliza, Raramente, 3 ou mais vezes por semana.
2. Lenta, Média, Rápida
3. Leigo, Normal, Avançado
4. Não, Raramente, Sim
5. Fraco, Médio, Avançado
6. Fraco, Médio, Avançado
7. Fraco, Médio, Avançado
8. Fraco, Médio, Avançado
9. Fraco, Médio, Avançado
10. Fraco, Médio, Avançado

Os resultados das questões agrupadas são somados e normalizados na faixa de zero a dez, onde zero representa o valor mínimo e dez o valor máximo possível do somatório em cada agrupamento.

O valor de cada alternativa varia de um a cinco, de acordo com o número de opções da questão. A gradação de valores cresce da alternativa menos para a mais representativa da questão.

ANEXO C MAPEAMENTO DE ESTILOS E ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS

A fim de verificar quais estratégias de ensino devem ser aplicadas após ter sido definido o estilo de aprendizagem ao qual pertence o aprendiz, um estudo foi desenvolvido e validado pelo Prof. Renato Belhot, do Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos, USP (BELHOT, 2004)

A seguir são apresentadas as estratégias propostas neste estudo, conforme os quatro pares de dimensões.

- Dimensão Ativo / Reflexivo:

Os autores apontam que o equilíbrio entre as categorias Ativo e Reflexivo é ideal, pois uma decisão pode causar sérias conseqüências se tomada às pressas, sem refletir ou amadurecer a questão. E, por outro lado, a fase de reflexão pode ser tão demorada e detalhada que a decisão pode perder seu valor ou oportunidade.

- O que pode ser feito, quando o seu perfil é ATIVO:

Ao participar de uma atividade (aula, reunião de negócios, comitê) em que não é enfatizada a discussão de um problema prático ou sua solução, compense essa divergência com seu estilo de aprendizagem preparando-se antes, tentando prever as decisões e suas conseqüências. Trabalhe ou estude com um grupo, no qual os integrantes expliquem diferentes tópicos uns aos outros. Procure antever o que lhe pode ser perguntado, levante diferentes cenários e estabeleça planos de ação. Você vai reter melhor a informação se identificar maneiras de utilizá-la de forma prática.

- O que pode ser feito, quando o seu perfil é REFLEXIVO:

Ao participar de uma atividade em que se concede pouco ou nenhum tempo para refletir (pensar) sobre um problema ou uma nova informação, compense essa divergência com seu estilo de aprendizagem ao estudar o assunto. Não se limite a ler e memorizar o material, faça paradas periódicas para revisar o que leu e para pensar em possíveis questões ou aplicações. Pode ser bastante efetivo escrever pequenos resumos do material ou fazer anotações, com suas próprias palavras. Isso lhe permitirá reter o material de modo mais efetivo.

- Dimensão Sensorial / Intuitivo:

Para ser um aprendiz eficiente e bom solucionador de problemas, você precisa estar apto a utilizar essas duas dimensões. Ao enfatizar demasiadamente seu lado intuitivo, você pode deixar escapar detalhes importantes ou cometer erros, nos cálculos ou nos trabalhos práticos, por falta de atenção. Se for enfatizada sua preferência sensorial, você irá confiar demasiadamente na memória e nos métodos tradicionais, em detrimento de um raciocínio inovador.

- O que pode ser feito, quando o seu perfil é SENSORIAL:

Sensoriais compreendem e retêm melhor a informação se percebem como ela se relaciona com o mundo real. Se você participa de uma aula onde o assunto é tratado de uma forma teórica e abstrata, você pode se sentir desconfortável. Peça ao professor exemplos específicos, e descubra como os conceitos são aplicados na prática. Caso não se sinta satisfeito, procure mais exemplos em outras referências ou discuta o assunto com outras pessoas.

- O que pode ser feito, quando o seu perfil é INTUITIVO:

As aulas expositivas são normalmente mais aproveitadas pelos intuitivos. No entanto, se você é intuitivo e está assistindo a uma aula que exige memorização e aplicação rotineira de fórmulas, você pode se aborrecer. Peça ao professor para mostrar como os fatos estão ligados uns aos outros ou procure você mesmo as conexões. Você pode cometer erros nas provas por ser impaciente com detalhes e não gostar de repetição como, por exemplo, conferir um problema resolvido. Leia a questão inteira antes de iniciar a responder e procure conferir os resultados.

- Dimensão Visual / Verbal:

Aprendizes visuais lembram melhor o que viram, os verbais tiram mais proveito das palavras. Todos aprendem melhor quando a informação é apresentada visual e verbalmente. Nos cursos superiores, de um modo geral, as aulas ainda são dadas com pouca utilização de informação visual (figuras, diagramas, fluxogramas, esquemas, filmes), normalmente os alunos ficam passivos ouvindo preleções, tomando notas do material escrito ou projetado pelo professor. Os levantamentos preliminares indicam que a maioria das pessoas é visual, o que quer dizer que a grande maioria dos estudantes poderia ser beneficiada se as apresentações fossem mais visuais. Os melhores aprendizes são os que processam a informação de forma visual e verbal.

- O que pode ser feito, quando o seu perfil é VISUAL:

Se você é visual, procure por diagramas, esquemas, figuras ou faça você mesmo uma representação esquemática do material que está apresentado de forma predominantemente descritiva, verbal. Pergunte ao professor se existem filmes sobre o material, pesquise na *Internet* por apresentações multimídia. Utilize marcadores de texto, de várias cores. Use uma mesma cor quando quiser relacionar itens relacionados. Sistematize as informações, identifique os conceitos principais e suas conexões, prepare um esquema destacando graficamente esses elementos e suas ligações (blocos e linhas).

- O que pode ser feito, quando o seu perfil é VERBAL:

Prepare resumos do material que está sendo estudado, usando suas próprias palavras. Isso favorece também seu entendimento sobre o assunto. Sempre que possível trabalhe em equipe, sua compreensão será melhor se você ouvir as explicações de seus colegas e procurar expor o material para eles.

- Dimensão Seqüencial / Global:

Aprendizes seqüenciais tendem a processar as informações de forma linear, em etapas logicamente encadeadas. Tiram mais proveito do material quando as partes estão logicamente conectadas, isso facilita o conhecimento de aspectos específicos e a solução de problemas. O domínio do conhecimento se dá por etapas, que vão sendo sucessivamente superadas. Os aprendizes globais processam as informações relacionando-as ao contexto mais amplo. Podem ser imprecisos sobre os detalhes da matéria, enquanto não conseguirem enxergar o quadro todo, os elementos e suas relações.

- O que pode ser feito, quando o seu perfil é SEQÜENCIAL:

Nos cursos superiores, a maioria das disciplinas são ministradas de forma seqüencial. Caso as etapas não sejam apresentadas, peça detalhes ao professor. Quando estiver estudando coloque o material em uma ordem lógica que faça sentido para você, prepare resumos. Procure também fortalecer seu raciocínio global, relacionando cada nova informação com conhecimentos que você já tem.

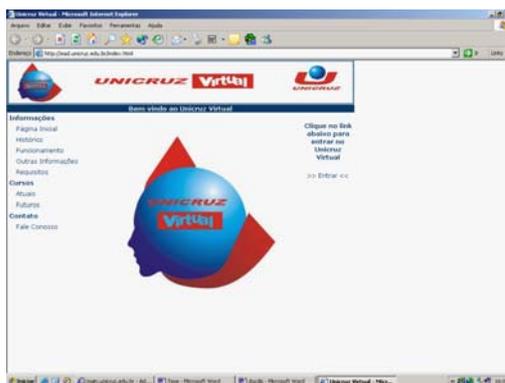
- O que pode ser feito, quando o seu perfil é GLOBAL:

Se você é um aprendiz global, o reconhecimento de que você percebe e processa as informações de forma diferente dos seus colegas já começa a ajudar. Ao ler um material pela primeira vez, procure entender quais os objetivos pretendidos. Se tiver uma introdução ou resumo, leia antes. Sempre procure ter uma idéia completa do assunto, evite curtos períodos de leitura e ter que voltar várias vezes. Relacione o assunto com o que já conhece, com outros domínios, veja as conexões. No devido tempo você compreenderá o assunto novo, como por um “estalo”.

ANEXO D RECURSOS DO AMBIENTE UNICRUZ VIRTUAL

No ambiente UNICRUZ Virtual foram desenvolvidos recursos que apóiam o ensino e auxiliam o professor na tarefa de analisar a aprendizagem do aluno, conforme descritos a seguir.

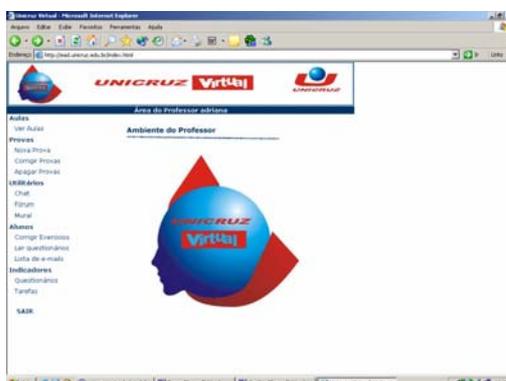
A figura a seguir apresenta a tela inicial do ambiente, acessado através do *site* <http://ead.unicruz.edu.br>.



Na primeira interação do aluno no ambiente, ele responderá a três questionários conforme apresenta a figura a seguir.



Após responder os questionários, o aluno terá acesso as suas aulas e aos demais recursos do ambiente, conforme apresentado na figura a seguir.

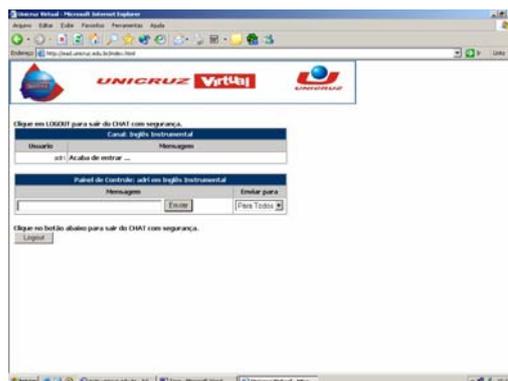


O ambiente possui algumas ferramentas para comunicação entre alunos, professores e administradores do sistema, conforme descrito a seguir:

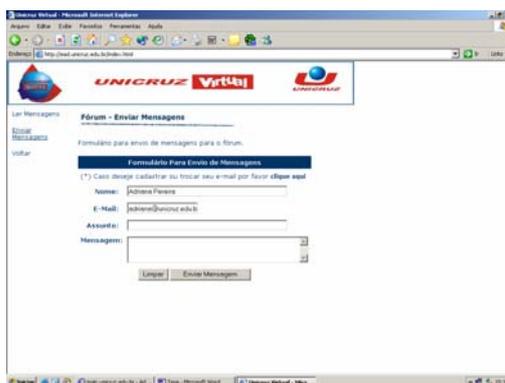
Chat: O *Chat* tem como principal objetivo a interação entre os alunos e professores cadastrados em um curso no ambiente. O *Chat* foi desenvolvido na linguagem Java utilizando técnicas de comunicação remota e, dispensando uma prévia instalação deste sistema no computador do aluno ou professor que irá acessá-lo no decorrer do curso. Como características principais do *Chat*, tem-se:

- Permite múltiplas salas de bate-papo, bastando apenas ser configurado para tal uso.
- Número indeterminado de usuários por sala.
- Sistema totalmente seguro e privado, sendo que as mensagens só podem ser vistas na sala em que ela está ocorrendo.

A figura a seguir apresenta a interface do *Chat*.



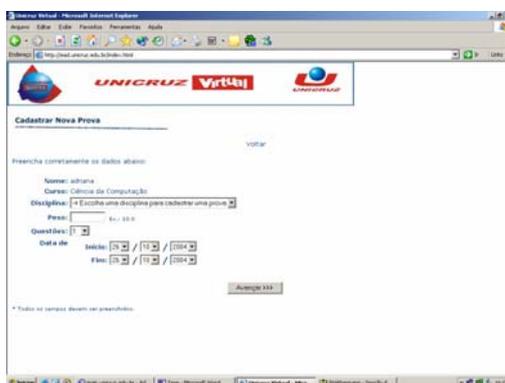
Fórum: O fórum foi desenvolvido para exposição de dúvidas e questões pendentes sobre qualquer assunto relacionado ao curso em que um aluno ou professor estiver interagindo. Sua utilização é simples e constitui um padrão como os outros Fóruns existentes na *Internet*. Sua interface é simples e objetiva, fazendo com que sua utilização torne-se simples e rápida, não sobrecarregando a conexão do usuário que a está utilizando. A figura a seguir apresenta uma das telas do Fórum.



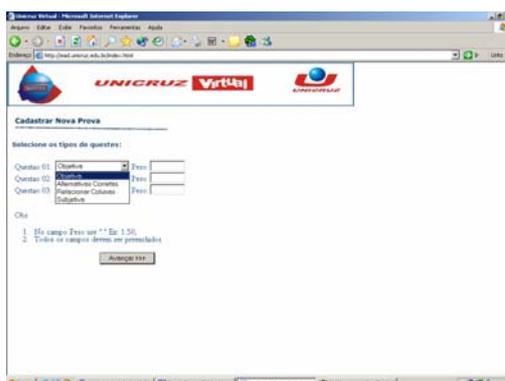
Existem diversos cadastros no UNICRUZ Virtual a fim de organizar o ambiente para que professores e alunos possam utilizá-lo de uma forma segura e correta. Entre os cadastros desenvolvidos pode-se destacar o cadastro de alunos, disciplinas, cursos, aulas, exercícios, endereços. Este módulo só poderá ser acessado pelo administrador do curso.

Cadastro de Provas: Uma das contribuições do UNICRUZ Virtual está no módulo de provas, pois poucos ambientes de ensino oferecem a oportunidade do professor criar a sua prova no próprio ambiente. Neste módulo o professor poderá cadastrar provas para serem resolvidas on-line. O cadastro de uma prova ocorre conforme descrito a seguir.

- Cadastro dos dados principais da prova:



- Cadastro das questões: O professor poderá escolher entre quatro opções de prova: Perguntas e opções de respostas; Perguntas, alternativas e opções de respostas; Numeração de colunas e Questão subjetiva:



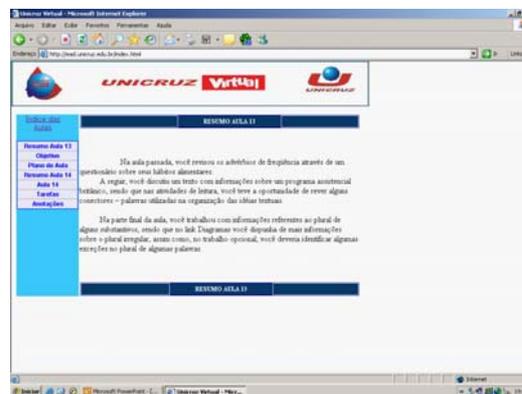
Após a escolha da opção de prova, o ambiente apresenta a interface para a criação específica de cada modalidade.

Correção das Provas: Após o aluno ter respondido as provas, o professor corrigirá as provas com questões subjetivas. O sistema corrigirá automaticamente os demais tipos de provas, conforme as respostas já inseridas pelo próprio professor no momento do cadastro das provas.

Verificação das Notas: Neste módulo o aluno poderá verificar suas notas, e a correção das provas.

ANEXO E EXEMPLOS DE ADAPTAÇÕES

A figura a seguir apresenta a adaptação para um aprendiz que tenha o estilo Reflexivo-Intuitivo-Verbal-Sequencial e Global:

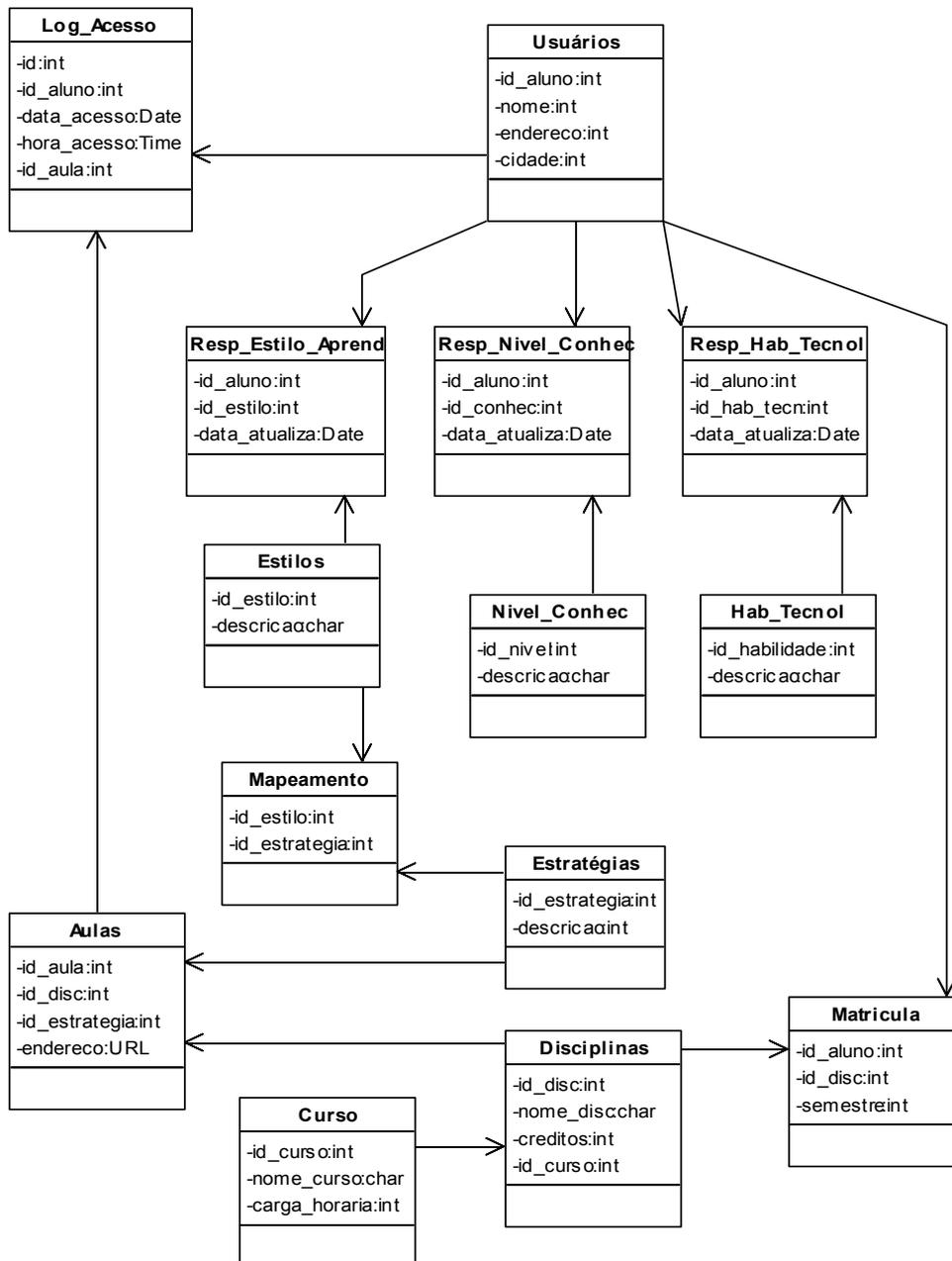


A figura a seguir apresenta a adaptação para um aprendiz que tenha o estilo Ativo-Reflexivo-Sensorial-Intuitivo-Visual-Verbal-Sequencial-Global:



ANEXO F DIAGRAMA DE CLASSES

O diagrama abaixo apresenta o modelo de classes e os relacionamentos entre elas, as quais são utilizadas pelos agentes do modelo de adaptação.



APÊNDICE A QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DA RELEVÂNCIA DAS VARIÁVEIS

Índice de importância em relação à relevância das variáveis do modelo

Para cada variável, marque um 'X' indicando o quanto importante ela é:

<i>Variáveis</i>	<i>Muito Insignificante</i>	<i>Insignificante</i>	<i>Conveniente</i>	<i>Importante</i>	<i>Muito Importante</i>
1 - Importância de identificar estilos de aprendizagem num ambiente virtual.					
2 - Adequação do ambiente as preferências de navegação do aprendiz.					
3 - Adequação do conteúdo segundo o nível de conhecimento do aprendiz.					
4 - Apresentação do conteúdo de acordo com as experiências do aprendiz.					
5 - Ambiente adaptativo independente do conteúdo didático, seguindo as metas do aprendiz.					
6 - Apresentação do conteúdo segundo o mapeamento dos estilos e estratégias.					

APÊNDICE B QUESTIONÁRIO DE APLICABILIDADE DOS ESTILOS

Índice de Aplicabilidade dos Estilos de Aprendizagem

Para cada característica, marque um 'X' indicando o quanto satisfatória ela é:

<i>Características</i>	<i>Muito Insatisfatória</i>	<i>Insatisfatória</i>	<i>Regular</i>	<i>Satisfatória</i>	<i>Muito Satisfatória</i>
1 – Navegação adaptada conforme nível de conhecimento do aprendiz.					
2 – Navegação adaptada as preferências de aprendizagem do aluno.					
3 – Navegação adaptada de acordo com as experiências do aprendiz.					
4 – Navegação de acordo com as metas do aprendiz.					
5 - Apresentação do conteúdo segundo o mapeamento dos estilos e estratégias.					

APÊNDICE C QUESTIONÁRIO DE PREFERÊNCIAS DE NAVEGAÇÃO

Índice de Preferências de Navegação

Para cada tipo de navegação, marque um 'X' indicando a sua preferência em relação a todas as aulas que você estudou no ambiente, e o por quê da sua resposta:

<i>Navegação</i>	<i>Prefere</i>	<i>Frequentemente</i>	<i>Raramente</i>	<i>Não Prefere</i>
1 – Preferência pela navegação livre no ambiente, sem verificação dos estilos de aprendizagem. Por quê?				
2 – Preferência pela navegação adaptada. Por quê?				