

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**SAGRES - Um Sistema com  
Apresentação Adaptável de  
Informações e Suporte à Interação  
em Grupo**

por

ANA CAROLINA BERTOLETTI

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



Prof. Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa  
Orientador

Porto Alegre, abril de 1997.

UFRGS  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
BIBLIOTECA

**CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO**

Bertoletti, Ana Carolina

SAGRES - Um Sistema com Apresentação Adaptável de Informações e Suporte à Interação em Grupo / por Ana Carolina Bertoletti. — Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1997.

124 f.: il.

Dissertação (mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Porto Alegre, BR-RS, 1997. Orientador: Costa, Antônio Carlos da Rocha.

1. Sistemas adaptáveis. 2. CSCW. 3. Groupware. 4. Agentes de software I. Costa, Antônio Carlos da Rocha. II. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
Sistema de Biblioteca da UFRGS

INF

05220381

37:681.32(043) B546s

[000194279] Bertoletti, Ana Carolina. Sagres :  
um sistema com apresentacao adaptavel de  
informacoes e suporte a interacao em grupo.  
1997. 124 f. : il.

1997/194279-3

1997/06/27

MOD. 2.3.2

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Reitora: Profa. Wrana Panizzi

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Roberto Tom Price

Coordenador do CPGCC: Prof. Flávio Rech Wagner

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Zita Prates de Oliveira

*Aos meus pais,  
Jeter e Ana.*

## Agradecimentos

Nestes dois anos transcorridos desde meu ingresso no Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação até o presente, muitas pessoas me auxiliaram. Particularmente, gostaria de destacar e agradecer às seguintes:

- Ao Professor Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa pela orientação, apoio e auxílio despendidos, efetivados com o intuito de oferecer condições para que eu pudesse realizar este trabalho.
- À professora Dra. Carla Dal Sasso Freitas por me ajudar a encontrar um rumo seguro para esta dissertação.
- Aos meus pais, Jeter Jorge Bertolotti e Ana Clair R. Bertolotti, por terem me acompanhado durante todos os momentos de minha trajetória.
- Ao Rui Gureghian Scarinci pela compreensão e carinho que me dedicou nos momentos difíceis, mas, principalmente, por nunca deixar de estar ao meu lado e apoiar nas grandes decisões.
- À Direção do Museu de Ciências e Tecnologia pelo incentivo e apoio ao desenvolvimento deste trabalho.
- À Fernanda Krueel Denardin e Rejane Frozza pelo carinho e auxílio dedicados não somente no mestrado, mas durante toda a nossa amizade.
- À Bolsista de doutorado Patricia Behar, que me auxiliou na busca da bibliografia que serviu de embasamento conceitual.
- Ao Setreim do Instituto Educacional João XXIII, pela possibilidade de avaliar o conhecimento adquirido na realização deste trabalho, em especial, à professora Jane Maria Klüsener.
- Ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo auxílio concedido através da bolsa de estudos.
- A todas aquelas pessoas que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.



## Sumário

<b>Lista de Abreviaturas .....</b>	<b>9</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>10</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>12</b>
<b>1 Introdução .....</b>	<b>13</b>
1.1 Trabalho desenvolvido .....	14
1.2 Estrutura do Trabalho .....	15
<b>2 Contextualização .....</b>	<b>17</b>
2.1 Problemática e Motivação.....	17
2.1.1 Quantidade e Variedade de Informações na Internet.....	17
2.1.2 Formas alternativas para o Suporte ao Aprendizado Cooperativo .....	17
2.1.3 O problema do MCT.....	18
2.1.4 Sistemas Similares .....	18
2.2 Objetivos.....	18
2.3 Trabalhos Relacionados .....	20
2.3.1 Cicero: um assistente para planejamento de visitas ao Museu.....	20
2.3.2 KN-AHS.....	21
2.4 Museus dos EUA .....	21
2.5 Áreas Relacionadas .....	22
<b>3 World-Wide Web .....</b>	<b>24</b>
3.1 Características Gerais.....	24
3.2 Arquitetura da Web .....	25
3.3 Protocolo de Comunicação.....	25
3.4 Common Gateway Interface .....	27
<b>4 Sistemas Adaptáveis.....</b>	<b>30</b>
4.1 Aspectos de Adaptação.....	30
4.2 Requisitos Desejáveis em um Sistema Adaptável .....	31
4.3 Tipos de Sistemas Adaptáveis.....	31
4.3.1 Sistemas Hipermídia .....	31
4.3.2 Interfaces Adaptáveis .....	32

4.3.3 Sistemas de Visualização de Dados .....	33
<b>4.4 Modelo do Usuário .....</b>	<b>33</b>
4.4.1 Classificação dos Modelos .....	34
4.4.2 Construção do Modelo do Usuário .....	35
4.4.3 Importância do Modelo do Usuário.....	36
<b>4.5 Comunicação entre sistemas de modelagem e aplicações adaptáveis .....</b>	<b>37</b>

## **5 CSCW - Suporte por Computador ao Trabalho Cooperativo .....**

<b>5.1 Conceitos.....</b>	<b>38</b>
<b>5.2 Cooperação .....</b>	<b>39</b>
5.2.1 Comunicação .....	39
5.2.2 Negociação .....	39
5.2.3 Coordenação.....	40
5.2.4 Compartilhamento .....	41
<b>5.3 Requisitos dos Sistemas de Groupware.....</b>	<b>41</b>
<b>5.4 Classificação de Groupware .....</b>	<b>42</b>
5.4.1 Classificação segundo Aspectos Espaciais e Temporais.....	42
5.4.2 Classificação segundo a Previsibilidade.....	43
5.4.3 Classificação segundo o Tamanho do Grupo .....	44
5.4.4 Classificação segundo a Funcionalidade.....	44
<b>5.5 Tecnologias Envolvidas em CSCW.....</b>	<b>46</b>
5.5.1 Banco de Dados .....	47
5.5.2 Redes de Comunicação.....	48
5.5.3 Interfaces .....	48
5.5.4 Hipermídia.....	48
5.5.5 Agentes de Software .....	49
<b>5.6 Cooperação na Educação .....</b>	<b>49</b>
<b>5.7 Cooperação na Internet.....</b>	<b>51</b>

## **6 Agentes de Software.....**

<b>6.1 Conceito .....</b>	<b>53</b>
<b>6.2 Características dos Agentes .....</b>	<b>53</b>
<b>6.3 Aplicações dos Agentes.....</b>	<b>54</b>
6.3.1 Assistentes Pessoais .....	54
6.3.2 Agentes Mensageiros.....	55
6.3.3 Surrogate bots .....	55
6.3.4 Softbots .....	55
6.3.5 Acesso adaptável a informações.....	55
<b>6.4 Agentes na Web.....</b>	<b>56</b>

## **7 Funcionalidades Previstas no Sistema SAGRES .....**

<b>7.1 Apresentação Adaptável .....</b>	<b>58</b>
---	-----------

<b>7.2 Modelagem Individual e Genérica de Usuários .....</b>	<b>60</b>
<b>7.2.1 Estereótipos de Usuários .....</b>	<b>60</b>
7.2.1.1 Administrador do Sistema .....	61
7.2.1.2 Gerente .....	61
7.2.1.3 Visitante .....	62
<b>7.2.2 Classificação dos Modelos de Visitantes .....</b>	<b>62</b>
<b>7.2.3 Conteúdo do Modelo do Visitante .....</b>	<b>63</b>
7.2.3.1 Modelo do Visitante Individual .....	64
7.2.3.2 Modelo da Turma .....	65
<b>7.2.4 Classificação do Visitante.....</b>	<b>67</b>
<b>7.2.5 Construção do Modelo do Visitante .....</b>	<b>68</b>
<b>7.3 Estrutura das Bases de Informações .....</b>	<b>70</b>
7.3.1 Representação Hierárquica das Bases de Informações .....	70
7.3.2 Estrutura de Representação das Informações da Camada Conteúdo .....	72
7.3.3 Exemplo da Estrutura de uma Informação da Camada Conteúdo .....	73
<b>7.4 Atividade cooperativa .....</b>	<b>73</b>
7.4.1 Requisitos.....	74
7.4.2 Processo de Cooperação .....	74
7.4.3 Tecnologias Utilizadas .....	76
<b>7.5 Agentes de Software .....</b>	<b>76</b>

## **8 Arquitetura e Funcionamento do Sistema SAGRES 78**

<b>8.1 Arquitetura .....</b>	<b>78</b>
8.1.1 Usuário.....	79
8.1.2 Modelagem do Visitante.....	79
8.1.3 Bases de Informações .....	80
8.1.4 Bases de Modelos.....	80
8.1.5 Processo de Adaptação .....	80
8.1.6 Página de Apresentação de Informações .....	81
8.1.7 Mural de Comunicação .....	81
8.1.8 Edição de Documentos .....	81
8.1.9 Atividades .....	82
<b>8.2 Funcionamento do sistema em relação às turmas de alunos.....</b>	<b>82</b>
8.2.1 Acesso ao sistema pelo gerente de turma e pelos alunos .....	82
8.2.2 Construção do modelo de turma.....	84
8.2.3 Consulta pelo aluno .....	90
<b>8.3 Implementação do Protótipo.....</b>	<b>93</b>
8.3.1 Arquitetura do Protótipo com base no WWW.....	94
8.3.2 Módulos do Protótipo.....	96
8.3.2.1 Módulo de Modelagem.....	97
8.3.2.2 Módulo de Adaptação .....	98
8.3.2.3 Módulo de Cooperação .....	99
8.3.2.4 Módulo de Atividades.....	99
8.3.2.5 Módulo de Cadastros.....	100
8.3.3 Páginas HTML.....	100
8.3.4 Bases de Modelos e Informações.....	100
8.3.5 Ferramenta de Programação .....	101

<b>8.3.6 Especificação das Funcionalidades dos Agentes de Software nos Módulos do Protótipo.....</b>	<b>102</b>
8.3.6.1 Agentes no Módulo de Modelagem.....	102
8.3.6.2 Agentes no Módulo de Adaptação .....	102
8.3.6.3 Agentes no Módulo de Atividades .....	103
8.3.6.4 Agentes no Módulo de Cooperação .....	104
<b>9 Estudo de Caso .....</b>	<b>105</b>
<b>9.1 Casos de Avaliação.....</b>	<b>105</b>
<b>9.1.1 Pesquisadores do MCT .....</b>	<b>105</b>
9.1.1.1 Ambiente de Avaliação .....	105
9.1.1.2 Resultados Obtidos.....	106
<b>9.1.2 Professores do Instituto Educacional João XXIII.....</b>	<b>106</b>
9.1.2.1 Ambiente de Avaliação .....	107
9.1.2.2 Resultados Obtidos.....	108
<b>9.1.3 Aluno de Pós-Graduação em Computação.....</b>	<b>110</b>
9.1.3.1 Ambiente de Avaliação .....	110
9.1.3.2 Resultados Obtidos.....	110
<b>9.2 Considerações do Processo de Avaliação .....</b>	<b>111</b>
<b>10 Conclusão.....</b>	<b>113</b>
<b>10.1 Considerações finais .....</b>	<b>113</b>
<b>10.2 Trabalhos Futuros .....</b>	<b>114</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>117</b>

## Lista de Abreviaturas

ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
BBS	<i>Bulletin Board Systems</i>
BSCW	<i>Basic Support for Cooperative Work</i>
CGI	<i>Common Gateway Interface</i>
CSCW	<i>Computer-Supported Cooperative Work</i>
E-Mail	<i>Electronic Mail</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IA	<i>Inteligência Artificial</i>
KNOME	<i>knowledge Model of Expertise</i>
MCT	<i>Museu de Ciências e Tecnologia</i>
MUDS	<i>Multi-User Dungeons</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PERL	<i>Practical Extractical and Report Language</i>
RICAL	<i>Read Time Calendar</i>
WAIS	<i>Wide Area Information Server</i>
WWW	<i>World-Wide Web</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>

## Lista de Figuras

FIGURA 1.1 - Fases do sistema.....	14
FIGURA 2.1 - Objetivo Central deste Trabalho .....	19
FIGURA 2.2 - Áreas Relacionadas .....	23
FIGURA 3.1 - Arquitetura da Web.....	28
FIGURA 4.1 - Usos do Modelo do Usuário.....	36
FIGURA 4.2 - Lista de Primitivas proposta por Kobsa [KOB 96a] .....	37
FIGURA 5.1 - Classificação segundo aspectos espaciais e temporais .....	43
FIGURA 5.2 - Classificação segundo a previsibilidade.....	44
FIGURA 6.1 - Processo de Consulta a) sem agentes b) com agentes.....	57
FIGURA 7.1 - Estrutura de Generalização.....	60
FIGURA 7.2 - Estereótipos de Usuários do Sistema .....	61
FIGURA 7.3 - Estereótipos de Interação X Tipo de Modelo .....	64
FIGURA 7.4 - Modelo do Visitante Individual .....	64
FIGURA 7.5 - Modelo da Turma .....	65
FIGURA 7.6 - Estereótipo de Grupo .....	66
FIGURA 7.7 - Estereótipo de Atividade.....	67
FIGURA 7.8 - Estrutura Hierárquica das Camadas .....	71
FIGURA 7.9 - Estrutura Hierárquica das Camadas em Forma de Grafo .....	71
FIGURA 7.10 - Estrutura de Representação das Informações.....	72
FIGURA 7.11 - Exemplo da Estrutura de uma Informação .....	73
FIGURA 8.1 - Esquema Global do Sistema SAGRES .....	78
FIGURA 8.2 - Página principal do Sistema .....	83
FIGURA 8.3 - Página referente aos gerentes .....	83
FIGURA 8.4 - Página referente aos Visitante.....	84
FIGURA 8.5 - Página de verificação de acesso pelo gerente de turma.....	85
FIGURA 8.6 - Página principal do processo de modelagem genérico .....	85
FIGURA 8.7 - Exemplo de página de seleção de sub-áreas de Biologia.....	86
FIGURA 8.8 - Página para obtenção do nível de experiência .....	87
FIGURA 8.9 - Formulário para a construção de estereótipo de grupo.....	88
FIGURA 8.10 - Formulário para a construção de estereótipos de atividades .....	88
FIGURA 8.11 - Formulário para a construção do modelo da turma .....	89
FIGURA 8.12 - Formulário para a inclusão de aluno em uma turma .....	90
FIGURA 8.13 - Exemplo de uma página de resultado.....	91
FIGURA 8.14 - Página referente as atividades.....	91
FIGURA 8.15 - Página referente ao mural de comunicação .....	92
FIGURA 8.16 - Página referente a Edição de Documentos .....	93
FIGURA 8.17 - Visão do sistema no ambiente do WWW .....	95
FIGURA 8.18 - Seqüência dos eventos que ocorrem quando um usuário solicita uma consulta .....	96
FIGURA 8.19 - Hierarquia Organizacional do Sistema SAGRES.....	97
FIGURA 8.20 - Diagrama entidade-relacionamento das bases de modelos e informações.....	101
FIGURA 8.21 - Estrutura do Módulo de Modelagem com Agentes .....	102
FIGURA 8.22 - Estrutura do Módulo de Adaptação com Agentes.....	103
FIGURA 8.23 - Estrutura do Módulo de Atividades com Agentes.....	103
FIGURA 8.24 - Estrutura do Módulo de Cooperação com Agentes.....	104



## Resumo

A grande quantidade de informações eletrônicas disponíveis, e a crescente modificação do público da Computação, devido, principalmente, à redução dos custos de equipamentos de informática e ao surgimento da rede Internet, acentuaram a necessidade do uso de ferramentas de consulta com acesso rápido e adaptado às características dos usuários. Adicionalmente, como consequência do surgimento da rede Internet e da crescente expansão das redes de computadores, estão sendo desenvolvidos, cada vez mais, sistemas de suporte ao trabalho em grupo, os quais são atualmente muito encontrados em ambientes de ensino, a fim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Um exemplo de ambiente de ensino onde podemos perceber todos os fatores acima citados é o Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (MCT). Este Museu possui um amplo conjunto de informações armazenadas em bases de dados, e o interesse do público pela consulta a tais bases vem crescendo de forma acentuada.

Neste sentido, SAGRES - um sistema com apresentação adaptável de informações e suporte à interação em grupo é um ambiente construído sobre a Internet, o qual possibilita a apresentação das bases de dados do MCT de forma adaptada às características de um ou mais visitantes. De acordo com o nível de experiência, as preferências e as atividades apresentadas pelos visitantes, o sistema determina o conjunto de *links* apropriados e apresenta-os em uma página HTML (*HyperText Markup Language*) resultante.

Além da adaptação da apresentação das informações, o sistema SAGRES também apoia o aprendizado, explorando aspectos relevantes para a interação entre o visitante e o computador, e, também, entre um conjunto de visitantes, pois a interação pode ocorrer de forma individual ou através de turmas de alunos. Deste modo, é possibilitada a comunicação entre os participantes da turma que, ao compartilharem experiências, dúvidas e soluções, podem obter um aprendizado mais consciente e permanente.

O objetivo final desta pesquisa é a implementação do sistema SAGRES, o qual permite que grupos de visitantes interajam ao mesmo tempo em locais geograficamente distantes. Tal interação é realizada de forma adaptada aos objetivos, ao nível de experiência e às preferências de um visitante e/ou grupo de visitantes, os quais podem assumir três papéis distintos: gerente de turma (responsável em especificar as características de uma turma de alunos), aluno de turma (executa o conjunto de ações especificadas anteriormente pelo gerente) e visitante individual (responsável em definir suas características particulares e, com elas, interagir com o sistema). Por sua vez, o processo de cooperação pode ocorrer entre os componentes de uma turma ou entre todos os usuários do Sistema, os quais podem editar documentos e trocar mensagens, a fim de possibilitar o compartilhamento de experiências.

**Palavras-chave:** Sistemas Adaptáveis, Modelagem de Usuários, Suporte por Computador ao Trabalho Cooperativo (CSCW), Agentes de Software, World-Wide Web (WWW), CGI (*Common Gateway Interface*).

**Title:** "SAGRES, an adaptable information presentation and work group support interaction system"

## Abstract

The great amount of electronical information available today, and the growing and changing users of Computer Science mainly due to cost cuts on computer equipment and the emergence of Internet reinforced the need of tools providing fast access to information and adapted to user's characteristics. As a consequence of the emergence of Internet and the growing expansion of computer networks, systems for Computer Supported Cooperative Work in learning environments have been developed in order to facilitate the teaching-learning process.

An example of learning environment where all aspects below can be observed is the Museum of Science and Technology (MCT) at PUCRS. In this museum there is a comprehensive amount of information stored on databases and visitor's interest in querying these bases has been growing.

SAGRES - an adaptable information presentation and work group support interaction system is a tool built on top of the Internet which enables the presentation of MCT databases concerning visitor's traits. According to visitors experience levels and preferences and intended activities the system determines the group of appropriate links and presents it on a resulting HTML page (HyperText Markup Language).

Besides the adaptation in presenting the information, the system supports the learning process by exploring important aspects for interaction between visitor and computer and also among visitors since interaction can occur individually or in groups of students. Thus, communication is enabled among students and as a result they may share experiences, doubts and solutions, and consequently achieve a more effective and conscious learning process.

Therefore, the final aim of this research is the development of SAGRES, a system which allows groups of visitors to interact at the same time in different places all over the world. Such interaction is accomplished according to objectives, experience level and preferences of visitors that can have three different roles: group manager (responsible for specifying characteristics of group of students), student group (perform group of actions predetermined by the group manager) and individual visitor (in charge of defining particular traits and interacting with the system). Furthermore, Cooperative Processes may occur among all system users who can edit documents and exchange messages in order to share experiences.

**Key-words:** Adaptive Systems, User Modeling, Computer Supported Cooperative Work (CSCW), Software Agent, World-Wide Web (WWW), Common Gateway Interface (CGI).



# 1 Introdução

Desde o seu surgimento, há algumas décadas atrás, a Informática foi uma das áreas que mais se desenvolveu. Equipamentos antes restritos a grandes indústrias sofreram uma grande redução em seus custos, bem como uma rápida evolução tecnológica. Tais efeitos proporcionaram a difusão desta tecnologia em escolas, universidades, empresas e residências.

Em decorrência disto, houve uma grande modificação do perfil dos usuários da Computação, uma vez que o número de pessoas à procura do auxílio do computador cresceu muito. O público, antes formado apenas por especialistas, passou a ser constituído por pessoas não intimamente ligadas à Informática, à procura de uma solução para seus problemas ou à busca da infinita variedade e quantidade de atrações a elas disponibilizadas com o uso do computador.

Um ambiente real, que contribui para esta modificação do público da Computação, é a rede Internet. Esta rede, criada no início de década de setenta, vem expandindo-se enormemente nos últimos anos, congregando atualmente milhões de usuários. Através da WWW (World-Wide Web), sistema que organiza as informações contidas na Internet em um hipertexto distribuído, os “navegadores” da Web podem visitar, por exemplo, museus, shoppings e universidades. Estes sistemas que trabalham com hipertexto surgiram com estes objetivos, tornando-se um excelente caminho para a comunicação entre o usuário e o computador, por permitirem um rápido e fácil acesso a uma vasta quantidade de informações de forma não linear [LAU 90]. Por estas razões, verifica-se que os hipertextos são freqüentemente lidos por usuários com os mais diferentes conhecimentos e níveis de experiência, o que pode, algumas vezes, tornar-se difícil para leigos, assim como redundante para especialistas [KOB 96]. Além disso, devemos considerar outro aspecto também muito diversificado: as preferências de cada indivíduo. Quando trabalha-se com um grande número de pessoas e com uma grande quantidade de informações, estes problemas passam a ser evidentes, sendo encontrados nas mais diversas aplicações.

Outro setor que também deve seu crescimento à popularização e à redução dos custos das tecnologias de Informática, principalmente pelo crescente desenvolvimento e expansão das redes de computadores, são os sistemas de suporte ao trabalho em grupo, os quais são encontrados cada vez mais também em ambientes de ensino.

Atualmente os computadores invadiram as salas de aula. O problema agora está focalizado na tentativa de buscar a melhor forma de utilizá-los, obtendo o máximo de proveito possível. Para isto devemos ter em mente as necessidades educacionais do momento. O processo de ensino-aprendizado é uma atividade que pode, e deve, ser realizada em grupo [MAE 94]. Desta forma possibilita-se a interação entre os participantes do grupo que, ao compartilharem experiências, dúvidas e soluções, podem obter um aprendizado mais consciente e permanente.

Segundo Tornaghi [TOR 95], a Aprendizagem Cooperativa é uma proposta pedagógica que visa implementar um novo paradigma o qual substitui a competição pela

cooperação entre os estudantes, mostrando-se, atualmente, eficiente para o aumento da capacidade de aprendizado e para o aumento da autoconfiança pessoal e da confiança no grupo.

Neste sentido, verificamos hoje em dia um grande esforço despendido no sentido de pesquisar-se diferentes formas de tecnologia de informação para dar suporte ao aprendizado cooperativo. Sendo assim, as redes de computadores, em especial a Internet, são recursos que não podem ser ignorados.

## 1.1 Trabalho desenvolvido

Tendo em vista o contexto acima descrito, observa-se a necessidade de uma solução tecnológica, a fim de responder ao problema da diversidade das capacidades, conhecimentos e preferências dos usuários de nossos sistemas, levando em consideração, também, a busca de uma forma eficiente para promover o suporte ao aprendizado cooperativo.

Um ambiente de ensino onde podemos perceber a necessidade desta solução tecnológica é o Museu de Ciências e Tecnologia (MCT) UBEA/PUCRS. Este Museu possui um amplo acervo contido em bases de dados, e o interesse do público pela consulta vem crescendo de forma acentuada. É com base na estrutura do MCT que se propõe todas as funcionalidades do sistema apresentado neste trabalho.

Com o objetivo de satisfazer as necessidades de adaptação das informações e do suporte ao aprendizado cooperativo através do computador, propõe-se nesta dissertação o sistema SAGRES desenvolvido sobre o WWW, um sistema com apresentação adaptável de informações e suporte à interação em grupo, o qual trabalha sobre bases de documentos HTML (*HyperText Markup Language*). Para tal, serão utilizadas técnicas de modelagem de usuários e de sistemas de groupware.

Mais especificamente, a solução proposta é baseada em um sistema composto por três fases: a construção de modelos de usuários a partir de informações de entrada, a adaptação da apresentação das informações contidas em bases de dados de acordo com o modelo gerado, e o suporte à cooperação para a discussão, entre usuários, dos resultados finais (FIGURA 1.1).

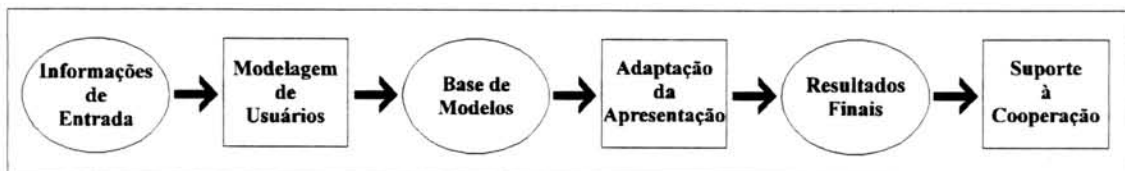


FIGURA 1.1 - Fases do sistema

As informações de entrada obtidas do usuário são o ponto de partida do processo de adaptação. Estas informações dizem respeito às características de um ou mais usuários.

A modelagem de usuários é um procedimento que utiliza as informações de entrada para construir o modelo. Este modelo pode pertencer a uma ou a várias pessoas, dependendo do tipo de interação realizada com o sistema, isto é, quando um usuário interage individualmente ele irá possuir um modelo particular, entretanto, se a interação ocorrer através de um grupo o modelo será genérico.

Nas bases de modelos resultantes do processo de modelagem, cada modelo encontra-se estruturado de forma eficiente para facilitar o processo de adaptação.

A adaptação da apresentação das informações contidas em bases de dados ocorre por meio de um mapeamento destas sobre o modelo do usuário. Este mapeamento é possibilitado pela especificação de estruturas compatíveis para ambas informações. Cabe salientar que a adaptação ocorre ao nível de apresentação, isto é, as informações incompatíveis com o modelo são descartadas do resultado final. Esta técnica tem sido utilizada em adaptação de sistemas de hipermídia, onde se limita a apresentar somente os *links* para as informações adequadas [BRU 95].

O resultado final do processo de adaptação é visualizado através de uma página HTML, a qual possibilita a leitura das informações adequadas ao modelo.

Finalmente, o suporte à cooperação é baseado no tipo de interação realizado entre os usuários e o sistema, isto é, apenas ocorre quando a interação se dá através de um grupo. Com mecanismos de sistemas de groupware é possível estabelecer a comunicação entre os participantes, possibilitando a troca de informações muito útil em um ambiente educacional.

O processo de manutenção das bases de dados é uma atividade exercida por técnicos e pelo administrador do sistema.

## **1.2 Estrutura do Trabalho**

Visando abordar de maneira lógica e seqüencial todos os conceitos importantes deste trabalho, estruturou-se esta dissertação da forma que segue.

No capítulo 2, o tema abordado na dissertação é contextualizado dentro de áreas da Ciência da Computação correlacionadas com este trabalho. Além disso, é apresentada a motivação que levou ao desenvolvimento deste estudo e os objetivos desejados.

O capítulo 3 apresenta um estudo conceitual sobre o ambiente onde o protótipo desta dissertação foi desenvolvido, a WWW.

Os capítulos 4, 5 e 6 apresentam o embasamento conceitual do sistema proposto, focando, respectivamente, os estudos realizados nas áreas de Sistemas Adaptáveis, Sistemas de Suporte ao trabalho em Grupo e Agentes de Software. Tal estudo proporcionou o desenvolvimento desta dissertação.

No capítulo 7, realiza-se a ligação entre o embasamento conceitual, apresentado nos capítulos anteriores e as especificações do sistema SAGRES. Isso demonstrará como os objetivos descritos foram atingidos.

O capítulo 8 apresenta a arquitetura e o funcionamento do sistema SAGRES, descrevendo cada um de seus módulos. Adicionalmente, é detalhada a estrutura do protótipo desenvolvido.

A avaliação em um ambiente real do protótipo desenvolvido, bem como de todo o estudo apresentado nesta dissertação, são analisados no capítulo 9.

Finalmente, no capítulo 10 faz-se alguns comentários a respeito do trabalho desenvolvido, procurando destacar as perspectivas de trabalhos e pesquisas futuras por ele inspirados.

## 2 Contextualização

A fim de atingir os objetivos finais deste trabalho e do desenvolvimento do protótipo relacionado, realizou-se o estudo de áreas da Ciência da Computação onde este trabalho se insere. Além disso, é importante destacar a análise de outros sistemas e outros ambientes relacionados com esta dissertação, os quais influenciaram seu andamento. No entanto, inicialmente, cabe salientar os fatos que motivaram sua criação.

Desta forma, neste segundo capítulo, apresenta-se a realidade onde está inserido este trabalho, sua motivação e seus objetivos.

### 2.1 Problemática e Motivação

Não obstante a diversidade do público da Computação gerada pela rede Internet, nos deparamos com um conjunto de problemas gerados exatamente pela quantidade e variedade de informações apresentadas aos usuários. Foram tais problemas que motivaram o desenvolvimento deste trabalho, sendo descritos mais detalhadamente nas próximas seções.

#### 2.1.1 Quantidade e Variedade de Informações na Internet

Existe uma crescente quantidade de informações disponíveis atualmente na Internet. Por esta razão, foram desenvolvidas várias ferramentas que auxiliam as pessoas a procurá-las, localizá-las e recuperá-las. Contudo, o enorme volume de informação disponível faz com que o resultado de uma pesquisa com o uso de tais ferramentas seja composto por um grande conjunto de documentos, muitos dos quais não estão de acordo com o nível de compreensão do usuário e, nem mesmo, com a língua por ele entendida.

Neste sentido, mesmo com o auxílio de várias ferramentas de pesquisa, buscando realizá-las sobre assuntos específicos, o usuário ainda necessita manipular em seu computador pessoal uma grande quantidade de informações desnecessárias. Isto ocorre em vista destas ferramentas de seleção não considerarem o perfil de seus usuários. Tais características não permitem uma seleção adaptável, acarretando na recuperação de grandes volumes de dados.

#### 2.1.2 Formas alternativas para o Suporte ao Aprendizado Cooperativo

Como abordado no capítulo introdutório desta dissertação, o grande problema para se prestar suporte ao aprendizado cooperativo é a necessidade de pesquisar-se novas formas de tecnologias. Para isto, não podemos deixar de considerar um dos principais recursos que possibilitam o aprendizado em grupo, a Internet.

Dentre os recursos da Internet, utilizados para fins educacionais, os mais conhecidos são: o Correio eletrônico, a Lista de discussões e o *talk*. O primeiro permite



a comunicação entre diferentes pessoas de qualquer parte do mundo, o segundo destina-se à formação de grupos de interesse sobre assuntos variados, e o terceiro permite a conexão e interação entre os participantes do grupo. Todos estes possuem importância no uso educacional. No entanto, nenhum destes recursos permite a construção de um mural de troca de informações em um documento de hipertexto, o qual é considerado o maior e melhor sistema para apoiar atividades cooperativas [TOR 95].

### **2.1.3 O problema do MCT**

Todos os problemas acima citados são verificados em museus onde uma enorme quantidade e variedade de informações são disponibilizadas a um público muito variado. Um caso concreto é o Museu de Ciências e Tecnologia (MCT) UBEA/PUCRS. Este Museu sempre destacou-se pelos estudos e pesquisas no campo das Ciências Naturais e Humanas, especialmente em sistemática, levantamentos ambientais, relatórios de impacto ambiental e projetos especiais para a implantação da aquacultura, e outros, envolvendo especialmente as áreas da Biologia, Ciências do mar, Zoologia, Aquacultura, Botânica, Ecologia, Antropologia e Ciências geológicas.

O MCT possui um amplo acervo contido em bases de dados, e o interesse do público pela consulta vem crescendo de forma acentuada, além das amplas relações e intercâmbios científicos com centenas de instituições museológicas do mundo inteiro. Devido a isto, o acervo informatizado do Museu deverá ser acessado pelos visitantes através dos computadores presentes em uma sala ou através de suas casas. Tais visitantes podem ser turmas de alunos, os quais buscam novos conhecimentos com a troca de informações entre eles.

Cabe ressaltar que este trabalho será direcionado para a consulta do acervo do MCT, buscando facilitar o processo de aprendizado das turmas de alunos que o visitam.

### **2.1.4 Sistemas Similares**

Não deixando de ser um problema, a não existência de sistemas similares tornou-se uma grande motivação para o desenvolvimento do presente trabalho, isto é, a não existência de sistemas similares para Museus, que valorizem as características dos visitantes, bem como o aprendizado cooperativo na visita de grupos a Museus.

## **2.2 Objetivos**

O objetivo central deste trabalho, como ilustra a FIGURA 2.1, é definir e implementar uma infra-estrutura que considere as preferências, as capacidades e as atividades de um ou mais usuários e torne disponível um mecanismo eficiente de cooperação. Com isto, será gerado o SAGRES, um sistema com apresentação adaptável de informações e suporte à interação em grupo, exibido a partir de consulta à base de dados de documentos HTML (*HyperText Markup Language*). A adaptação pode ocorrer considerando o nível individual ou o nível de turma (conjunto de alunos). Neste última, também é considerado o aspecto cooperativo entre os alunos.

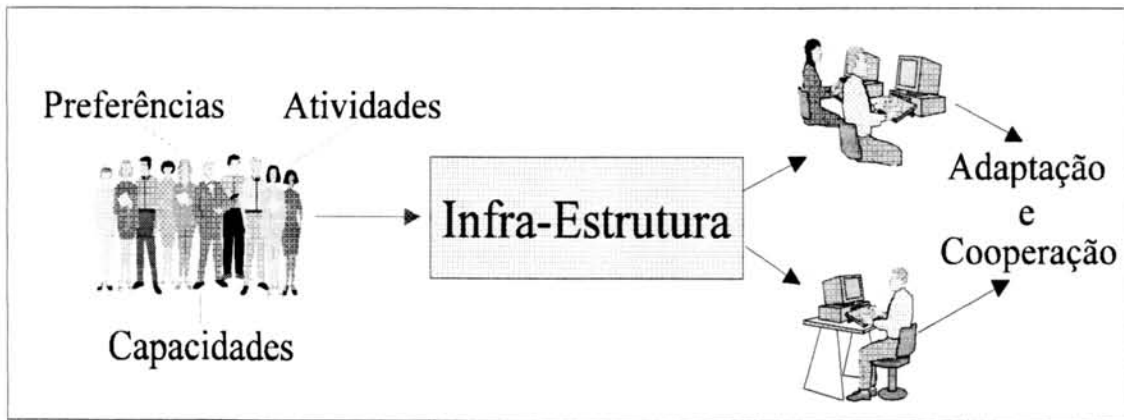


FIGURA 2.1 - Objetivo Central deste Trabalho

De forma mais minuciosa, a seguir são apresentados os objetivos intermediários do trabalho, a fim de atingir o objetivo central acima descrito:

- **Acessar as Bases de Dados do MCT:** o sistema trabalhará sobre as informações armazenadas nas bases de dados do MCT. Estas informações estarão contidas em páginas HTML (*HyperText Markup Language*), disponibilizadas pelos pesquisadores deste Museu. De forma a facilitar a busca destas informações foi proposta uma estrutura específica de armazenamento abordada no capítulo 7.
- **Prover a Modelagem do Visitante:** o sistema necessita obter fatos sobre o visitante através de uma forma eficiente de extração dos dados, a fim de capturar suas características e seus conhecimentos. Com isto, é possível criar o modelo deste visitante, utilizado para realizar a interação homem-máquina adequada, conforme será visto no capítulo 7.
- **Possuir Facilidade de Utilização:** o sistema deve ser de fácil utilização, uma vez que a interação com a máquina não é natural ao homem, e o público alvo deste sistema é muito diversificado, variando desde estudantes de 1º grau, até especialistas em informática.
- **Possuir Precisão no Processo de Adaptação:** o sistema deverá descartar as informações sem interesse para o usuário e as informações não compreendidas por ele, ou seja, as informações que não estão de acordo com seu modelo. Esta adaptação deverá ser realizada detalhadamente, viabilizando um bom grau de precisão das informações resultantes.
- **Utilizar Mecanismos eficientes para a Cooperação:** as necessidades de comunicação dependem do tipo de atividades suportadas pela aplicação. Neste sentido, deve-se definir quais atividades serão trabalhadas para tornar possível a escolha de mecanismos eficientes de cooperação, conforme será visto no capítulo 7.
- **Passar por uma Avaliação em um Ambiente Real:** a fim de avaliar os conhecimentos adquiridos e o protótipo desenvolvido, este será testado por

um conjunto de usuários. Desta forma, serão obtidos resultados reais do trabalho realizado, os quais se encontram no capítulo 9.

## 2.3 Trabalhos Relacionados

A fim de verificar características relacionadas ao desenvolvimento do presente trabalho, nas seções a seguir serão apresentados alguns sistemas de adaptação ao usuário.

Tais sistemas buscam a adaptação apenas individual, isto é, de acordo com as características de somente uma pessoa, não havendo a possibilidade de interagir através de um conjunto homogêneo de usuários, nem mesmo possibilitar a cooperação entre eles, como é o caso do sistema concebido nesta dissertação.

### 2.3.1 Cicero: um assistente para planejamento de visitas ao Museu

Cicero foi elaborado para assistir o planejamento de visitas ao Museu de Ducal (Itália) [MAI 95]. Este sistema visa auxiliar no planejamento de itinerários personalizados de visitas. Esta personalização ocorre de acordo com as preferências do visitante, gerando um conjunto de características que determinam o itinerário a ser seguido de acordo com um algoritmo de planejamento de caminho. Este algoritmo é flexível o bastante para atender consultas como, por exemplo: “tempo disponível de duas horas para visitar todas as obras de Van Gogh e pelo menos 3 de Leonardo da Vinci”. No entanto, não existe a preocupação em construir um perfil do usuário, ou seja, somente são consideradas as necessidades de pesquisa dos visitantes, indicando-lhes as localidades a serem visitadas, não levando em consideração seus níveis de experiência.

Para tanto, são disponibilizadas ao usuário 3 formas distintas de interação com o sistema:

1- **Guide**: para usuários que não apresentam profundo conhecimento artístico. Neste modo de interação, o itinerário a ser gerado para o usuário é montado a partir da apresentação de uma seqüência de telas fixas, as quais mostram diferentes classes de obras do museu. Com isso, o usuário inexperiente examina os trabalhos apresentados e seleciona os que mais lhe agradaram e que deseja visitar.

2- **Interests**: voltado para usuários com um conhecimento de arte mais profundo, sendo capazes de encontrar seu próprio itinerário. É apresentado um grande volume de obras do museu, conforme o interesse previamente especificado pelo usuário.

3- **Overview, Visit e Guide**: para usuários que nunca visitaram o museu e sem profundos conhecimentos de artes. São apresentadas às pessoas as 40 melhores (mais importantes e famosas) obras do museu. Estas obras podem ser acessadas de três formas:

- **Overview**: onde são mostradas em grupos de nove obras em baixa resolução;
- **Visit**: onde as obras podem ser selecionadas individualmente e mostradas em alta resolução;



- *Guide*: onde os detalhes de apresentação das obras podem ser vistos.

### 2.3.2 KN-AHS

O sistema KN-AHS foi implementado no Toolbook para funcionar sobre uma plataforma PC. Ele busca adaptar objetos de hipertexto para o estado de conhecimento do usuário [KOB 96]. Neste sentido, existe a preocupação de prover textos compreensíveis ao usuário, bem como prover uma velocidade de pesquisa adequada a este.

A modelagem do usuário é realizada por um sistema *shell* denominado BGP-MS, o qual oferece uma grande variedade de representações e inferências possíveis que asseguram uma adaptação flexível. Neste sentido, o sistema de hipertexto repassa as observações das ações do usuário para o BGP-MS, o qual pode gerar relatórios contendo possíveis respostas à questões referentes ao usuário, realizadas pela aplicação.

O KN-AHS faz suposições sobre o conhecimento do usuário baseado em duas fontes de informações: entrevista inicial e observação de algumas ações realizadas pelo usuário, como um pedido de explicação sobre determinada palavra chave (*hotword*). Na entrevista inicial são apresentadas questões ao usuário de acordo com os sub-grupos de usuários do sistema, como, por exemplo, estudantes de Ciência da Computação. De acordo com as respostas, o BGP-MS ativa um estereótipo inicial referente a seu conhecimento. Por sua vez, no que se refere à observação das ações do usuário em sua execução no sistema de hipertexto, o KN-AHS realiza suposições sobre sua familiaridade com conceitos individuais, isto é, se o usuário requisita uma explicação, um gráfico, um exemplo ou uma definição para alguma palavra-chave, o sistema assume que desconhece esta palavra. Por sua vez, se o usuário não seleciona uma explicação, um gráfico, ou um exemplo para uma palavra-chave, então o sistema assume que tem conhecimento sobre ela. Por fim, se o usuário requisita detalhes adicionais para uma palavra-chave, então o sistema assume que a conhece.

Quando o KN-AHS faz suposições sobre a familiaridade do usuário com uma palavra-chave, ele automaticamente notifica ao BGP-MS o conhecimento ou não do usuário sobre o conceito correspondente. Assim sendo, o BGP-MS analisa as observações recebidas e as condições de ativação e desativação de todos os estereótipos, gerando ou removendo *links* entre o modelo do usuário e os estereótipos que se tornaram, respectivamente, ativos ou desativos. Mais de um estereótipo pode estar ativado ao mesmo tempo.

## 2.4 Museus dos EUA

Com intuito de observar e analisar sistemas de computação interativos, que pudessem ser úteis ao desenvolvimento do presente trabalho, foi realizada, no período de 22/09/96 a 02/10/96, uma viagem para conhecer museus dos Estados Unidos da América. Nesta viagem pode-se evidenciar como são utilizadas redes de computadores para algumas das exposições, possibilitando um monitoramento à distância de determinados equipamentos, e, principalmente, a não existência de sistemas semelhantes

ao desenvolvido neste trabalho, isto é, de sistemas que procuram adaptar-se às características de um conjunto de usuários, possibilitando a cooperação entre eles.

Desta forma, foram visitados, entre outros, os museus *American Museum of Natural History* e *Sony Museum* em Nova York; *National Museum of Natural History* em Washington; e o *Museum of Science* e *Computer Museum* em Boston.

Entre os museus que mais se destacaram, em minha opinião, está o *Museum of Science*, por ser interativo, moderno e em permanente atualização. Lá estão sendo realizados programas educacionais envolvendo escolas, professores e alunos, através de projetos integrados, utilizando ou não multimeios, especialmente o computador e a Internet. Tais programas estão voltados à integração com o MCT (intercâmbios) e de seus serviços à Internet, em que os recursos do museu se tornam disponíveis tanto para atualização de professores como para o aprendizado de alunos. Tal museu faz uso de sistemas de multimídia voltados a assuntos específicos, os quais se encontram harmoniosamente distribuídos em seu amplo espaço físico.

Também em Boston visitou-se o *Computer Museum* o qual é dedicado a educar o público sobre os computadores e tecnologias. Entre as várias exposições encontrou-se um programa especialmente desenvolvido para os visitantes chamado de *Internet Sampler*. Este programa é um quiosque interativo que oferece a chance de aprender sobre a Internet e como explorá-la. Desta forma, o visitante pode aprender, entre outros, a história da Internet e o protocolo TCP/IP, bem como FTP e Telnet. Novos experimentos permanentes estão sendo integrados ao Museu em quiosques multimídia com explicações variadas, passando por descrições de rede de computadores até realidade virtual.

Outro museu evidenciado foi o *Sony Museum*, onde a visita ocorre totalmente de forma interativa, isto é, o visitante ao chegar cadastra-se no sistema, inclusive tirando uma fotografia e, após, recebe um cartão magnético. Este cartão lhe dará acesso a todos os experimentos disponíveis, aos quais são, na maioria, demonstrados na forma de sistemas multimídia. No entanto, o acesso via cartão somente é utilizado para informar quais foram os experimentos trabalhados pelo visitante. Nenhuma informação quanto ao seu desempenho, ou, até mesmo, às informações consultadas, são armazenadas. Ao final da visita o visitante acessa o sistema em terminais conectados às impressoras para adquirir seu certificado de realização, no qual consta a lista de experimentos realizados.

## 2.5 Áreas Relacionadas

É importante destacar que o sistema SAGRES engloba características de algumas áreas da Computação, como ilustra a FIGURA 2.2.

Primeiramente, é importante salientar que o sistema SAGRES é um ambiente construído sobre a Internet. Ele utiliza as características da World-Wide Web (Web) para prover da melhor forma possível a realização do objetivo final desta dissertação.

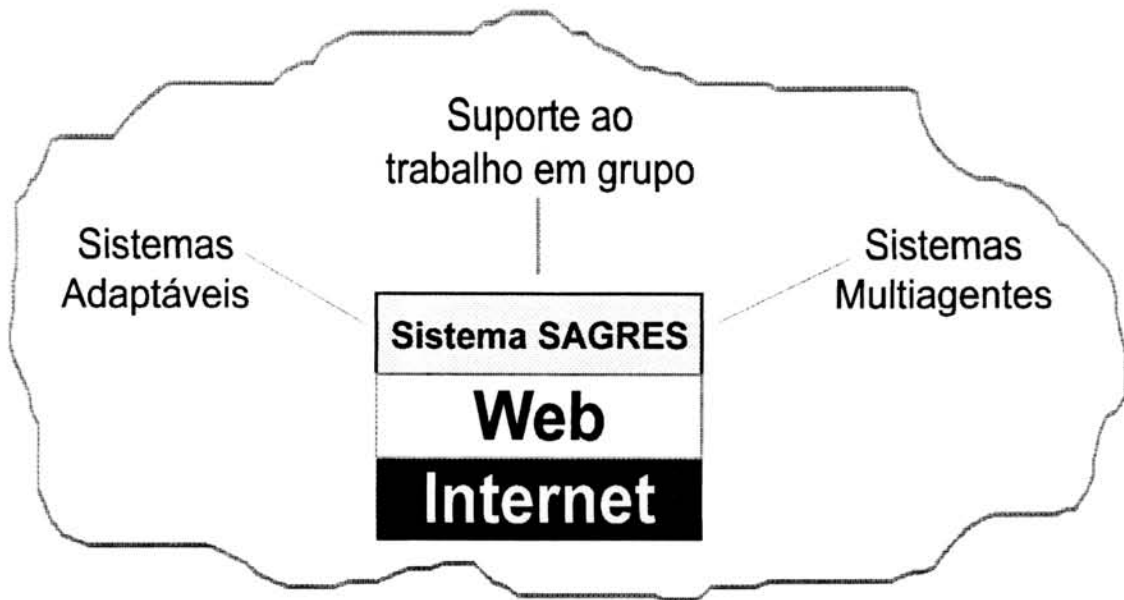


FIGURA 2.2 - Áreas Relacionadas

O sistema SAGRES é classificado como um tipo de **Sistema Adaptável**, pois adapta a apresentação das informações contidas em bases de dados, descartando aquelas não compreendidas, bem como as não pertencentes ao domínio de preferências do usuário. Como todo o Sistema Adaptável, o sistema SAGRES constrói e mantém um modelo para seus usuários, contendo o nível de experiência, as preferências e, quando trata-se da interação através de um grupo de pessoas, as atividades a serem realizadas por elas.

Por possibilitar o processo de cooperação entre os usuários, o sistema SAGRES possui características do **Suporte ao Trabalho Cooperativo**. Neste sentido, buscou-se caracterizar o trabalho cooperativo como uma estratégia incentivadora para o processo de aprendizado dos indivíduos. Neste caso, quando uma turma de alunos interage com o sistema, os períodos em que o aluno realiza suas partes individuais são entremeados com trocas de informações e anotações entre eles, possibilitando a apresentação de dúvidas e idéias. Fora isto, por tratar-se de um sistema no ambiente do WWW, o aluno, com apoio de hipertextos, pode criar páginas que são disponibilizadas aos demais alunos, estimulando a troca de experiências.

A fim de verificar possíveis funcionalidades do sistema SAGRES que possam ser futuramente realizadas de forma automática, utilizou-se nesta dissertação o conceito de **Sistemas Multiagentes**, no que se refere a agentes de software.

Nos capítulos 3, 4, 5 e 6 é realizado um embasamento teórico, respectivamente, sobre o WWW e as três áreas envolvidas neste trabalho.

## 3 World-Wide Web

A fim de apresentar o ambiente onde o sistema SAGRES foi desenvolvido, realizou-se um embasamento conceitual sobre a World-Wide Web. Adicionalmente, é descrito o protocolo de comunicação na arquitetura do sistema analisado.

### 3.1 Características Gerais

A World-Wide Web (WWW ou simplesmente Web), foi criada com o propósito de facilitar a pesquisa e recuperação de informações disponíveis através da Internet [FER 94]. Para isto, ele organiza as informações em um hipertexto distribuído, onde cada nodo pode estar associado a diversos tipos de objetos, tais como: textos, imagens e índices. Desta forma, não é preciso que o usuário saiba, lembre ou escreva os comandos necessários que a Rede ou o Sistema Operacional utilizam para operar.

Na verdade não se consegue falar da Web sem antes mencionar duas idéias-chaves: a Internet e Hipertextos.

A Internet foi descrita por Wyatt [WAY 95] como uma coleção livre de redes de computadores relacionados, ou uma rede de redes de comunicação. Pode-se dizer que a Internet é um sistema global de redes de computadores, permitindo a comunicação entre usuários e a transferência de dados de uma máquina para outra, independente da localização física. O mais importante aspecto a se enfatizar sobre a Internet é a enorme variedade e quantidade de informações e serviços disponibilizados para um grande número de usuários a ela conectados. A Internet é considerada a mais complexa e completa ferramenta de aprendizado do mundo, através da qual é possível encontrar fontes de conhecimento das mais variadas áreas do conhecimento humano. Neste sentido, inúmeras organizações como universidades e empresas colocam em domínio público, em seus servidores, documentos, pacotes de softwares, entre outros. Sendo assim, é possível que uma pessoa conectada à Internet leia e recupere artigos científicos antes mesmo de serem publicados.

Um documento hipertexto é aquele que provê *links* visíveis para outra parte do documento ou outros documentos relacionados ao assunto. Cabe ao usuário selecionar os *links* que o conduzirá ao documento desejado. A popularização de ambientes de hipertexto deve-se, principalmente, à liberdade que possibilita ao usuário, não especialista em Informática, navegar intuitivamente, incentivando, desta forma, seu espírito explorador e sua curiosidade [CRE 95].

Na verdade, a Web trabalha com informações hipermídia isto é, ela permite ligações com outros tipos de informações como imagem, som e animação. A hipermídia possui diversas utilidades como, por exemplo: quando pesquisamos em um texto sobre filmes, é possível selecionar *links* que nos proporcionarão assistir a trechos do filme desejado [HUG 94]. Os documentos hipermídia são escritos com a linguagem padrão da Web chamada *HyperText Markup Language* (HTML), muito conhecida pela facilidade de utilização. Ela opera com uma série de códigos incluídos em documentos ASCII

(textos). Estes códigos são traduzidos pelos clientes WWW para um tipo específico de formato visível no vídeo, com o qual o usuário pode interagir. A linguagem HTML foi elaborada inicialmente para formatar textos. Ela é uma linguagem que especifica ao computador que cor deve ser o texto, onde ele deve ser colocado (posição), qual a largura que deve ter, e qual a sua forma.

Um fator importante para ressaltar, é que a Web, como sistema, não requer a Internet [DEC 95]. De fato, um sistema de informação distribuído baseado na Web pode ser construído em uma rede local ou de longo alcance.

### 3.2 Arquitetura da Web

A arquitetura da Web segue o modelo cliente-servidor. Nesta arquitetura, todas as facilidades de interface com o usuário são implementadas pelo processo cliente, o qual permite aos usuários navegar pelo WWW, ou, então, interagir com o servidor no caminho de interesse. O cliente WWW, também conhecido como browser, pode requisitar documentos pertencentes a qualquer servidor Web. Ao servidor cabe a tarefa de gerenciar as informações e os serviços requisitados pelos clientes, tais como: publicar informações ou exportar dados para o mundo. Neste sentido, ele recebe as requisições, envia os documentos requeridos (ou uma mensagem de erro, se for o caso), de volta ao cliente. Por seguir uma arquitetura distribuída, o cliente WWW pode executar completamente separado do servidor, possivelmente em outro país.

A comunicação entre o cliente e o servidor é realizada através de um protocolo especialmente desenvolvido para prover os serviços e facilidades requeridas pelo WWW, denominado HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Todos os clientes e servidores Web devem entender este protocolo para enviar e receber documentos hipermídia. Por esta razão, servidores WWW são frequentemente chamados de servidores HTTP.

O uso da WWW é bastante simples. Utilizando um cliente Web, o usuário seleciona um *link* para alguma parte do documento ou para outro documento. O cliente Web usa o endereço associado a este *link* para se conectar ao servidor e requisitar o documento desejado. O servidor responde enviando o texto ou outras informações (figuras, som ou animação) para o cliente, que, por sua vez, fica responsável por apresentar as informações ao usuário.

### 3.3 Protocolo de Comunicação

O HTTP foi um protocolo especialmente elaborado para suportar as necessidades do WWW. Para isto, ele possui algumas características básicas [LEE 95] [FER 94]:

- **Leveza e rapidez na transmissão de dados:** por se tratar de um protocolo utilizado pelo WWW, isto é, por um sistema que funciona sobre uma rede de longa distância, são fundamentais excelentes taxas de transmissão de dados. Neste sentido, a sobrecarga da rede diminui, e, conseqüentemente, o tempo de espera do usuário no recebimento das respostas às suas requisições.



- **Versatilidade e Flexibilidade:** para permitir maior versatilidade e flexibilidade é necessário não apenas a capacidade de recuperar documentos, mas, também, possuir características adicionais que possibilitem, por exemplo, a pesquisa de informações. O HTTP possui estas características através de um conjunto de procedimentos efetuados sobre objetos identificados por um endereço, conhecido como URL (*Uniform Resource Locator*).

É possível representar praticamente qualquer tipo de arquivo ou serviço da Internet fazendo uso de URLs. Este tipo de sistema de endereçamento não descreve somente a localização do arquivo ou servidor, mas também o seu tipo. A URL consiste em quatro partes distintas, que quando combinadas definem completamente a localização de um arquivo ou serviço na Internet. Neste sentido, pode-se dizer que a URL é formada pelo:

- tipo de protocolo a ser usado pelo servidor no qual reside o objeto, podendo ser, por exemplo, Gopher, FTP ou WWW;
- endereço do servidor na Internet;
- localização do objeto no servidor;
- número da porta TCP que deve ser usada para a comunicação com o servidor, caso o servidor use uma porta diferente da padrão.

Cada transação HTTP é essencialmente constituída por quatro etapas [DEC 95]:

1. **Conexão:** nesta etapa o cliente Web estabelece uma conexão com o servidor. Usualmente esta conexão é estabelecida usando a porta padrão na Internet, podendo ser usadas outras portas, necessitando-se, neste caso, especificá-la na URL.
2. **Requisição:** quando a conexão for estabelecida, o cliente envia uma mensagem de requisição ao servidor, especificando o objeto sendo procurado e como ele deseja a resposta, por parte do servidor.
3. **Resposta:** o servidor envia uma mensagem de resposta à requisição do cliente, contendo os resultados efetivos da execução da requisição.
4. **Desconexão:** quando a conexão é encerrada por ambos os processos participantes.

De acordo com as etapas acima, pode-se verificar a existência de apenas dois tipos de mensagens no protocolo HTTP: a mensagem de requisição (quando é solicitado, ao servidor, por parte do cliente, a execução de uma determinada tarefa); e a mensagem de resposta (que contém os resultados da execução, enviada, ao cliente, pelo servidor). Nestes dois tipos de mensagens o formato lógico é o mesmo, isto é, elas são compostas por um cabeçalho e um corpo [FER 94].

O cabeçalho é constituído por um conjunto de campos, tais como, por exemplo: a versão do protocolo de comunicação e a identificação do objeto sobre o qual será executada a operação. Por sua vez, o corpo da mensagem é opcional, ou seja, sua presença ou ausência dependerá da operação solicitada.

A abordagem detalhada deste tema, além de consumir um tempo demasiado, não estaria de acordo com o estudo necessário sobre o WWW, uma vez que este processo ocorre de forma transparente para o desenvolvimento do sistema SAGRES. Para maiores informações pode-se consultar [LEE 95] [HUG 94].

### 3.4 Common Gateway Interface

O servidor Web, além de servidor de documentos hipermédia, tem capacidade de agir como *gateway* para outros programas ou fontes de informações, tais como bases de dados. Usando o *Common Gateway Interface* (CGI), o servidor Web invoca *scripts* ou programas nele compilados, levando informações provindas pelo cliente, processa estas informações de acordo com as instruções do *script* e retorna uma página Web de resultado ao cliente. Neste sentido, a programação CGI envolve projetar e escrever programas que recebem seus comandos iniciais de páginas Web, usualmente uma página que utiliza formulários HTML para invocar o programa CGI [HER 96]. Este código HTML é quem define a interface entre o usuário e o programa, e é ele o responsável por coletar as entradas do usuário, funcionando como uma janela entre o programa CGI e o usuário. Neste sentido, os formulários HTML são mecanismos básicos para passagem de dados aos programas CGI. Para que isto ocorra, cria-se um botão responsável por ativar o programa especificado. Por sua vez, os dados podem ser obtidos com vários mecanismos de entrada como *checkboxes*, botões e menus, e são formatados automaticamente.

O protocolo HTTP é o mecanismo de transporte responsável em enviar os dados entre o programa CGI e o usuário. Os comandos HTML informam ao browser o tipo de *header* HTTP utilizado para a conversa com o servidor. Há dois métodos básicos para o início desta comunicação, isto é, dois caminhos onde os dados podem ser recebidos e enviados para o programa CGI no servidor. O primeiro método envia os dados na URL, denominado *GET*. Ele é considerado o método default, ou seja, quando não definido o método, ele é o utilizado, podendo também ser especificado através do seguinte formato:

```
<FORM METHOD="GET" ACTION="programa CGI">
```

O outro método é o *POST* que é definido com o seguinte formato:

```
<FORM METHOD="POST" ACTION="programa CGI">
```

Este método envia os dados depois que o cabeçalho tenha sido enviado para o servidor, ou seja, os dados são enviados no corpo da mensagem. Para que o programa CGI saiba o tamanho da mensagem de dados é necessário uma variável chamada *content\_lenght*. O método utilizado depende do tipo de aplicação. *Get* pode ser usado quando há pouca informação para ser enviada, pois, se o formulário envolve muitos

dados, poderá ocorrer um truncamento destes. Neste caso, é necessário usar-se o método *Post*.

É interessante mencionar que para a decodificação dos dados, enviados pelo formulário ao CGI, isto é, para apresentá-los em um formato compreensível, existe um padrão de bibliotecas de domínio público disponíveis em várias linguagens CGI.

O CGI executa como um processo independente, iniciado pelo servidor HTTP, cada vez que o cliente requisita um serviço. Por ele executar independentemente, isto traz três conseqüências importantes [NET 96]:

- O programa CGI contribui para uma execução segura. Ele pode falhar sem prejudicar o servidor.
- O servidor está hábil em controlar o acesso dos programas CGI aos seus recursos, por restringir permissões.
- A execução do programa CGI envolve penalidade de performance devido, entre outras coisas, ao *overhead* envolvendo a criação de processos para cada requisição.

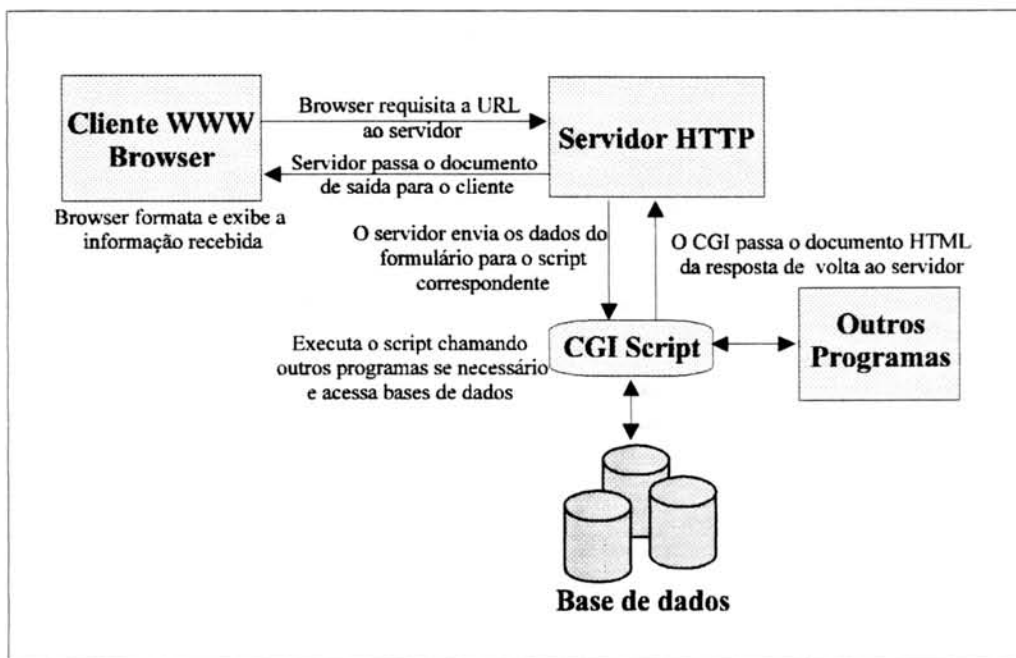


FIGURA 3.1 - Arquitetura da Web

O funcionamento detalhado entre o *browser*, o servidor e o *script* é ilustrado na FIGURA 3.1 e ocorre como segue [LEM 95]:

1. O *script* é apontado por uma URL. Esta URL é baseada na localização do arquivo ou em sua extensão, dependendo do servidor. Neste sentido, o *browser* requisita ao servidor a URL do *script* desejado exatamente como faz quando requisita um documento simples.



2. O servidor recebe a requisição e invoca o *script* levando as informações provindas do cliente.
3. O *script* realiza algumas ações baseadas nas informações de entrada, se houve, e de acordo com suas instruções. Estas ações podem incluir consultas a bases de dados, cálculos de valores, ou, simplesmente, chamada a outros programas do sistema.
4. Após a execução das instruções, o *script* formata o resultado obtido de uma maneira que o servidor Web entenda.
5. O servidor Web recebe o resultado do *script* e envia-o para o *browser*.
6. Por fim, o *browser* formata o resultado e exibe-o ao usuário.

Como pode-se reparar, a programação em CGI requer o conhecimento de uma linguagem de script (Perl/TCL), ou uma linguagem de programação (C/C++).

## 4 Sistemas Adaptáveis

Os Sistemas Adaptáveis tornaram-se um ponto de pesquisa e interesse mundial devido à crescente preocupação em considerarmos as características dos usuários e proporcionar-lhes um maior conforto ao utilizar o sistema.

A fim de ampliar o embasamento conceitual deste trabalho e justificar o processo de adaptação proposto nesta dissertação, foi aprofundado o estudo sobre sistemas adaptáveis e modelagem de usuários.

Os sistemas adaptáveis são o primeiro alvo de enfoque, pois é através de suas características que se torna viável a filtragem das informações de acordo com o nível de experiência do usuário e suas preferências. Para isto, veremos que um componente importante para estes sistemas interagirem mais inteligentemente é a capacidade de modelar seus usuários e acessar o conhecimento sobre eles [KAS 91].

### 4.1 Aspectos de Adaptação

Os Sistemas Adaptáveis são estudados nas mais diversas áreas e aplicações, acarretando a não existência de uma definição precisa para eles. No entanto, é consenso geral que tais sistemas procuram ajustar-se automaticamente às diferentes exigências do ambiente, bem como às diversas mudanças de circunstâncias.

Neste sentido, pode-se dizer que a adaptabilidade é a propriedade responsável por expressar a possibilidade de um sistema modificar-se de acordo com a troca de circunstâncias, exigências ou necessidades. Sendo assim, ela faz parte do planejamento que processa a determinação de um retorno para o usuário.

Com a adaptabilidade os sistemas são capazes de:

- ajustar as formas de transferir a informação para o usuário;
- transformar o conteúdo da informação;
- combinar meios eficientes de comunicação;
- diferenciar apresentações de informações de acordo com níveis de experiências dos usuários;
- considerar as preferências do usuário durante a interação;
- facilitar a recuperação de informações em grandes coleções de materiais.

No entanto, todas estas capacidades somente serão viáveis se o sistema construir um modelo do usuário composto por todas as características relevantes ao tipo de adaptação a ser atingida.

## 4.2 Requisitos Desejáveis em um Sistema Adaptável

Como todos os sistemas existentes os sistemas adaptáveis também possuem uma série de requisitos desejáveis. A seguir são abordados os mais importantes com relação ao estudo proposto.

- **Diversidade:** o sistema deve ser utilizado, de maneira conveniente, por todas as classes de usuários;
- **Satisfação:** o usuário deve ficar, ao usar o sistema, sem frustrações, por exemplo, quanto à espera e entendimento;
- **Eficiência:** o sistema deve minimizar o esforço gasto pelo usuário na busca das informações adequadas;
- **Passividade:** o controle da interação com o sistema deve ficar por conta do usuário, implicando, assim, que o sistema assuma um papel passivo quanto a isto.

## 4.3 Tipos de Sistemas Adaptáveis

Os sistemas adaptáveis são estudados para as mais diversas aplicações e fazem uso das mais diferentes técnicas de adaptação. Entretanto, devido aos objetivos gerais, todos estes sistemas possuem um fator em comum: o uso de estruturas para representar o conhecimento sobre o usuário, ou seja, o seu modelo. Nas próximas seções são analisados alguns tipos de sistemas adaptáveis encontrados na literatura.

### 4.3.1 Sistemas Hiperfídia

Os sistemas de hiperfídia tornaram-se muito populares nos últimos anos como uma ferramenta para conduzir o usuário no acesso às informações. Segundo Brusilovsky [BRU 95], do ponto de vista dos usuários, existem dois motivos principais para prover a adaptação nestes sistemas.

O primeiro é relacionado com a possibilidade da adaptação resolver o problema quanto as diferentes classes de usuários que utilizam os sistemas de hiperfídia. Tais usuários possuem diferentes objetivos e variado conhecimento sobre o assunto tratado pelo sistema, acarretando em interesses distintos. Os usuários realmente necessitam informações diferenciadas, o que não é possível através de sistemas normais de hiperfídia. Brusilovsky [BRU 95] identifica, como uma possível solução, utilizar o modelo do usuário para adaptar a informação e os *links* apresentados a eles, o que é denominado de **Apresentação Adaptável**. Tal apresentação pode resolver o problema do uso de sistemas hiperfídia na educação, onde os usuários podem ter diferentes conhecimentos ao mesmo tempo.

O segundo motivo é a possibilidade da adaptação proteger o usuário a fim de que este não se perca no hiperespaço, quando se tratar de um sistema de hiperfídia grande.

Com o conhecimento sobre o usuário, o sistema pode guiá-lo em sua navegação, limitando, assim, o espaço de visitação. Deste modo, o sistema pode fornecer suporte limitando os *links* visíveis ou apenas sugerindo *links* relevantes para serem seguidos, o que é denominado por Brusilovsky [BRU 95] de **Adaptação de Navegação**.

De acordo com o contexto acima, pode-se dizer que os sistemas de hipermídia são utilizados em várias situações: quando o sistema abrange uma grande quantidade de informações, isto é, quando o hiperespaço é grande, e/ou quando o sistema é utilizado por usuários com os mais variados objetivos e conhecimentos. Neste sentido, encontra-se na literatura descrições de sistemas de hipermídia adaptáveis, sendo usados nas mais diversas áreas de aplicação. A primeira área refere-se aos sistemas de documentação *on-line*, onde os sistemas de hipermídia são usados por duas razões: para prover uma navegação individualizada e para prover diferentes informações aos usuários. A segunda área refere-se aos sistemas com ajuda avançada e facilidades de explicação. A tecnologia de hipermídia é usada para prover adaptação no nível das explicações para diferentes classes de usuários. A terceira área de aplicação refere-se aos sistemas educacionais. Neste caso os componentes hipermídia são usados para prover exploração dirigida pelo estudante no material educacional. A adaptação hipermídia irá ajustar a informação apresentada para o nível de conhecimento do estudante e prover suporte à navegação, sugerindo o melhor *link* a ser seguido. Segundo Brusilovsky [BRU 95], poucos sistemas de adaptação de hipermídia são aplicados em áreas diferentes das acima abordadas.

Com base no que foi apresentado conclui-se que, em sistemas deste tipo, o que pode ser adaptado é o conteúdo das páginas hipermídias e os *links* relacionados a elas, sendo a adaptação do conteúdo o principal exemplo de adaptação de apresentação. Já a adaptação dos *links* pode ser usada pela apresentação adaptável na mudança do conjunto de *links* visíveis, e pela navegação adaptável, na mudança da apresentação dos *links* para prover a orientação [BRU 95].

#### **4.3.2 Interfaces Adaptáveis**

Interface Homem-Máquina é a forma como se estabelece a comunicação entre o usuário e o computador. Neste sentido, elas são investigadas de acordo com sua flexibilidade relacionada às diferentes exigências e às várias circunstâncias de aplicação. Com isto fica evidente que as interfaces adaptáveis satisfazem todas estas condições, pois determinam a comunicação com o usuário de acordo com uma análise de seu modelo e com as características do sistema.

Sendo assim, a adaptabilidade foi definida por Bálint [BAL 95] como uma propriedade da interface a qual permite ajustá-la a certas circunstâncias ou alguns de seus parâmetros podem ser adaptados a certas especificações. A interface adaptável pode observar as ações do usuário e a partir delas gerar um conjunto de suposições responsáveis em determinar a melhor forma de interação, sem necessitar que o usuário defina o que fazer. Neste caso, dependendo do tipo de usuário, a interface pode, por exemplo, trabalhar com menus ou então com linhas de comando, visando um maior conforto do usuário em sua utilização.

No que se refere a interfaces adaptáveis para a Web, Oosterdorp et al. [OOS 95] analisam duas abordagens distintas:

1. Adaptar a interface baseado na maneira como o usuário interage com ela: tornar mais fácil o acesso a certas funções como, por exemplo, mudar a ativação de um procedimento realizado por menus para uma ativação realizada por botões. Isto depende das ações do usuário durante o tempo de interação.
2. Adaptar a organização das informações presentes na interface do usuário: trata-se de ajustar a organização dos nodos da Web, de acordo com a navegação do usuário, isto é, nodos menos visitados tendem a tomar um lugar menos privilegiado.

#### **4.3.3 Sistemas de Visualização de Dados**

A visualização de dados consiste no processo de mapear números para figuras. A interpretação destas figuras é o estágio final da visualização [DOM 94]. Sendo assim, para assegurar uma visualização significativa o sistema necessita adaptar-se aos desejos, habilidades e dificuldades do usuário, interpretando objetivos, identificando os recursos disponíveis (Hardware e Software) e a forma e o conteúdo dos dados a serem visualizados.

Neste sentido, no sistema proposto por Domik [DOM 94], é gerado um modelo do usuário como base para o sistema de adaptação. Este modelo é composto por 5 habilidades do usuário que são relevantes no processo de visualização: a percepção de cores, a lembrança das cores, a associação de cores com itens de dados, a rotação mental para a representação bi ou tridimensional de objetos, e a habilidade do usuário quanto a tarefas manuais. Com isto, é possível, por exemplo, identificar usuários com deficiência em reconhecer cores, o que tornaria difícil uma visualização complexa; e identificar pessoas com deficiência em habilidades motoras, o que seria difícil para elas apontar pequenos objetos no vídeo.

#### **4.4 Modelo do Usuário**

O modelo do usuário é uma fonte de conhecimento que contém informações, explícita ou implicitamente codificadas, de todos os aspectos relevantes do usuário para a conduta de um determinado sistema [KOB 89] [KAS 91] [STR 92] [FRA 93]. Com base nisso, pode-se dizer que o conteúdo do modelo depende do tipo de adaptação que o sistema espera prover [DIV 94]. Neste sentido, este conteúdo pode variar desde idade, educação e condições médicas até nível de experiência e preferências do usuário.

Há muitos tipos de sistemas que empregam a modelagem de usuários. O sistema descrito por [GRE 96] baseia-se em modelar as metas naturais de instrução e as características únicas dos estudantes para fornecer um Tutor Inteligente. Em [PAR 89] considera-se o nível de conhecimento do usuário sobre o domínio da conversa um fator importante para adaptar as respostas que provêm informações e entendimento para o usuário. Similarmente, o sistema de consulta em linguagem natural para o sistema operacional Unix utiliza KNAME, o qual trabalha com a modelagem explícita de

usuários, a fim de agrupá-los de acordo com seus níveis de experiência no uso do Unix [CHI 89]. Por fim, Grundy [RIC 79] modelou as particularidades da personalidade do usuário e usou estereótipos para tratar as preferências do usuário e sugerir livros para serem lidos. Os estereótipos são estruturas que descrevem atributos tipicamente exibidos nos usuários a eles associados, que, por sua vez, são provavelmente usuários do sistema [RIC 89].

Entre os muitos fatores que diferem os sistemas acima estão a forma como são obtidas as informações do usuário e os tipos de classificação dos modelos.

#### 4.4.1 Classificação dos Modelos

O termo modelo do usuário é usado em diferentes contextos para descrever o conhecimento sobre o usuário usado por sistemas adaptáveis. Muitas vezes estes modelos apresentam estruturas totalmente diferentes. Por esta razão, existe na literatura uma série de critérios que permitem classificá-los [RIC 89] [FIN 89] [FRA 93]:

- **Tipos de Indivíduos**

Os sistemas podem trabalhar com mais de um tipo de usuário, sendo necessário, portanto, a capacidade de modelar mais de um tipo de indivíduo. Um sistema voltado à educação, que se preocupa com a comunicação propriamente dita, isto é, com a melhor forma de interagir com o usuário, construindo um modelo para o aluno a fim de realizar as inferências necessárias, é um exemplo de sistema que trabalha com dois tipos de indivíduos: o professor e o aluno.

- **Número de Modelos de cada Usuário**

O sistema pode trabalhar com mais de um domínio, isto é, não considerar apenas um único domínio para a aplicação. Sendo assim, o usuário poderá possuir mais de um modelo, tendo um domínio diferente para cada um.

- **Grau de Especialização**

Considerando o grau de especialização, um modelo pode ser genérico ou individual. O modelo genérico assume um conjunto homogêneo de usuários, onde todos os indivíduos que utilizam o sistema são similares nos aspectos relevantes à aplicação, podendo ser tratados da mesma maneira.

Já o modelo individual contém informações específicas para um único usuário, tornando necessário, em sistemas que o utilizam, a existência de um modelo separado para cada um. Um exemplo do uso deste modelo é um sistema de e\_mail que permite a cada usuário ter um arquivo com suas preferências para os vários parâmetros do sistema.

- **Extensão Temporal**

A extensão temporal refere-se ao tempo de duração do modelo, podendo ser de curto ou longo-prazo.



Os modelos de curto-prazo são construídos no início da execução do sistema e expiram ao final, isto é, ao final da sessão. Por sua vez, os modelos de longo-prazo caracterizam-se por serem mantidos de sessão para sessão.

- **Modificabilidade**

De acordo com a modificabilidade, o modelo do usuário pode ser estático ou dinâmico, dependendo se é ou não modificado durante a sessão.

- **Uso do Modelo**

O modelo pode prover informações descritivas ou prescritivas sobre o usuário. Modelos descritivos servem como uma base de informações sobre o usuário, a qual é recuperada à medida que outros componentes do sistema solicitam. Modelos prescritivos simulam o comportamento do usuário no sistema, tornando possível saber como o usuário poderá agir.

#### 4.4.2 Construção do Modelo do Usuário

O processo de construção do modelo busca, através da extração de informações, gerar um modelo apropriado para o usuário. Este processo envolve desde a aquisição do conhecimento sobre o usuário, o qual pode informar explicitamente os objetivos almejados, até a manutenção do modelo.

As técnicas para adquirir conhecimento sobre o usuário são chamadas de aquisição [FIN 89]. Segundo vários autores, este conhecimento pode ser extraído de duas formas [KAS 88] [FIN 89] [DOM 94]:

- **Aquisição Explícita:** pode apresentar duas origens distintas: o projetista da aplicação ou o usuário. O projetista utiliza a aquisição explícita de conhecimento quando constrói estereótipos ou modelos genéricos de acordo com suas expectativas quanto aos usuários do sistema. Por sua vez, quando o usuário fornece informações diretas que descrevem seus objetivos e suas características particulares, através de questionários e/ou formulários, também se têm aquisição explícita.
- **Aquisição Implícita:** neste tipo de aquisição, o modelo é construído através da observação do comportamento do usuário ao longo do uso do sistema. Com isto, o sistema torna-se hábil em inferir fatos sobre o usuário a partir de suas ações. Por esta razão, a aquisição de informações implicitamente é mais difícil.

No entanto, estas duas formas podem coexistir em um mesmo sistema, e serem tratadas em conjunto. Segundo esta idéia, muitos sistemas iniciam o processo de extração com a modelagem explícita, buscando do usuário suas características e, então, constroem um modelo inicial. Depois, o sistema passa a observar o usuário, acrescentando, ao longo da interação, novas informações ao seu modelo [DOM 94].

Existem também sistemas que fazem uso de testes para revelar habilidades do usuário. Muitos destes testes são freqüentemente implementados para jogos educacionais, os quais apresentam diferentes níveis de dificuldade.

Como podemos observar, a escolha da forma de extração depende principalmente do objetivo a ser alcançado com o sistema.

Por sua vez, a manutenção do modelo do usuário envolve incorporar novas informações ao mesmo, o que, muitas vezes, pode criar inconsistências. Neste sentido, manter o modelo significa atualizar e restaurar a consistência se necessário [KAS 88].

#### 4.4.3 Importância do Modelo do Usuário

O modelo do usuário provê informações que podem ser usadas para muitos fins, dependendo da aplicação. A FIGURA 4.1 ilustra alguns possíveis usos do modelo [FIN 89].



FIGURA 4.1 - Usos do Modelo do Usuário

Quando o modelo é explorado para prover auxílio e conselhos ao usuário, ele fornece informações que permitem ao sistema avaliar a relevância da ajuda e o momento mais apropriado para tal.

Quando o modelo é utilizado para prover saída (retorno) ao usuário, ele fornece informações que permitem ao sistema decidir o que e como apresentar resultados ao usuário.

Quando o modelo obtém dados do usuário, ele fornece informações que permitem ao sistema decidir o que e como perguntar e como interpretar as respostas do usuário.

Por fim, quando o modelo reconhece o comportamento do usuário, ele fornece informações que permitem ao sistema reconhecer objetivos e planos do usuário.



## 4.5 Comunicação entre sistemas de modelagem e aplicações adaptáveis

Como foi citado no início deste capítulo, em um sistema adaptável é imprescindível a existência de um modelo do usuário para conter as características deste. A maioria dos sistemas incorpora o processo de modelagem diretamente na aplicação, o que torna mais difícil seu uso na hora da consulta aos dados do usuário, bem como sua posterior reutilização.

Neste sentido Kobsa [KOB 96a] definiu um protocolo para comunicação entre as aplicações adaptáveis e sistemas de modelagem do usuário. As aplicações podem informar ao sistema de modelagem as observações realizadas a respeito do usuário. Por sua vez, o sistema de modelagem pode, com estas observações, fazer suposições sobre as características do usuário, e informar, às aplicações, os resultados úteis ao seu andamento. A fim de proporcionar estas vantagens, o protocolo foi definido através de um padrão de primitivas denominadas *Performatives*, as quais estão agrupadas em quatro níveis de acordo com sua importância no processo de comunicação.

No nível 1 são encontradas as primitivas consideradas obrigatórias para estabelecer uma comunicação razoável entre a aplicação e o sistema de modelagem. No nível 2, as primitivas não são consideradas estritamente obrigatórias, mas são desejáveis. No nível 3, as primitivas caracterizam-se por estabelecer uma comunicação padrão que deve ser realizada em um futuro próximo. Por fim, no nível 4, as primitivas podem ser postergadas para uma utilização mais distante. Na FIGURA 4.2 são ilustradas uma lista de primitivas de acordo com seus níveis.

<b>Nível 1:</b>	<b>Nível 2:</b>	<b>Nível 3:</b>	<b>Nível 4:</b>
- tell	- untell	- insert	- deny
- signal	- ask-if	- delete	- standby
- error	- ask-about	- delete-one	- ready
- replay	- ask-one	- delete-all	- next
- ask-whether	- ask-all	- evaluate	- rest
	- stream-all	- stream-about	- discard
	- eos	- unarchive	- generator
	- achieve	- advertise	- forward
	- register	- subscribe	- broadcast
	- unregister	- monitor	- pipe
	- transport-address		- break
			- broker-one
			- broker-all
			- recommend-one
			- recommend-all

FIGURA 4.2 - Lista de Primitivas proposta por Kobsa [KOB 96a]

## 5 CSCW - Suporte por Computador ao Trabalho Cooperativo

Atualmente verifica-se que devido à crescente evolução tecnológica, os problemas antes solucionados individualmente sofreram um grande aumento de complexibilidade. Este fator juntamente com a necessidade de um tempo reduzido para a solução, bem como a falta de recursos apropriados para tal, acarretou o aumento pela exigência de trabalhos realizados em equipes multidisciplinares. Estas equipes são constituídas por grupos de pessoas com diferentes formações, as quais interagem de forma cooperativa, trocando informações e compartilhando experiências, a fim de atingir os resultados esperados [BOR 95] [DIE 96].

Os sistemas computacionais que provêm suporte para as pessoas interagirem cooperativamente são denominados **CSCW** (*Computer-Supported Cooperative Work*). Tais sistemas refletem a ansiedade do usuário na busca de programas que facilitem a interação humana, além da trivial utilização do computador para a resolução de problemas. Com isto, aumentará o potencial dos grupos de trabalho envolvidos na realização de tarefas comuns [ELL 91] [BOR 95]. Nestes sistemas os participantes do grupo não necessitam encontrar-se em um mesmo ambiente, nem mesmo trabalhar todos juntos ao mesmo tempo.

Neste capítulo são abordadas as características, a classificação, bem como, as tecnologias envolvidas em CSCW.

### 5.1 Conceitos

O termo *groupware* é freqüentemente adotado na literatura de CSCW. Muitos autores preocupam-se em definir claramente a distinção entre eles. Com base nisso, alguns pesquisadores denominam a pesquisa de trabalho cooperativo apoiado por computador como sendo CSCW, e as aplicações geradas por estas pesquisas como, por exemplo, os sistemas de mensagens e os sistemas de suporte à decisão, como sendo groupware [ELL 91] [GRU 94]. Conseqüentemente, Barros [BAR 94] definiu CSCW como sendo uma disciplina científica que visa motivar e validar os sistemas de groupware.

Outro fator importante a ser mencionado é a diferença entre os sistemas de groupware e os sistemas multi-usuários. Segundo Borges [BOR 95], os sistemas multi-usuários não possibilitam a interação entre os usuários nem mesmo monitoram suas ações, fornecendo apenas um mecanismo para a visualização de objetos comuns, como, por exemplo, os sistemas de gerenciamento de banco de dados. Por outro lado, estes sistemas são essenciais para a construção de sistemas de groupware, que, por sua vez, devem dar suporte à execução de tarefas comuns realizadas em ambientes multi-usuários.

## 5.2 Cooperação

Muitas vezes um indivíduo busca executar uma tarefa que individualmente parece impossível de ser realizada, fazendo-se necessária a interação entre um grupo de pessoas. Neste caso, surge o conceito de cooperação o qual visa alcançar um objetivo comum através do trabalho em equipe, tornando-se um sistema de trocas composto de elementos sociais, psicológicos e biológicos. Sendo assim, o trabalho cooperativo deve ser eficaz de modo a atingir os seus objetivos com o trabalho em grupo, e, juntamente, ser eficiente no sentido de satisfazer as idéias individuais [COS 92] [BEH 96].

Segundo Barros [BAR 94], a cooperação envolve vários processos: comunicação, negociação, coordenação e compartilhamento, os quais são abordados nas próximas seções.

### 5.2.1 Comunicação

É consenso que a comunicação entre os componentes de uma organização coletiva é a forma mais universal de cooperação, ocorrendo durante todo o tempo de vida do grupo. Ela engloba troca de idéias, de opiniões e discussões que podem influenciar o trabalho sendo desenvolvido, e propiciar o crescimento dos indivíduos e do próprio grupo.

A comunicação pode ocorrer com os participantes localizados no mesmo local ou em locais distantes. Neste caso, fazem-se necessárias as redes de computadores. Quando o grupo encontra-se em um mesmo local, a comunicação ocorre de maneira face-a-face ou através de sistemas de suporte a reuniões. A primeira não requer mecanismos sofisticados, uma vez que os participantes podem, por exemplo, utilizar-se da fala para conversar. Por sua vez, os sistemas de suporte a reuniões utilizam salas de reuniões eletrônicas, nas quais os participantes podem emitir simultaneamente suas opiniões por meio de estações de trabalho conectadas em rede, tornando, desta forma, o processo mais objetivo e produtivo [DIE 96].

Quando o grupo não se encontra geograficamente próximo a comunicação pode ocorrer de forma assíncrona ou síncrona. Na comunicação assíncrona não é preciso que os participantes estejam conectados ao mesmo tempo. Neste caso, o assunto em discussão não exige uma solução imediata, sendo as opiniões gerenciadas e armazenadas pelo sistema. Como exemplo pode-se citar as listas de discussões presentes na Internet. Por sua vez, na comunicação síncrona os participantes trocam mensagens como se estivessem face-a-face. Neste caso, a troca de informações pode ocorrer, por exemplo, através de mensagens, canais de áudio ou vídeo.

### 5.2.2 Negociação

A negociação é uma forma particular de comunicação, onde é preciso alguma estruturação. Ela ocorre quando tem-se uma opinião sobre um determinado assunto e deseja-se a aceitação dos demais participantes do grupo, isto é, os participantes tentam encontrar uma solução para os possíveis conflitos de modo a satisfazer a maioria. O tempo de duração da negociação é determinado de acordo com a complexibilidade do

problema. Quando mais complexo for o problema maior será a dificuldade de lembrar todos os argumentos, contra-argumentos e dados utilizados, bem como as decisões parciais tomadas, justificando-se, desta forma, a valia do uso de mecanismos automáticos para o apoio à negociação.

Entretanto, estes mecanismos também podem ser úteis em reuniões de curta duração para a organização das informações obtidas ou necessárias aos participantes. Tal organização pode envolver o acesso de forma rápida às informações necessárias, no momento em que forem referenciadas.

A negociação, de acordo com Barros [BAR 94], pode ser vista como um mecanismo auxiliar para que os participantes do grupo tomem decisões quanto ao planejamento e/ou a execução de tarefas a serem realizadas.

De acordo com a forma de gerenciamento, a negociação pode ser livre ou orientada. A negociação livre permite que todos os componentes do grupo possuam igual acesso aos argumentos e tenham direitos de inserir suas opiniões sem necessitar de autorização. Por sua vez, na negociação orientada utiliza-se moderadores, os quais possuem a função de organizar os argumentos, resumindo e analisando o estado da negociação em tempos periódicos.

Quando todas as posições e argumentos forem apresentados é necessário tomar as decisões. Se as argumentações foram bem conduzidas, se as propostas atenderam aos requisitos iniciais e se o assunto não causar polêmica é provável que os participantes concordem com os resultados gerados durante o processo, chegando, desta forma, a um acordo final. Caso contrário, deve-se utilizar mecanismos para a apuração de opiniões, permitindo a dissolução de conflitos, tais como a votação.

### **5.2.3 Coordenação**

Assim como a negociação, a coordenação é um processo essencial para a cooperação ocorrer bem sucedida. É sabido que para um grupo alcançar um objetivo comum de forma harmoniosa são importantes mecanismos que coordenem a comunicação entre os participantes e as atividades sendo realizadas. Adicionalmente, também podemos considerar formas de marcar eventos, a definição de prazos e encontros e o controle ao acesso às áreas particulares, bem como o uso de dados públicos por pessoas autorizadas, outros aspectos relevantes efetuados na coordenação. Neste sentido, a coordenação é vista como uma habilidade de arranjar encontros e outras interações entre os participantes e, também, de comandar as atividades, alocando recursos e produzindo relatórios periódicos onde ficam registradas as tomadas de decisão e as novas atividades, bem como as já realizadas.

Como definido em [BAR 94], para cada aplicação, características do grupo e suporte tecnológico, existirão formas distintas de trabalho, acarretando diferentes necessidades de coordenação das ações e da comunicação. A forma livre é aquela em que não é previsto nenhum mecanismo explícito de coordenação, comumente usada por sistemas de correio eletrônico. A forma centralizada é caracterizada por uma coordenação monopolizada por um indivíduo que exerce este papel no mundo não

eletrônico. Neste caso, o coordenador terá privilégios e direitos de acesso distintos dos outros participantes, podendo, por exemplo, organizar a comunicação. A forma semi-automática ocorre quando o sistema executa algumas funções do coordenador, tais como a gerência da visualização de telas compartilhadas. Por fim, a forma automática é oferecida por sistemas que trabalham com agentes inteligentes, os quais passam a coordenar o processo de cooperação. Vários sistemas utilizam agentes para avisarem a chegada de mensagens e sugerirem ações a serem tomadas.

#### 5.2.4 Compartilhamento

O compartilhamento significa que um conjunto de indivíduos possui acesso comum e dividido a conhecimentos, informações, objetivos ou idéias [BAR 94]. Neste sentido, as ações cooperativas baseiam-se no compartilhamento de objetivos relacionados com a atividade realizada.

No trabalho cooperativo pressupõe-se que um objeto ou produto seja compartilhado e manipulado pelos integrantes do grupo. Estes objetos dependem da finalidade da aplicação, a qual pode variar desde o desenvolvimento de cursos até reuniões. Sendo assim, o objeto pode ser uma imagem, uma base de dados ou, até mesmo, uma página de hiperdocumento.

Quando o grupo compartilha um objeto e passa a efetuar ações sobre ele, corre o risco de utilizá-lo de forma indevida, uma vez que várias ações podem estar sendo realizadas simultaneamente, como em sistemas de co-autoria, onde o texto sofre alterações em seus parágrafos por vários autores. Para que este problema não ocorra são disponibilizadas várias propostas de controle. A mais conhecida é classificar os usuários em categorias as quais determinam as possíveis ações dos usuários, bem como os direitos de acesso aos dados, preservando, desta forma, a consistência. Estas categorias são responsáveis em atribuir papéis aos participantes que podem estar diretamente relacionados com o papel que este exerce no mundo não eletrônico. Os direitos de acesso, as possíveis ações e atribuições de privilégios estão associadas aos papéis.

Cabe ressaltar que os sistemas que prestam acesso a bases de informações compartilhadas, tais como o WWW e o Gopher, auxiliam muito o trabalho cooperativo.

### 5.3 Requisitos dos Sistemas de Groupware

Segundo Borges [BOR 95], um dos requisitos fundamentais dos sistemas de groupware é que eles sejam altamente configuráveis, adaptando-se às necessidades do usuário, isto é, o sistema deve ajustar-se às particularidades dos usuários, suas tarefas e ao ambiente.

Segundo [TOR 95], os sistemas de groupware devem apresentar os seguintes requisitos:

- **Ser altamente interativos:** os sistemas devem possuir rapidez para refletir as ações de cada usuário na própria interface.



- **Funcionar em tempo real:** os sistemas devem possuir rapidez para disseminar as alterações de cada usuário nas telas dos outros.
- **Funcionar de forma distribuída:** todos os participantes de um grupo conectados à rede devem possuir acesso aos dados independente de sua localização, isto é, as informações usadas no trabalho cooperativo devem estar fora do domínio de apenas alguns usuários.
- **Ser voláteis:** os sistemas devem permitir que os participantes entrem e saiam durante uma sessão.
- **Prover recuperação de informações:** os sistemas devem ser capazes de recuperar qualquer informação armazenada pelos usuários na base de dados.
- **Controladores de acesso:** os sistemas devem gerenciar o controle de acesso quando vários participantes tentam modificar os mesmos dados ao mesmo tempo.
- **Prover formas de comunicação paralela:** os sistemas devem facilitar a comunicação entre os participantes, permitindo uma conexão por canais externos ao objeto compartilhado como, por exemplo, oferecer um canal de voz.
- **Ser reconfiguráveis:** os sistemas devem aceitar as mudanças físicas na rede como o acréscimo ou diminuição de novas estações.

Fora os requisitos acima citados, é importante adicionar a preferência por sistemas menores e interrelacionados a aplicações monolíticas que incluem um conjunto completo de tarefas [BOR 95].

## 5.4 Classificação de Groupware

Na literatura encontramos várias características que permitem classificar os sistemas de groupware. As primeiras a surgirem foram quanto aos aspectos espaciais e temporais e com relação à funcionalidade [ELL 91]. Logo após foram apresentadas por [GRU 94] e [NUN 91] extensões à classificação tempo/espaco que visam explorar a previsibilidade e o tamanho do grupo.

### 5.4.1 Classificação segundo Aspectos Espaciais e Temporais

A classificação quanto aos aspectos espaciais e temporais aponta duas importantes comparações quanto a forma de interação [TOR 95].

- **Interação Síncrona X Interação Assíncrona:** Na interação síncrona duas ou mais pessoas trabalham simultaneamente sobre um ou mais objetos compartilhados. Estas pessoas podem ou não possuir conhecimento sobre o



que os outros estão fazendo. Na interação assíncrona os participantes trabalham sobre um mesmo objeto em instantes diferentes, podendo saber todas as alterações realizadas anteriormente pelos demais membros.

- **Interação face-a-face X Interação à Distância:** Na interação face-a-face as pessoas encontram-se reunidas em um mesmo ambiente físico, podendo trocar informações através da comunicação oral e escrita. Na interação à distância é necessário alguma forma de tecnologia que permita a ligação entre os participantes afastados fisicamente.

A FIGURA 5.1 ilustra as diferentes formas de combinação de tempo e espaço proposta por Ellis et al. [ELL 91].

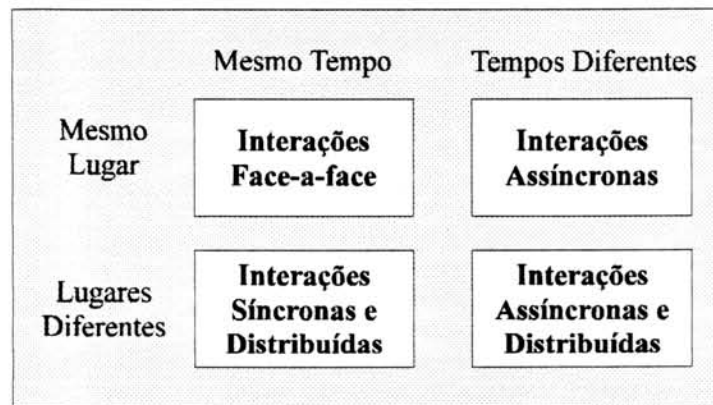


FIGURA 5.1 - Classificação segundo aspectos espaciais e temporais

No primeiro caso (mesmo lugar / mesmo tempo) estão presentes, por exemplo, as reuniões face-a-face, os sistemas de apoio à decisão, os sistemas de suporte a reuniões e os sistemas de organização de idéias (*Brainstorming*).

No segundo caso (lugares diferentes / mesmo tempo) enquadram-se, por exemplo, os sistemas de teleconferência, vídeo conferência e editores de texto em tempo real.

Os BBS (*Bulletin Board Systems*), as salas de reuniões virtuais e os sistemas de gerenciamento de arquivos encontram-se no terceiro caso (mesmo lugar / tempos diferentes).

No último caso (lugares diferentes / tempos diferentes) encontram-se, por exemplo, os sistemas de correio eletrônico e *workflow*.

#### 5.4.2 Classificação segundo a Previsibilidade

A classificação, segundo a previsibilidade proposta por Grundin [GRU 94], considera se o lugar ou momento são previsíveis ou não, conforme ilustrado na FIGURA 5.2.

Neste sentido, pode-se prever ou não quando e onde uma determinada atividade ocorrerá, isto é, a atividade pode ser realizada em um mesmo lugar, em diferentes lugares conhecidos pelos participantes como no correio eletrônico onde o endereço é definido e em vários lugares imprevisíveis como as listas de *News*.

No que diz respeito ao tempo, as atividades podem ocorrer ao mesmo tempo, em tempos diferentes mas previsíveis como ao enviar um *mail* aguarda-se uma resposta em um tempo razoável, e, por fim, em tempos diferentes e imprevisíveis como é o caso de autoria cooperativa [DIE 96].

	Mesmo Tempo	Tempo Diferente e Previsível	Tempo Diferente e Imprevisível
Mesmo Lugar	Auxílio a reuniões	Deslocamento de tarefas	Salas de grupos
Lugar Diferente e Previsível	Televídeo conferências	Correio Eletrônico	Edição colaborativa
Lugar Diferente e Imprevisível	Seminários de interação multicast	Bulletin boards eletrônicos	Workflow

FIGURA 5.2 - Classificação segundo a previsibilidade

### 5.4.3 Classificação segundo o Tamanho do Grupo

A classificação, segundo o tamanho do grupo proposta por Nunamaker et al. [NUN 91], considera o número de participantes do grupo. Esta classificação é importante especialmente para os sistemas de suporte à reuniões. Em tais sistemas é necessário o controle do espaço físico, o número de estações de trabalho disponíveis aos participantes, bem como a organização do local, isto é, disposição das estações no espaço.

### 5.4.4 Classificação segundo a Funcionalidade

A classificação segundo a funcionalidade das aplicações objetiva mostrar a extensão do domínio dos sistemas de groupware [ELL 91]. Neste sentido, podemos considerar como alguns sistemas de groupware os abaixo citados.

- **Sistemas de Mensagens**

Neste tipo de sistema os indivíduos trocam mensagens textuais de forma não simultânea, permitindo desta forma que os usuários apresentem suas idéias ao grupo

[BEH 96]. São os sistemas de groupware mais utilizados, pois com o surgimento da Internet houve uma grande proliferação dos mesmos entre os usuários.

Pertencem a esta categoria os sistemas de correio eletrônico, as listas de interesse (*News*) e os sistemas de quadros de aviso (BBS).

- **Editores Cooperativos (autoria cooperativa)**

Os editores cooperativos são sistemas que permitem a edição de documentos ou gráficos por várias pessoas, utilizando, para tal, uma área compartilhada.

A edição pode ocorrer de forma síncrona ou assíncrona. Na primeira, o trabalho de um co-autor é imediatamente visível pelos outros. Já na edição assíncrona os co-autores trabalham sobre um mesmo objeto em tempos diferentes, podendo trocar anotações entre si. Em ambas as formas o sistema deve garantir que todos os co-autores possuam conhecimento da participação e das atividades que estão sendo realizadas pelos outros, mesmo que estes estejam em locais geograficamente distribuídos [DIE 96], isto é, os co-autores podem estar em uma mesma sala ou em locais dispersos.

Entre os sistemas de autoria cooperativa encontramos Grove [ELL 91], CoMediA [SAN 93], SERPIA [HAA 92] e Shared Books [LEW 88].

- **Agentes Inteligentes**

São sistemas que utilizam a noção de agentes inteligentes, isto é, mecanismos automatizados responsáveis por um conjunto de tarefas específicas. Tais tarefas envolvem, por exemplo, avisos de chegada de mensagens, respostas de forma automática a questões não compreendidas pelos indivíduos e sugestões de ações a serem tomadas.

Segundo Ellis et al. [ELL 91], muitos jogos computacionais podem gerar participantes automaticamente (agentes inteligentes) se o número de pessoas for insuficiente para a execução do jogo.

Alguns exemplos de sistema que utilizam agentes inteligentes são *Information Lens* e *Object Lens* [CRO 88].

- **Sistemas de Conferência Eletrônica**

Os sistemas de conferência eletrônica podem ser classificados em: sistemas de conferência em tempo real (síncronos), sistemas de conferência assíncrona e sistemas de teleconferência.

Os sistemas de conferência em tempo real permitem que um grupo de pessoas interajam sincronamente através de terminais ou estações conectadas em rede, estando ou não no mesmo espaço físico. O RICAL (*Read Time Calendar*) [SAR 85] é um exemplo deste tipo de sistema.

Os sistemas de conferência assíncrona permitem que os integrantes do grupo participem de reuniões no tempo que melhor lhes convir. Neste sentido, os participantes

apresentam suas contribuições e o sistema as armazena, possibilitando o acesso e análise pelos demais integrantes. O USENET (*newsgroups*) é exemplo deste tipo de sistema.

Os sistemas de teleconferência necessitam de algum suporte de telecomunicação como transmissão de vídeo e áudio para a troca de mensagens em tempo real entre os participantes.

- **Salas de Reuniões Eletrônicas e Sistemas de Tomada de Decisão**

As salas de reuniões eletrônicas (EMS) oferecem várias estações de trabalho interligadas em rede para apoiar reuniões face-a-face. Também são utilizados telões computadorizados (*Whiteboard*) e equipamentos de áudio e vídeo [BOR 95]. Estes sistemas trabalham com mecanismos para a geração e organização de idéias e preparação de pautas de reuniões, a fim de possibilitar a facilidade para a tomada de decisão. Estas salas eletrônicas são utilizadas pelos sistemas de suporte a decisão em grupo (GDSS), os quais tornam a resolução de problemas mais ágil, acarretando, assim, um aumento de qualidade e produtividade. Isto deve-se principalmente às vantagens advindas do uso de tais sistemas como: facilidade e agilidade no processo de tomada de decisões (uma vez que as idéias encontram-se organizadas) e a facilidade na visualização do problema e das possíveis soluções por parte do grupo em um ambiente compartilhado [DIE 96].

- **Sistemas de Coordenação**

Os sistemas de coordenação gerenciam e organizam trabalhos complexos juntamente com as ações interrelacionadas dos participantes. Aos indivíduos é possibilitada a visualização de suas ações, bem como, as dos outros membros, as quais sejam consideradas relevantes para atingir o objetivo final do trabalho cooperativo.

Para solucionar os problemas de coordenação do grupo, Borges [BOR 95] destacou alguns tipos de abordagens utilizadas por este tipo de sistema, entre elas encontramos formulários e conversação.

Os sistemas que trabalham com o conceito de formulário são conhecidos como *Workflow*. Tais sistemas são considerados os mais importantes entre os sistemas de coordenação. Eles visam direcionar os documentos em forma de formulários eletrônicos dentro de uma organização, controlando a coordenação das atividades realizadas pelas pessoas e as relacionadas com o processo. Com isto, eles aumentam a produtividade e a qualidade, diminuindo os custos. Por sua vez, os sistemas orientados à conversação realizam a monitoração das correspondências eletrônicas das pessoas, controlando pedidos e compromissos.

## **5.5 Tecnologias Envolvidas em CSCW**

Para o desenvolvimento de ferramentas de CSCW, além da preocupação pelo estudo do comportamento humano ante a interação em equipe, também devemos considerar o envolvimento de um conjunto de tecnologias das mais diversas áreas da Computação.

Atualmente um grande esforço está sendo despendido a fim de pesquisar-se diferentes tecnologias para o suporte ao trabalho cooperativo. Tais tecnologias são importantes uma vez que devemos buscar formas de automatizar o processo de cooperação de maneira integrada, principalmente quando os participantes de um grupo encontram-se geograficamente distantes. Algumas tecnologias abordadas em [BOR 95] e [DIE 96] são analisadas quanto as suas funcionalidades no processo de cooperação.

### 5.5.1 Banco de Dados

Como sabemos, o trabalho cooperativo entre um conjunto de indivíduos envolve muitas vezes o desenvolvimento ou acesso a um ou mais objetos compartilhados, além de envolver os processos de comunicação, negociação e coordenação. Os sistemas de banco de dados propiciam o desenvolvimento destes processos garantindo o acesso concorrente às informações, notificando e visualizando as atividades dos participantes, bem como acompanhando a realização das tarefas.

Entretanto, a característica temporal do processo cooperativo onde as atividades podem ser realizadas de forma síncrona ou assíncrona traz importantes conseqüências aos sistemas de banco de dados [BOR 95]. Estes sistemas possuem mecanismos de controle de concorrência para manter a consistência e integridade das informações. Tais mecanismos contrariam o processo de cooperação, uma vez que impedem o acesso simultâneo dos participantes às informações, sendo alteradas por outros. Adicionalmente, o processo de *rollback* existente nestes sistemas, isto é, quando ocorre uma falha todas as transações executadas são desfeitas de forma a se obter novamente um estado consistente, não são aceitos pelos sistemas de groupware, pois acarretam em uma grande perda de tempo e de informações [DIE 96].

Com base nos problemas acima descritos, os sistemas de banco de dados, apesar de suas características serem consideradas bastante úteis aos sistemas de groupware, necessitam funcionalidades adicionais para suportar estas aplicações. Segundo Borges [BOR 95] tais funcionalidades incluem:

- maior riqueza semântica nas suas estruturas de representação;
- tratamento dos fatores e restrições temporais;
- maior riqueza de tipos de restrições de integridade e suporte à sua evolução;
- alto nível de interconectividade entre as informações;
- acompanhamento da evolução das informações através de versões;
- disponibilidade de mecanismos de gatilho para a ativação automática em resposta a eventos;
- tratamento dos problemas inerentes à distribuição de dados.



### 5.5.2 Redes de Comunicação

As redes de comunicação são o meio físico pelo qual os mecanismos de cooperação são implementados, devido, principalmente, à possibilidade do processo de cooperação ocorrer com os participantes distribuídos geograficamente distantes. Desta forma, é viabilizada a realização de conferências a longa distância, além de proporcionar o acesso a diversos serviços, como, por exemplo, o correio eletrônico e o fax.

Além disto, muitas novas aplicações surgiram devido a fatores como: a crescente expansão das redes; o surgimento da Internet; um maior número de serviços e mais conexões, acarretando definitivamente na mudança do processo de trabalho individualizado para o em grupo. Neste sentido, todo o tipo de tecnologia, incluindo as topologias de rede, os tipos de cabos de ligação e, até, a forma de transmissão dos dados estão sendo analisados a fim de promover melhores recursos aos sistemas de CSCW.

### 5.5.3 Interfaces

A interface é o meio de comunicação entre o indivíduo e o computador, permitindo o envio e recebimento de informações. Este conceito é mais abrangente quando trata-se de interfaces de sistemas de suporte ao trabalho em grupo. Além da interface ser o meio de comunicação entre o indivíduo e o computador, ela passa também a ser o meio de comunicação entre os participantes do grupo. Neste sentido, ela deve prover mecanismos eficientes de modo a permitir o máximo de compartilhamento entre os membros de uma atividade cooperativa. Para isto, elas devem sofrer algumas modificações, tais como: prover o aviso de eventos; prover o acesso concorrente às informações de modo a efetuar alterações; manter a consistência das atividades ativas tanto na área compartilhada como na área privada e permitir que o usuário perceba aspectos relativos à comunicação [BOR 95]. Isto tudo é possibilitado, por exemplo, através do uso de recursos sonoros, cores e mudanças de ícones.

### 5.5.4 Hipermídia

A tecnologia de hipermídia é uma das que mais e melhor prestam apoio às atividades cooperativas. Isto deve-se a existência de objetivos comuns entre esta tecnologia e os sistemas de CSCW. Ambos buscam facilitar as interações entre os indivíduos, bem como entre indivíduos e os computadores [KHO 95].

O hipertexto é definido como uma forma não linear de acesso às informações. Tal enfoque pode ser utilizado em sistemas de cooperação em que um aluno cria *links* que podem ser complementados por outro aluno. Desta forma, a troca de idéias e experiências e a organização são estimuladas.

Segundo Borges [BOR 95], os sistemas de hipermídia possuem algumas características que vão ao encontro de diversos requisitos das aplicações de groupware:

- **facilidade de acrescentar módulos de informação:** Os sistemas de hipertexto oferecem facilidades para criar novos nodos, o que os torna interessantes ao trabalho cooperativo. Isto devido à facilidade de incrementar



bases de informações, processo este desejável ao trabalho em grupo onde os participantes podem acrescentar em momentos distintos suas opiniões, observações e idéias.

- **facilidade para estabelecer *links* entre os nodos:** estes *links* permitem estabelecer relações entre as informações de diversos membros do grupo, o que possibilita a comunicação entre eles.

Analogamente as outras tecnologias abordadas anteriormente, os hipertextos também devem incorporar alguns requisitos adicionais que satisfaçam as necessidades das aplicações de CSCW. Tais requisitos são, por exemplo, fazer uma distinção entre dados privados e públicos; fornecer suporte ao uso de aplicações específicas para cada usuário e prover mecanismos de coordenação das atividades do grupo [BOR 95].

### 5.5.5 Agentes de Software

A tecnologia de agentes de software é muito utilizada em sistemas de computação. Tais agentes apresentam grande importância no processo de cooperação, podendo ser utilizados para várias tarefas consideradas tediosas aos humanos [DIE 96]. Observamos a utilização desta técnica em organização de avisos de reuniões ou datas de entrega de trabalho, aviso da chegada de mensagens e geração de informações sobre as atividades.

Os agentes podem também ser utilizados para gerenciar a coordenação do processo de cooperação como forma de liberar os humanos desta tarefa que, muitas vezes, torna-se difícil. Neste sentido, os agentes abrem um grande campo de possibilidades para apoiar os sistemas de suporte ao trabalho em grupo, basta, entretanto, que os desenvolvedores de tais sistemas aproveitem todos os benefícios com eles advindos.

## 5.6 Cooperação na Educação

O trabalho cooperativo na educação é comumente utilizado por alunos e professores, estimulando o trabalho em grupo e, principalmente, substituindo a competição existente no processo tradicional de ensino, pela cooperação e ajuda mútua. Dentro deste contexto, os estudantes aprendem individualmente, com sua própria forma de pensar e analisar. Já o professor passa a coordenar e incentivar o processo de aprendizado, deixando de ser o detentor único do conhecimento [COS 92].

Neste sentido, segundo Behar et al. [BEH 96a], quando se trata de um ambiente educacional é possível definir os seguintes papéis dos diversos integrantes: o grupo é formado pelos alunos, os professores e os desenvolvedores do sistema; o aluno é a pessoa ou grupo de pessoas que utiliza o ambiente, ou seja, é aquele que irá aprender, através da sua interação, com os outros integrantes e o professor é quem domina o conteúdo a ser passado ao aluno, planejando situações de ensino e fazendo com que o aluno participe das atividades propostas por ele. A interação entre todos eles ocorre através da troca contínua de informações e idéias.

Este processo que visa encaminhar a educação para um aprendizado em conjunto é denominado de Aprendizagem Cooperativa (AC). Assim sendo, a interação entre os membros do grupo, os quais compartilham experiências, dúvidas e soluções, pode resultar em um aprendizado mais consistente e permanente. Para isso, várias técnicas vêm se mostrando eficientes, tanto no domínio cognitivo, aumentando a capacidade de aprender, quanto no afetivo, aumentando a autoconfiança pessoal e do grupo [TOR 95].

No entanto, existem alguns aspectos a serem analisados para obter-se o sucesso na aprendizagem cooperativa [COS 92]:

- o professor deve coordenar os trabalhos dos grupos, motivando os participantes.
- os alunos devem ser estimulados a trabalhar em grupo.
- as questões propostas devem apresentar um nível de dificuldade, pois se o indivíduo consegue resolvê-las sozinho, não estará motivado ao trabalho em grupo.

Além disto, para que o aprendizado cooperativo ocorra entre todos os participantes, independente da localização e do momento, é preciso o emprego de redes de computadores, o que as torna uma ferramenta poderosa de apoio ao aprendizado, principalmente no ensino à distância. Sendo assim, as redes funcionam como o meio que possibilita a troca de informações entre os participantes do ensino cooperativo. Neste sentido, o desenvolvimento de novas tecnologias de rede, bem como, a crescente necessidade de novas aplicações cooperativas representam um importante significado para CSCW [MAR 96].

A utilização de boas ferramentas para auxiliar o trabalho cooperativo no processo de ensino-aprendizado é um requisito importante para a obtenção do sucesso desejado. Em [TOR 95] e [MAR 96] encontramos a especificação de algumas características a serem satisfeitas pelos programas direcionados a este fim:

- deve ser fácil de usar (como o caderno ou outro recurso de registro) não constringendo os usuários em função da dificuldade de uso;
- incentivar a cooperação e a interação entre os alunos;
- relacionar as vantagens desta interação;
- deve incluir facilidades de registro da evolução, de modo a permitir que todos avaliem o trabalho produzido, não só o professor;
- fornecer ferramentas que auxiliem o trabalho, como, por exemplo, um espaço de informação compartilhado;
- permitir a troca de informações e conhecimentos entre os participantes;
- deve ser flexível, a fim de adaptar-se às necessidades do grupo;

- armazenar o trabalho dos alunos e as informações geradas para uso futuro como fonte de pesquisa pelos próprios autores ou por outros estudantes;
- refletir o estágio de desenvolvimento de cada aluno para servir como forma de avaliação do trabalho produzido.

São vários os tipos de groupware que visam apoiar a educação [BOR 95]. Os sistemas de mensagens esclarecem dúvidas, distribuem exercícios e avisos. As salas eletrônicas são usadas como salas de aula, a fim de obter-se um maior aproveitamento dos alunos, através de novas propostas educacionais. Por fim, os sistemas de edição cooperativa são utilizados pelos alunos para que os mesmos desenvolvam trabalhos em equipes, através do compartilhamento de objetos. Além destes, existem ambientes especialmente desenvolvidos para prover o ensino à distância, como SCoope [MAR 96], que foi concebido para dar suporte ao processo de ensino-aprendizado, envolvendo pessoas que podem interagir de diversas localidades, em vários momentos e de diferentes formas.

## 5.7 Cooperação na Internet

A Internet é uma rede mundial de computadores que interliga pontos geograficamente distantes, possibilitando o compartilhamento e a troca de informações entre vários usuários de interesses comuns. No seu início, ela era um grande repositório de informações acessadas somente por um conjunto de interfaces não amigáveis. Com o surgimento da Web e de várias interfaces gráficas começou-se a explorar novos meios de interação como, por exemplo, os hipertextos e a multimídia.

Com o uso destes meios de interação, com a possibilidade de iniciar um processo externo ao servidor e a facilidade de criar mundos virtuais, começaram a surgir sistemas de suporte ao trabalho cooperativo [CAM 95]. Além disso, o WWW oferece grande potencial para o desenvolvimento destas aplicações de groupware, como habilitar a infraestrutura para a integração com ambientes para usuários finais e programas de aplicação; transparência da plataforma, rede e sistema operacional, e uma interface simples e consistente para a interação com o usuário independente da plataforma.

Fora os sistemas convencionais para suporte ao trabalho em grupo encontrados na Internet como o correio eletrônico e o *newsgroups*, há também uma série de aplicações disponíveis para domínio público.

O BSCW (*Basic Support for Cooperative Work*) [BEN 95] é um sistema em que os usuários geograficamente distribuídos interagem de forma assíncrona em uma área compartilhada. O servidor mantém várias áreas de trabalho sendo que cada uma possui diversos objetos compartilhados e um número de participantes que podem ter acesso a estes objetos. Neste sentido o BSCW realiza o controle de acesso de modo que os participantes possam criar e alterar objetos.

Outro exemplo é o *Hypermail*. Ele utiliza a interface gráfica do WWW para exibir mensagens do formato UNIX *mailbox* na forma de documentos HTML, que

fazem referências entre si. Desta maneira, o usuário pode navegar por entre as suas mensagens recebidas e armazenadas.

O Collage [COL 9?] é um editor colaborativo. Ele permite que os usuários colaborem em tempo real com outros, na co-edição de textos ou gráficos. No entanto, não existe nenhum processo de coordenação, nem mesmo de estruturação. A ferramenta *chat* do Collage permite a realização de conferência em tempo real.

Os MUDS (*multi-user dungeons*) são ambientes de realidade virtual, que surgiram para dar suporte a jogos de aventura, onde os jogadores podem conversar entre si, enviar mensagens e criar novos objetos. Eles podem ser utilizados para conferências em tempo real, possibilitando por exemplo, a criação de ambientes interativos para pesquisa e ensino.

Neste sentido, o WWW pode ser utilizado como um instrumento de incentivo e ensino à distância, uma vez que ocorre uma união entre o aproveitamento de recursos materiais e humanos com a estrutura física necessária para tal.

Segundo Scapin et al. [SCA 96] existem diversas vantagens em utilizar-se o WWW para o ensino à distância:

- a imensa distribuição de conhecimento pelo mundo;
- a possibilidade de uso de vários meios de ensino como, o texto, as imagens, o som e a comunicação entre os alunos ou entre os alunos e professores;
- a facilidade da escrita colaborativa;
- a redução de custos de distribuição, pois na Internet não há custos de impressão e transporte;
- o aluno pode fornecer seu retorno de maneira mais simples.

## 6 Agentes de Software

Os agentes de software são utilizados atualmente para realizar várias tarefas que visam tornar os sistemas de computação mais automáticos e inteligentes.

Este capítulo apresenta uma visão genérica do que são agentes de software e como eles podem ser usados. Este estudo visa uma posterior análise de possíveis tarefas a serem realizadas de forma automática no sistema SAGRES e permite, também, uma avaliação da possibilidade de acoplar futuramente novos serviços gerados pelos agentes.

### 6.1 Conceito

O termo **Agente** é amplamente utilizado para descrever entidades computacionais. Estas entidades são programas com características adicionais as quais realizam exatamente as tarefas a elas destinadas, podendo variar desde simples sub-rotinas até sistemas complexos.

Atualmente, os agentes são usados em vários programas existentes no mercado, como, por exemplo, em processadores de texto com verificação ortográfica automática. Tais processadores são flexíveis a ponto de verificar a escrita correta, alertando o usuário e, muitas vezes, corrigindo automaticamente os erros. Sendo assim, verifica-se a existência de uma variedade de abordagens e projetos que utilizam agentes, os quais vão desde interfaces do usuário adaptadas até sistemas geradores de scripts [EDM 94].

### 6.2 Características dos Agentes

Anteriormente foi citado que um agente é um programa computacional com características adicionais. Algumas destas características são listadas abaixo e definem exatamente um agente [DEM 92] [JEN 95] [FRO 95].

- **uma entidade real ou virtual:** o agente pode ser um programa computacional (real) como também um robô (virtual).
- **autonomia:** o agente deve ser capaz de solucionar seus problemas sozinho sem necessitar a intervenção de outros agentes ou de humanos. Neste caso, ele deve possuir um controle sobre suas ações e sobre seu estado interno, decidindo, com isto, quando agir.
- **interação social:** o agente deve ser capaz de interagir com outros agentes ou humanos, a fim de completar suas soluções ou auxiliar os outros em suas atividades. Para isto, ele deve possuir, no mínimo, um mecanismo para comunicar suas requisições e um para decidir quando a interação é apropriada.
- **responsabilidade:** como o agente está inserido em um ambiente, podendo ser, por exemplo, a Internet, ele deve perceber e responder em tempo às mudanças



ocorridas no mesmo. Tais mudanças podem ser causadas pelas ações dos vários agentes que agem neste ambiente.

- **objetivos:** o agente deve possuir objetivos a serem atingidos, através de suas ações.
- **iniciativa:** o agente não deve apenas agir em resposta ao ambiente, ele deve exibir oportunidades, encontrar procedimentos adequados ao objetivo e tomar uma iniciativa quando for apropriado.
- **adaptabilidade:** o agente deve possuir habilidade de modificar sua conduta ao longo do tempo de acordo com a mudança do ambiente, ou adicionar fatos do problema resolvido ao seu conhecimento.

### 6.3 Aplicações dos Agentes

O conjunto de possíveis aplicações ou tarefas executadas pelos agentes é realmente ilimitado. Eles podem auxiliar o usuário de diversos meios, como: esconder a complexibilidade de tarefas difíceis; executar tarefas em favor do usuário; treinar e ensinar o usuário; ajudar diferentes usuários no processo de colaboração e monitorar eventos e procedimentos [MAE 94], além de filtrar e recuperar informações, gerenciar caixas de *mails*, marcar reuniões e selecionar livros e filmes.

Neste sentido, os agentes podem ser de diversas formas como detalhado nas próximas seções.

#### 6.3.1 Assistentes Pessoais

Os assistentes pessoais realizam funções equivalentes aos de secretárias do mundo real. Eles são projetados para várias tarefas, incluindo marcação de reuniões, manuseio de e-mails, filtragem de notícias eletrônicas e seleção de livros. Os agentes responsáveis por muitas destas tarefas são de grande importância no ambiente da Internet, devido à complexibilidade e o grande volume de dados disponíveis.

Segundo Coen [COE 94], os assistentes pessoais *on-line* podem: responder automaticamente as requisições de reuniões, consultando a agenda de seu dono; guardar o local onde seu dono encontra-se, para ser informado quando solicitado; contatar seu dono baseado em sua localização, e, por fim, filtrar e-mails de acordo com as preferências de seu dono. Entretanto, o processo de construção de tais agentes envolve 2 problemas [CHE 96]:

- **competência:** estabelecer como o agente adquire conhecimento para decidir quando, o que, e como irá ajudar o usuário.
- **confiança:** saber como garantir que o usuário sinta-se confortável em passar tarefas ao agente.



Ainda segundo Cheong, tais problemas podem ser resolvidos através de várias interações entre o usuário e o agente, de modo a possibilitar que este aprenda sobre o usuário. Sendo assim, gradualmente os usuários se sentirão à vontade de passar muitas de suas tarefas aos cuidados de agentes.

### 6.3.2 Agentes Mensageiros

Através de uma interface o usuário especifica tarefas que devem ser executadas pelos agentes mensageiros. Tais agentes visam ajudar o usuário realizando ações, como:

- pesquisar, em tempos regulares, fontes de dados;
- monitorar continuamente fontes de informações;
- analisar completamente as informações que chegam;
- estabelecer tarefas para execuções futuras.

### 6.3.3 Surrogate bots

São agentes que auxiliam o usuário na administração, realizando tarefas como marcar encontros, enviar textos e localizar informações.

Um exemplo definido por Cheong [CHE 96] é a comunicação envolvendo a marcação de horários de visitantes a um laboratório. Como sabemos, o trabalho de marcar visitas, sejam elas a laboratórios ou, até mesmo, a museus, é um processo rápido, mas que pode atingir um tempo substancial desnecessário ao funcionário responsável, o que torna a utilização de agentes de grande importância.

### 6.3.4 Softbots

Os *softbots* (*software robot*) são interfaces baseadas em agente que possibilitam ao usuário localizar, manipular e transmitir informações através da Internet, isto é, são programas robôs capazes de explorar a rede mundial.

Algumas de suas características são: provêem uma interface integrada para a Internet; alteram dinamicamente a invocação e/ou a seqüência de facilidades e coletam informações em diversas bases de dados. Como exemplo do uso de *softbots*, pode-se citar a necessidade, por parte do usuário, de encontrar um endereço eletrônico a fim de enviar um documento. O *softbot*, com algumas informações, pode determinar corretamente este endereço e raciocinar sobre o formato do documento.

### 6.3.5 Acesso adaptável a informações

Os agentes que provêem acesso adaptável a informações criam e mantêm dinamicamente um complexo mecanismo indexado orientado para usuários. Este

mecanismo serve para os agentes memorizarem as preferências dos usuários quanto ao acesso de informações de acordo com tópicos de interesse.

## 6.4 Agentes na Web

Os agentes da Web são programas que agem automaticamente na realização de tarefas. Segundo Eichmann [EIC 9?], eles proporcionam várias vantagens aos usuários, mas algumas vezes tornam-se prejudiciais, pois podem gerar um acréscimo de carga nos servidores já sobrecarregados.

No entanto, um dos grandes problemas atualmente evidenciados na Internet, o qual é apontado como motivação deste trabalho, não é esta sobrecarga causada pelos agentes, mas, sim, o crescimento explosivo das informações eletrônicas disponíveis aos usuários, o que está tornando crucial o acesso rápido e efetivo a elas. No sentido de amenizar este problema estão sendo, a cada dia que passa, criadas várias novas ferramentas de recuperação de informações, o que também está gerando um descontentamento entre os usuários, pois tais ferramentas não são suficientes para enfrentar a diversidade de usuários da Internet. O acesso às informações pode ser facilitado se aquelas não relevantes às necessidades individuais do usuário forem automaticamente suprimidas.

Neste sentido, estão sendo estudadas várias abordagens que visam introduzir agentes inteligentes na Web para solucionar este problema. A idéia básica destas pesquisas é desenvolver um sistema que combine e ajude todos os tipos de usuários [GUI 95].

Com este objetivo Inaba [INA 95] propôs o Internet Consult (IC), um sistema em linguagem natural que guia o usuário na exploração da Internet, assistindo-o na obtenção das informações. O IC é um sistema multi-agente formado por: o agente NLI (*Natural Language Interface*) responsável por conversar com o usuário e entender seus objetivos; o agente de planejamento que gera planos para atingir os objetivos do usuário na exploração da Internet; e o agente de informação responsável por interagir com os recursos da Internet através de uma ferramenta de controle, a qual cabe especificar as ferramentas disponíveis no cliente; e através de um componente que monitora o estado da pesquisa.

Neste sentido, em um primeiro momento, o agente NLI conversa com o usuário utilizando linguagem natural em inglês, e extrai seus objetivos para, então, construir um modelo para este usuário. Depois, o agente de planejamento analisa o estado atual do usuário e do sistema fazendo consultas ao agente NLI e ao agente de informação, respectivamente. Após, ele prepara um conjunto de planos que incluem todos os passos para atingir os objetivos do usuário. Por fim, o agente de informação gera automaticamente a pesquisa do usuário no *browser* preferido por este e controla a consulta, isto é, se houver algum problema em achar o resultado da consulta desejada pelo usuário como, por exemplo, um servidor da rede não respondendo, ele é responsável em encontrar outro meio para solucionar a consulta.

Além de proporcionar um acesso eficiente aos diferentes usuários, outro fator que também é beneficiado com o uso de agentes na Web é o processo de consulta, no sentido de acarretar uma diminuição do tráfego da rede. Isso devido à possibilidade de se encapsular um programa (o agente) que satisfaça todos os requerimentos do usuário e enviá-lo através da rede para a realização da consulta localmente ao banco de dados.

Este processo acarreta a diminuição do tempo gasto com a comunicação, pois a transferência de consultas, até chegar-se à resposta desejada, será descartada [WAY 95]. A FIGURA 6.1 ilustra o processo de consulta sem agentes e com agentes, respectivamente. Os agentes, neste caso, adicionam flexibilidade e eficiência, já que a execução da consulta ocorre localmente no servidor, descartando-se as excessivas trocas de dados.

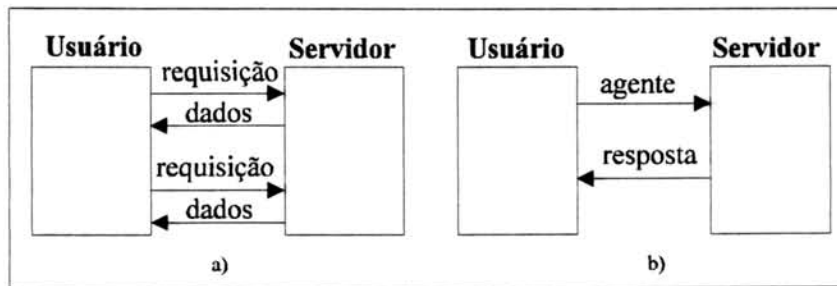


FIGURA 6.1 - Processo de Consulta a) sem agentes b) com agentes

## 7 Funcionalidades Previstas no Sistema SAGRES

A finalidade de uso de um sistema determina o tipo de adaptação que é necessário promover. Neste sentido, é preciso, inicialmente, examinar os requisitos, bem como as funcionalidades previstas para o sistema, buscando, em muitos casos, analisar também o ambiente onde este será inserido.

De maneira a abordar as funcionalidades previstas para o sistema SAGRES, tanto a nível de adaptação quanto a nível de cooperação, será colocado de forma mais específica o embasamento conceitual gerado nos estudos apresentados anteriormente, visando as características deste sistema.

### 7.1 Apresentação Adaptável

Nos capítulos introdutórios desta dissertação relatou-se sucintamente a grande expansão da informática nos últimos anos. Conseqüentemente, com esta expansão ampliaram-se também, a quantidade e a variedade de informações disponíveis a um usuário de rede de computadores.

No entanto, o que é vantagem para muitos sistemas, em alguns casos, é um fato preocupante, uma vez que esta vasta quantidade de informações pode vir a gerar um desconforto ou, até mesmo, um desinteresse por parte dos usuários. Isto é, o usuário quando realiza uma consulta não deseja e/ou não se interessa em despende muito tempo em frente à máquina na busca das informações compreendidas por ele, principalmente quando essa consulta é realizada em um ambiente como, por exemplo, um museu.

É exatamente com isto que este trabalho preocupa-se, ele visa adaptar o resultado da consulta de modo a tornar as informações resultantes compreensíveis ao usuário, tanto de acordo com o seu nível de experiência como com suas preferências. Sendo assim, as vantagens desta adaptação podem ser demonstradas através dos seguintes exemplos:

- **pelo nível de experiência:** se o usuário for um especialista em Zoologia e solicitar uma consulta sobre a classificação dos animais, deve-se apresentar a ele somente as informações que classifiquem os animais cientificamente e não pela distinção entre animais terrestres e aquáticos como seria o caso de uma apresentação para crianças;
- **pelas preferências:** se o usuário não tem conhecimento em língua inglesa, de nada adianta lhe fornecer informações nesta língua.

Desta forma, fica evidente que o volume de informações transmitidas pela rede diminuirá e, conseqüentemente, o tempo de resposta também, uma vez que dentre as informações resultantes da consulta solicitada pelo usuário somente serão transmitidas aquelas que satisfazem o seu nível de experiência, bem como suas preferências. Neste caso, a carga cognitiva entendida como o esforço necessário para acessar as informações

específicas ao desejo do usuário [THU 95] também será minimizada, pois o esforço mental despendido à procura das informações compreendidas por ele, durante o processo de leitura do resultado da consulta, não existirá. Tal minimização da carga cognitiva é um dos objetivos do sistema SAGRES, que visa adaptar o resultado da consulta para o usuário.

Neste sentido, como todo o sistema adaptável, o sistema SAGRES proporciona a adaptação através da utilização de dois tipos de informações, são elas:

- **Conhecimento sobre o usuário:** são as informações que o sistema possui sobre o usuário. Tais informações consistem nos objetivos de consulta (o assunto); as preferências (as línguas compreendidas) e o nível de experiência (o nível de compreensão no assunto). Todas estas estão contidas no modelo do usuário, como será abordado na seção 7.2.
- **Informações sobre o domínio:** são o conjunto de informações que o sistema possui do mundo real, pertencentes ao domínio da aplicação. Neste trabalho, estas informações são consideradas componentes do domínio do MCT, utilizado como ambiente analisado. Elas estão presentes em páginas HTML ou em experimentos físicos, que, por sua vez, se encontram disponíveis nas bases de informações, como será apresentado na seção 7.3.

Sendo assim, no sistema SAGRES, a **adaptabilidade** é a capacidade de filtrar, dentre todas as informações disponíveis no sistema, aquelas que se adaptam às características do usuário, expressas em seu modelo, a fim de possibilitar-lhe um maior conforto e uma melhor compreensão das informações.

Desta forma, de acordo com o objetivo de adaptação requerido e com a definição de Brusilovsky [BRU 95] apresentada no capítulo 4, o sistema SAGRES visa obter uma **apresentação adaptável** de informações, pois se preocupa em resolver o problema das diferentes classes de usuários que o utilizam, classes estas, com os mais diversos objetivos, conhecimentos e preferências, acarretando em interesses distintos.

Com base neste contexto, serão adaptados os *links* das páginas HTML apresentadas como resultado da consulta aos usuários, exibindo-se somente aqueles *links* associados às informações que estão de acordo com o modelo e ocultando-se os demais. Com isso, obtém-se uma diferenciação na apresentação das informações, a qual segue o modelo do usuário, e que acarreta a diminuição da sobrecarga cognitiva.

Resumidamente, o sistema SAGRES, como será visto nas próximas seções, possui algumas características a fim de obter a adaptação, como: atender os requisitos de um sistema adaptável; manter as informações sobre o usuário em um modelo; possuir uma estrutura eficiente para representar as informações sobre o domínio e prover o mapeamento destas informações para uma forma de apresentação de acordo com o modelo do usuário.



## 7.2 Modelagem Individual e Genérica de Usuários

Depois de definidos os aspectos relevantes do usuário para a adaptação, é necessário colocar as características importantes de modelagem conforme estudo realizado no capítulo 4.

No entanto, antes de abordar tais características é necessário examinar os tipos de usuários do sistema SAGRES, pois o conteúdo do modelo está diretamente relacionado com o tipo de interação que estes irão realizar.

### 7.2.1 Estereótipos de Usuários

O tipo de interação que o usuário realizará com o sistema é considerado neste trabalho uma característica essencial para a construção do modelo. O primeiro passo, quando iniciada uma sessão no sistema SAGRES, é identificar o usuário de acordo com um conjunto de estereótipos. Como citado anteriormente, um estereótipo representa um tipo de modelo de usuário genérico o qual descreve atributos tipicamente exibidos pelos usuários que a ele pertencem [RIC 89].

Neste sentido, os estereótipos de usuários estão organizados segundo uma estrutura de generalização, a qual assume que um estereótipo antecede outro se for mais geral. Por exemplo, o estereótipo  $E_1$  ocorre acima do estereótipo  $E_2$  na estrutura de generalização da FIGURA 7.1, ou seja  $E_1$  é dito mais geral do que  $E_2$  se tudo que for válido para  $E_1$  for necessariamente válido para  $E_2$ . Então o conjunto de usuários contidos na classe descrita por  $E_2$  é um subconjunto de usuários contidos na classe descrita por  $E_1$  [RIC 89] [FIN 89]. Neste caso,  $E_2$  descreve um conjunto de usuários mais restrito do que  $E_1$ , sendo interpretado como uma especialização da classe descrita por  $E_1$ .

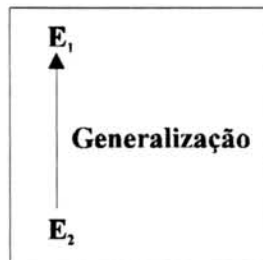


FIGURA 7.1 - Estrutura de Generalização

De acordo com esta estrutura de generalização, os estereótipos de usuários do sistema SAGRES são ilustrados na FIGURA 7.2. Como pode-se observar, tal estrutura define, inicialmente, que todos os usuários do sistema, independente do conhecimento que possuem sobre a estruturação geral deste e do tipo de interação que realizam, são necessariamente classificados como **Usuário**. Com base nisso são definidas as especializações, como abordadas detalhadamente nas próximas seções.



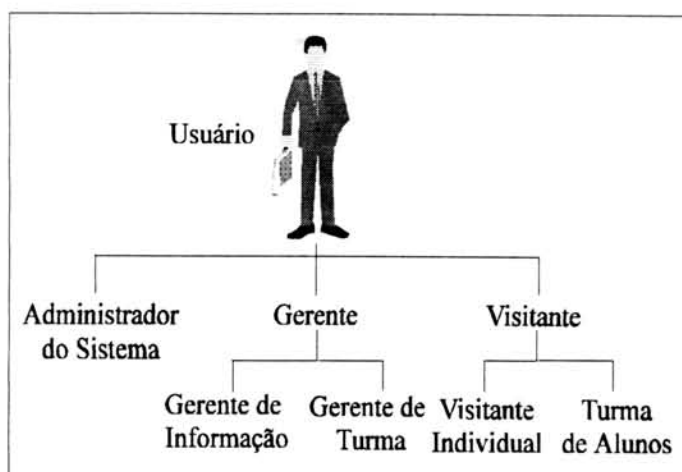


FIGURA 7.2 - Estereótipos de Usuários do Sistema

#### 7.2.1.1 Administrador do Sistema

O administrador é a pessoa responsável pela manutenção do sistema, apresentando um conhecimento mais profundo sobre sua estruturação global. Qualquer problema seja ele de programação ou até de utilização cabe ao administrador solucionar. É ele também o responsável pelo cadastro dos gerentes de turma (professores) que utilizarão o sistema com seus alunos.

#### 7.2.1.2 Gerente

Os usuários que assumem o papel de gerente devem possuir um conhecimento do funcionamento geral do sistema, a fim de tornar possível sua interação com ele. Como tal, o usuário pode se especializar, conforme a estrutura de generalização dos estereótipos, para gerente de informação ou gerente de turma.

- **Gerente de Informação**

O gerente de informação é o usuário responsável pelas bases de dados do MCT, isto é, pelas informações disponíveis no sistema. É ele que gera estas informações, bem como estabelece o seu grau de dificuldade. É tipicamente identificado como um pesquisador deste órgão. Só pode ser cadastrado no sistema pelo administrador.

- **Gerente de Turma**

O gerente de turma é um usuário final do sistema responsável por definir o perfil de suas turmas de alunos. Como perfil entende-se o conjunto de características da turma, isto é, a capacidade dos alunos, as preferências destes, o assunto de consulta desejado pelo gerente e as atividades requeridas à turma. O gerente de turma é geralmente identificado com sendo um professor de escola cujas turmas visitam o MCT.

Cabe também ao gerente de turma a responsabilidade de controlar o andamento de sua turma através de relatórios e de cadastrar seus alunos. Ele deve apresentar um

conhecimento sobre a forma de construir o modelo de turma. Só pode ser cadastrado no sistema pelo administrador.

### 7.2.1.3 Visitante

Todos os usuários finais do sistema que usufruem dos resultados advindos com o uso do modelo são cadastrados neste estereótipo, isto é, o sistema SAGRES visa construir o modelo do usuário a todos aqueles classificados como visitantes, o que determina o termo modelo do visitante.

Como visitante, o usuário final pode interagir com o sistema individualmente e/ou através de uma turma de alunos, os quais estarão sempre amparados por uma interface amigável e pelas próprias características do sistema que está sendo usado.

- **Visitante Individual**

Quando o usuário final enquadra-se neste estereótipo, a sua interação é realizada individualmente com o sistema. Ele se inclui no sistema por um processo de auto-cadastramento, em que fica responsável por definir seu perfil, informando suas características, capacidades e preferências, a fim de possibilitar a construção do modelo. Além de construir o modelo, ele também usufrui dos resultados gerados com o uso deste.

- **Turma de Alunos**

A turma de alunos é uma forma de interação que envolve um conjunto homogêneo de alunos. Tais alunos são cadastrados pelo gerente de turma e utilizam o modelo da turma por ele definido.

O aluno da turma irá consultar os documentos adaptados de acordo com o modelo da turma a qual está cadastrado. É permitido a ele trocar idéias com seus colegas se desejar, e trabalhar nas atividades elaboradas pelo gerente. Estas atividades variam desde simples mensagens de avisos até questionários sobre o assunto. Além destas características, também é permitido ao aluno editar documentos relacionados com o assunto de consulta e disponibilizá-los a todos os usuários do Sistema.

Usuários finais podem estar cadastrados, independentemente, tanto como alunos quanto como visitantes individuais.

## 7.2.2 Classificação dos Modelos de Visitantes

De acordo com os parâmetros definidos no capítulo 4, os modelos de visitantes são classificados como se segue:

- **Tipos de Visitantes**

São modelados dois tipos de visitantes distintos: o visitante individual e a turma de alunos. O modelo do visitante individual explora as características particulares de

somente um usuário. Já o modelo da turma trabalha com um conjunto homogêneo de usuários (os alunos), explorando suas características.

- **Número de Modelos de Visitantes**

O domínio central da aplicação, o MCT, é formado por subdomínios relacionados às diferentes áreas de consulta que o sistema oferece ao usuário. Neste caso, o visitante pode possuir mais de um modelo, cada um destes pertencente a um determinado domínio, isto é, por exemplo, um usuário pode apresentar um modelo associado à Biologia e outro à Física, sendo estas duas áreas subdomínios do MCT.

Outro fator que reflete no número de modelos é o tipo de visitante, uma vez que é permitido ao visitante possuir consultas individuais e ao mesmo tempo pertencer a turmas.

- **Grau de Especialização**

No sistema SAGRES são utilizados tanto o modelo genérico como o individual. O modelo genérico é usado quando se trata de modelar as características de uma turma, ao passo que o modelo individual é usado quando um indivíduo busca o sistema para satisfazer suas curiosidades, especificando suas características particulares.

- **Extensão Temporal**

Os modelos adotados são de longo-prazo, pois ficam armazenados nas bases de dados do sistema, sendo possível o resgate dos mesmos nas sessões seguintes.

- **Modificabilidade**

Ambos os modelos adotados apresentam características dinâmicas e estáticas. As características estáticas podem ser identificadas como as características chaves do modelo, isto é, são responsáveis em identificar o modelo, como, por exemplo, o assunto de consulta. Por sua vez, as características dinâmicas são aquelas que se alteradas não prejudicam o andamento do sistema. Para modelos individuais pode-se salientar, por exemplo, as línguas e o histórico, que serão vistos na seção 7.2.3. Já para modelos genéricos os exemplos são as atividades da turma e as línguas.

- **Uso do Modelo**

Os modelos adotados não se preocupam em explorar as ações do visitante no sistema. Apenas são utilizados como um repositório de informações sobre o visitante, os quais podem ser consultados quando necessário. Sendo assim, os modelos são considerados puramente descritivos.

### 7.2.3 Conteúdo do Modelo do Visitante

Como já sabemos, o sistema SAGRES utiliza dois diferentes tipos de modelos de visitantes. Neste sentido, como ilustrado na FIGURA 7.3, o visitante individual será

representado no sistema por um modelo do visitante individual. Por sua vez, a turma de alunos será representada por um modelo da turma. Cada tipo de modelo apresenta conteúdos distintos, os quais serão analisados abaixo.

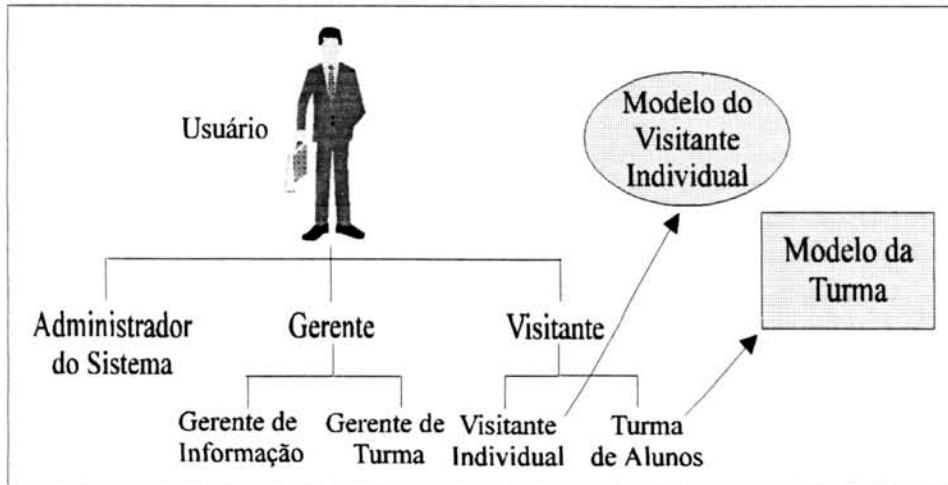


FIGURA 7.3 - Estereótipos de Interação X Tipo de Modelo

#### 7.2.3.1 Modelo do Visitante Individual

O modelo do visitante individual, como ilustra a FIGURA 7.4, mantém armazenados os seguintes parâmetros:

<b>Nome do Visitante</b>	<b>Assunto de Consulta</b>	<b>Línguas</b>	<b>Nível de Experiência</b>	<b>Histórico</b>
--------------------------	----------------------------	----------------	-----------------------------	------------------

FIGURA 7.4 - Modelo do Visitante Individual

- **Nome do Visitante:** Responsável por identificar o visitante.
- **Assunto de Consulta:** Refere-se ao assunto desejado pelo visitante para consulta de informações do sistema.
- **Línguas:** Uma vez que os usuários apresentam diferentes preferências em relação à interação com os sistemas, buscou-se identificar as línguas compreendidas por eles, o que determina a apresentação ou não de documentos nas línguas especificadas.
- **Nível de Experiência:** Refere-se ao nível de compreensão do visitante no assunto de consulta, seguindo a denominação definida na seção 7.2.4. Com este parâmetro pode-se descartar as informações muito detalhadas ou as informações muito específicas para um determinado usuário.

- **Histórico:** Após o visitante individual visualizar os documentos referentes ao assunto desejado, nas línguas especificadas e com o nível de experiência determinado, é permitida sua navegação em documentos adjacentes ao nível de experiência a que foi classificado inicialmente. Neste caso, por exemplo, para o visitante individual que desejar consultar informações mais detalhadas basta selecionar o botão que lhe conduzirá a um nível de experiência superior ao seu. Toda a navegação é controlada pelo sistema e armazenada no modelo individual como histórico.

### 7.2.3.2 Modelo da Turma

O modelo da turma ilustrado na FIGURA 7.5, mantém armazenado os seguintes parâmetros:

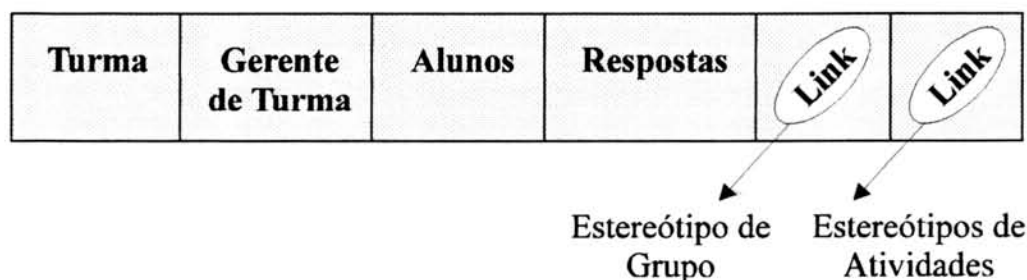


FIGURA 7.5 - Modelo da Turma

- **Turma:** Nome de identificação da turma a qual o modelo pertence.
  - **Gerente de Turma:** Identifica o gerente de turma responsável pelo modelo. Por responsável entende-se o professor criador do modelo e dos estereótipos a ele relacionados, bem como aquele que realiza o controle e a manutenção destes.
  - **Alunos:** Identifica os alunos pertencentes à turma, os quais irão consultar as informações adequadas ao modelo e realizar as atividades elaboradas pelo gerente de turma.
  - **Respostas:** Conjunto de respostas a possíveis questionários elaborados pelo gerente de turma e, posteriormente, respondidos pelos alunos.
  - **Link:** São ligações para estereótipos de grupo e de atividades, os quais são abordados abaixo.
- **Estereótipo de Grupo e de Atividades**

Similarmente ao GUMS [FIN 89], o modelo da turma apresenta ligações para estereótipos, os quais definem propriedades importantes do modelo. Neste caso são tratados dois diferentes estereótipos, o de grupo e o de atividade. Cada um apresenta parâmetros relacionados com sua funcionalidade, os quais determinam características implícitas dos alunos das turmas que a eles estão associadas.



⇒ **de Grupo:**

O estereótipo de grupo, como ilustrado na FIGURA 7.6, identifica os parâmetros considerados essenciais e únicos para os modelos de turma. Neste sentido, os modelos de turma podem estar associados a somente um estereótipo de grupo, de forma a manter a consistência. Tais parâmetros são:

- Identificador: Responsável em identificar o estereótipo.
- Gerente de Turma: Identifica o gerente de turma responsável pelo estereótipo. Por responsável pelo estereótipo entende-se o professor que o criou e que realiza o controle e a manutenção deste.
- Assunto: Refere-se ao assunto definido pelo criador do estereótipo para consulta das informações do sistema, por parte dos alunos das turmas que adotarem esse estereótipo.
- Nível de Experiência: Refere-se ao nível de compreensão, no assunto de consulta, dos alunos da turma a que o estereótipo estará associado. Este parâmetro segue a denominação definida na seção 7.2.4.
- Línguas: Identifica as línguas compreendidas pelos alunos da turma a que o estereótipo estará associado, determinando a apresentação ou não de documentos nas línguas especificadas.

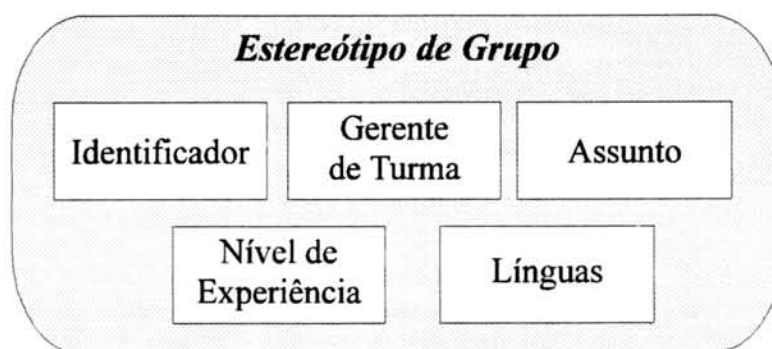


FIGURA 7.6 - Estereótipo de Grupo

⇒ **de Atividade:**

Os modelos de turmas podem estar associados a mais de um estereótipo de atividade, pois os alunos podem possuir mais de uma atividade a ser realizada durante a utilização do sistema. Este tipo de estereótipo, ilustrado na FIGURA 7.7, apresenta os seguintes parâmetros armazenados:

- Identificador: Responsável em identificar o estereótipo.
- Gerente de Turma: Identifica o gerente de turma responsável pelo estereótipo. Por responsável pelo estereótipo entende-se o professor que o criou e que realiza o controle e a manutenção deste.

- Atividade: Identifica uma atividade a ser realizada. Esta atividade pode ser de qualquer natureza, como por exemplo questionários ou roteiros guiados a serem seguidos pelos alunos durante a visita ao museu.

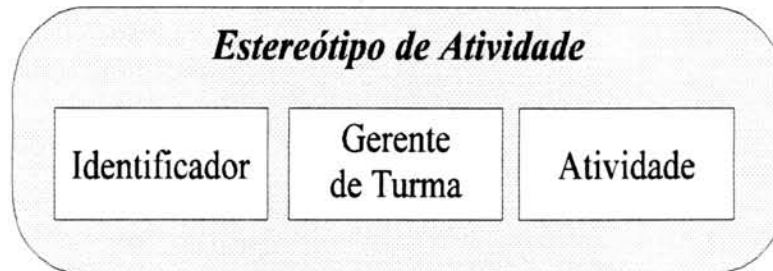


FIGURA 7.7 - Estereótipo de Atividade

Ambos os tipos de estereótipos são definidos pelo gerente de turma e somente pelo mesmo são manipulados. Neste sentido, antes do gerente criar o modelo para uma determinada turma ele deverá necessariamente ter criado um estereótipo de grupo, ou utilizar um já existente. Por sua vez, o estereótipo de atividade não é essencial na construção do modelo da turma.

Uma característica importante a ser mencionada é possibilidade de utilização dos estereótipos de grupo e os de atividades por vários modelos de turmas, pois em suas estruturas não é estabelecido nenhum tipo de relacionamento entre eles e as turmas particulares. Por outro lado, nas estruturas dos modelos de turmas existe um *link* que identifica o estereótipo de grupo e os estereótipos de atividade sendo utilizados por ele. O controle de uso dos estereótipos cabe ao gerente de turma. Este controle faz-se necessário, uma vez que a alteração de algum parâmetro dinâmico definido no estereótipo, acarretará na modificação das características das turmas que o estão utilizando.

#### 7.2.4 Classificação do Visitante

A classificação do visitante considera o conhecimento por ele requerido a fim de possibilitar o acesso às informações apropriadas ao seu nível. Neste caso, o objetivo não é classificar o visitante pela sua aptidão em interagir com o computador ou em utilizar o sistema. Como em [STR 92], primeiramente considera-se como característica básica que o visitante já tenha conhecimento sobre o ambiente de computação, isto é, ele já deve conhecer os mecanismos de interação com a qual irá trabalhar, por exemplo, utilizando o mouse ou o teclado para envio de requisições e informações ao sistema e a tela para a obtenção de respostas.

Por conseguinte, é o conhecimento do visitante sobre o assunto de consulta que possibilitará a realização da classificação, determinando quais informações está capacitado a visualizar. Como já abordado anteriormente, esta característica é denominada **nível de experiência** do visitante e será abordada mais detalhadamente na próxima seção. No entanto, para ser viável esta classificação, é preciso prever possíveis níveis de experiência suportados pelo sistema e organizá-los de forma eficiente. Com base nisso, foi utilizada a seguinte denominação:

- **Visitante Novato:** este visitante é classificado como um visitante sem conhecimento no assunto de consulta, isto é, o seu conhecimento no assunto é muito restrito. Para este tipo de visitante é necessário apresentar informações mais gerais.
- **Visitante Intermediário:** este visitante apresenta algum conhecimento no assunto, sendo necessário apresentar-lhe informações nem muito gerais e nem muito específicas.
- **Visitante Especialista:** este visitante possui amplo conhecimento sobre o assunto. Neste caso, certamente apreciará informações precisas, detalhadas e científicas.

Com base na denominação acima, consideremos, por exemplo, um visitante com nível de experiência intermediário em répteis. É sabido que este visitante é capaz de compreender informações mais gerais sobre o assunto, como identificar quais animais são classificados como répteis. Por outro lado, sabe-se que ele desconhece informações mais detalhadas, como a classificação taxonômica destes animais conforme a ordem, família e gênero.

### 7.2.5 Construção do Modelo do Visitante

A construção do modelo do visitante no sistema SAGRES envolve os seguintes processos:

- **Aquisição do Conhecimento sobre o Visitante**

Para a obtenção do conhecimento sobre o visitante utiliza-se a aquisição **explícita**, pois a idéia é extrair as informações diretamente dele, através do preenchimento de formulários, respostas diretas a questionários e seleção de *links*. Desta forma, fica claro que não haverá a preocupação em observar o comportamento do visitante ao longo da consulta ao sistema.

De acordo com os parâmetros do modelo, pode-se dizer que o objetivo do visitante, isto é, o assunto de consulta desejado, é informado através de uma navegação pelas páginas do sistema. Neste sentido, o visitante individual e o gerente de turma ao selecionar os *links* referentes aos assuntos de consulta disponíveis no sistema, informarão o assunto desejado.

As características que definem as preferências do visitante, tais como as línguas, juntamente com as atividades incluídas no modelo da turma, são informadas diretamente pelo visitante individual e pelo gerente de turma, através do preenchimento de formulários.

Por conseguinte, o nível de experiência é obtido através de respostas à questões de múltipla escolha definidas a priori pelo gerente de informação, as quais permitem a identificação do visitante de acordo com a denominação de classificação apresentada na seção 7.2.4.

- **Determinação do Nível de Experiência**

Várias abordagens para determinar o nível de experiência são encontradas na literatura. Em GRUNDY [RIC 79] é solicitado ao usuário, no início da sessão, uma auto-descrição. Segundo [CHI 89] esta abordagem é razoável para julgar a personalidade do usuário, mas não funciona bem para determinar o que realmente ele sabe, ou seja, o seu nível de experiência. Isto deve-se ao fato do conceito dos diferentes níveis de experiência como “intermediário” poder diferir consideravelmente do conceito que o sistema apresenta ou, até mesmo, do conceito que os usuários apresentam de “intermediário”.

A abordagem mais comum é a utilizada por Sistemas Tutores Inteligentes, onde é comparada a performance do usuário com a que um especialista obterá. A diferença entre as performances pode servir como um parâmetro para uma adaptação no conhecimento do usuário [CHI 89]. Contudo, esta abordagem somente é aplicada em sistemas que o observam. Sistemas de consulta geralmente não podem observar o usuário durante toda a interação.

Outra abordagem é testar o usuário no início da sessão a fim de possibilitar ao sistema estimar o seu nível de experiência. Um exemplo de sistema que utiliza esta abordagem é o MAP [MAC 83]. Este sistema constrói o modelo do usuário de forma a gerar uma interface de Sistema Operacional Inteligente. Esta forma de determinar o nível de experiência é válida quando o sistema não apresenta sessões pequenas, onde seja necessário interações rápidas, uma vez que os testes realizados consomem algum tempo.

Esta última abordagem é similar a utilizada neste trabalho. O visitante individual e o gerente de turma necessitam responder questões de múltipla escolha para tornar possível a obtenção do nível de experiência. Para tanto, deve-se considerar alguns fatores importantes [PAR 89], como:

- o tipo de visitante: alguns visitantes podem ser classificados como novatos enquanto outros como especialistas. Devemos identificar o visitante em uma das classes definidas na seção 7.2.4, de acordo com o seu conhecimento, a fim de prover um ponto de partida.
- o tipo de questões: é preciso especificar questões diretas as quais possam informar, com certeza, o nível de compreensão do visitante no assunto de consulta desejado. No sistema SAGRES essa é uma tarefa realizada pelo gerente de informação.

- **Manutenção do Modelo do Visitante**

O processo de manutenção, responsável por incorporar novas informações ao modelo do visitante ou alterar algumas já existentes, faz-se necessário no sistema SAGRES quando uma das situações abaixo ocorre:

- Atualização: pode ocorrer em modelos individuais e de turma, uma vez que os modelos apresentam características dinâmicas. Refere-se a alteração, por parte do visitante, de algumas destas características pré-determinadas do modelo.

Estas características alteráveis foram definidas de modo a não criar inconsistências. Neste sentido, em modelos individuais, é permitido aos visitantes modificar as línguas e o nível de experiência. Por sua vez, em modelos de turma, o gerente de turma pode modificar as línguas, o nível de experiência e as atividades da turma.

- Respostas: ocorre somente em modelos de turma onde os alunos necessitam, ao longo da interação, responder questões elaboradas pelo gerente da turma.
- Níveis Adjacentes: ocorre somente em modelos individuais, quando o visitante deseja navegar entre os níveis de experiência adjacentes ao que foi classificado inicialmente.

### 7.3 Estrutura das Bases de Informações

Como abordado anteriormente, para o sistema SAGRES adaptar-se a um ou mais visitantes é necessário, primeiramente, construir o modelo individual ou genérico destes visitantes através de suas características particulares.

Após a obtenção do modelo torna-se viável buscar, em meio a todas as informações disponíveis, as quais estão armazenadas nas bases de informações, as específicas e adequadas às características dos visitantes. Para isto é necessário possuir uma estrutura eficiente para a representação destas informações, visando atender da melhor forma possível as necessidades do visitante, bem como, tornar o mais flexível possível a resolução dos problemas de consulta deste.

Foi buscando atingir todos os objetivos acima descritos que se adotou uma forma de representar as bases de informações similar ao mapa cognitivo dos indivíduos. Este mapa, segundo Maio [MAI 95], é organizado em sucessivas camadas com diferentes níveis de abstração. Os níveis são utilizados de forma a gerar uma estrutura hierárquica.

#### 7.3.1 Representação Hierárquica das Bases de Informações

Seguindo uma abordagem similar a de Maio [MAI 95], optou-se por uma representação hierárquica composta por várias camadas as quais são determinadas de acordo com a estrutura lógica do ambiente analisado (MCT) e pelas tarefas a serem executadas (consultas adaptadas a estas bases). Cada camada pode ser vista como uma visão do ambiente em um nível específico de abstração. Assim sendo, as camadas são definidas progressivamente pela aplicação de uma das operações de abstração: agregação e classificação.

Estas operações podem ser compreendidas, no contexto deste trabalho, através da estrutura hierárquica apresentada na FIGURA 7.8. A seta vertical representa a abstração por agregação e as linhas diagonais representam as abstrações por classificação. A camada de mais baixo nível (conteúdo) é formada pelas informações consultadas pelos visitantes, as quais variam desde documentos até indicações de localidades a serem visitadas no Museu. Desta camada, são abstraídas duas meta-camadas. A primeira classifica as informações pelo grau de dificuldade, o qual utiliza



uma denominação semelhante ao nível de experiência do modelo do visitante. A segunda meta-camada classifica as informações pela língua utilizada. Por fim, das camadas sub-área e área, são abstraídos, respectivamente, o nome da sub-área e o nome da área. Como exemplo podemos citar a Botânica e a Herpetologia como nomes de sub-áreas e a Biologia como nome de área.

Nesta representação o relacionamento entre as camadas é proporcionado através da abstração por agregação, isto é, as informações da camada conteúdo são assuntos da camada sub-área. Por sua vez, as sub-áreas formam grupos dentro de área, que são componentes do domínio Museu.

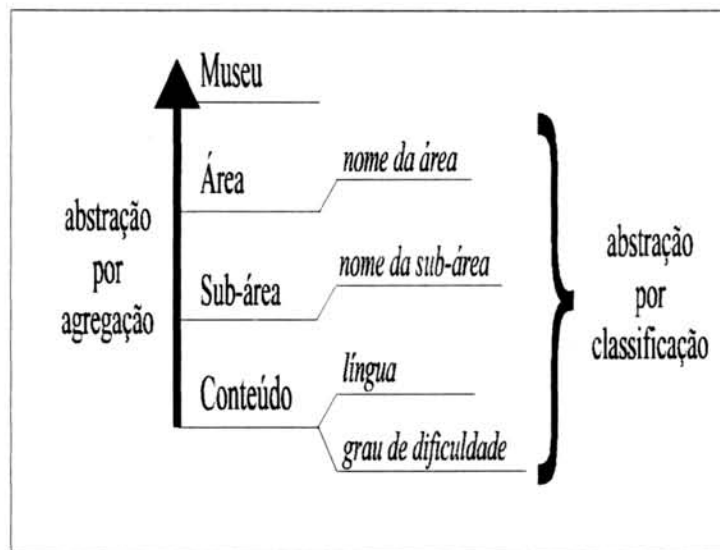


FIGURA 7.8 - Estrutura Hierárquica das Camadas

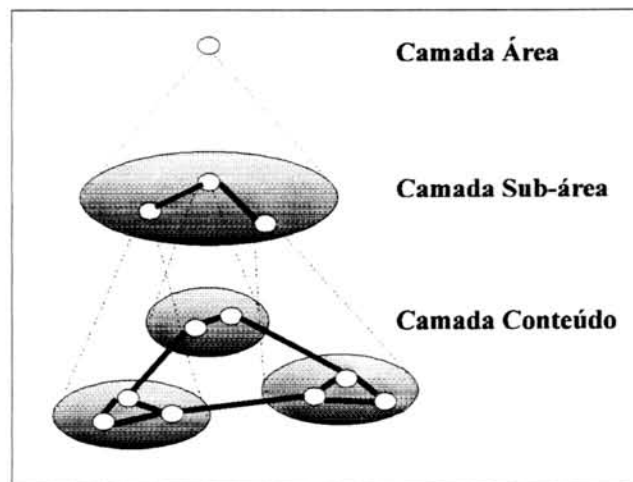


FIGURA 7.9 - Estrutura Hierárquica das Camadas em Forma de Grafo

Desta forma, definiu-se que a camada conteúdo é um grafo cujos vértices correspondem às informações; a camada sub-área é um conjunto de informações; a camada área é um conjunto de sub-áreas e, por fim, a camada domínio possui um conjunto de áreas, como pode ser visualizado através da estrutura em grafo da FIGURA 7.9. Nesta estrutura, cada vértice da camada sub-área corresponde a um sub-grafo da

camada conteúdo e cada vértice da camada área corresponde a um sub-grafo da camada sub-área.

Supondo, por exemplo, que um vértice da camada área seja Biologia, o sub-grafo correspondente a este na camada sub-área seria formado por Botânica, Paleontologia e Herpetologia, e, por sua vez, a cada uma destas sub-áreas estaria associado um sub-grafo na camada conteúdo, onde cada vértice seria uma informação, ou seja, um documento ou uma referência física.

### 7.3.2 Estrutura de Representação das Informações da Camada Conteúdo

A definição da estrutura de representação das informações da camada conteúdo é essencial para a realização do mapeamento desta para uma forma de apresentação de acordo com o modelo do visitante. No entanto, é preciso que os parâmetros especificados nesta estrutura estejam de acordo com os do modelo, pois o mapeamento ocorre por meio de suas instâncias.

Neste sentido, cada informação apresenta uma estrutura determinada conforme ilustrado na FIGURA 7.10. Nesta estrutura encontram-se presentes o título, o assunto, o grau de dificuldade, a língua e o endereço para a localização da informação.

<b>Título</b>
<b>Assunto</b>
<b>Grau de dificuldade</b>
<b>Língua</b>
<b>Endereço</b>

FIGURA 7.10 - Estrutura de Representação das Informações

Como sabemos, qualquer tipo de trabalho, científico ou não, possui um título, ao qual cabe identificar o assunto do mesmo. Esta é uma das funções do campo título pertencente à estrutura de representação das informações. A outra função é que ele servirá como *link* para o usuário acessar o documento quando for realizado o processo de adaptação da apresentação.

O assunto é responsável pela identificação do tema da informação, sendo formado pelo nome da sub-área a qual essa pertence.

O grau de dificuldade refere-se ao nível de experiência exigido do usuário para acessar a informação ou seja, que tipo de usuário está apto a receber esta informação como resultado de consulta. Este campo assume o mesmo sistema de classificação que o nível de experiência do modelo do visitante, isto é, **A** para usuários novatos, **B** para usuários intermediários e **C** para usuários especialistas. Neste caso, o mapeamento é

realizado simplesmente com uma comparação entre o grau de dificuldade do documento e o nível de experiência do modelo. Cabe ao gerente de informação especificar o grau de dificuldade da informação pela qual é responsável.

O campo língua consiste em identificar a língua em que o documento está escrito. Assim como o nível de experiência, a língua não apresenta nenhum problema para realização do mapeamento, sendo feito simplesmente a partir de uma comparação entre as línguas especificadas pelo modelo e a língua em que se encontra a informação. Neste sentido, todas as informações escritas em línguas distintas da especificada no modelo serão descartadas.

Por fim, o endereço refere-se à localização da informação na Internet. Sendo este necessário para gerar, juntamente com o título, os *links* pertencentes ao resultado da consulta do visitante.

A especificação detalhada do mapeamento das bases de informações, para uma forma de apresentação adequada ao modelo do visitante, será abordada no capítulo 9.

### 7.3.3 Exemplo da Estrutura de uma Informação da Camada Conteúdo

Para exemplificar a especificação de uma informação na estrutura de representação deste, buscou-se, junto a um especialista, definir os tópicos necessários. Como resultado obteve-se a estrutura da FIGURA 7.11.

<b>Título</b> Classificação dos Répteis
<b>Assunto</b> Herpetologia
<b>Grau de dificuldade</b> C
<b>Língua</b> Inglês
<b>Endereço</b> <a href="http://inf.ufrgs.br/~acb/repteis.html">http://inf.ufrgs.br/~acb/repteis.html</a>

FIGURA 7.11 - Exemplo da Estrutura de uma Informação

Esta estrutura exemplo refere-se a um artigo intitulado “Classificação dos Répteis”, escrito em língua inglesa. Para obter acesso a esta informação o usuário deve consultar a área de Biologia, seguida da sub-área de Herpetologia. Para acessar este documento o usuário deve ser um especialista no assunto (C).

## 7.4 Atividade cooperativa

Como mostra a literatura [VIE 96], é cada vez mais evidente que o processo de aprendizado não ocorre de forma isolada, é necessário estabelecer uma interação entre os alunos a fim de possibilitar a troca de experiências, permitindo, desta forma, um aprendizado cooperativo. Uma atividade cooperativa significa o compartilhamento de

objetivos, conhecimentos e idéias que viabilizem a realização de ações individuais ou em conjunto, visando alcançar um objetivo comum seja ele um produto final ou, até mesmo, o aprendizado.

Neste sentido, o sistema SAGRES pode ser visto como um sistema de groupware voltado à educação por ter como um de seus objetivos apoiar as atividades de turmas de alunos coordenadas por professores, com o uso da Internet. O desenvolvimento deste sistema sobre a Internet libera o processo cooperativo das restrições espaciais e temporais, uma vez que a interação pode ocorrer em qualquer momento e em qualquer lugar, além de tornar viável o ensino à distância.

#### **7.4.1 Requisitos**

Com base nos requisitos de sistemas de groupware apresentados no capítulo 5, pode-se dizer que o sistema SAGRES satisfaz a grande maioria. Principalmente, o sistema satisfaz o requisito fundamental: ser altamente configurável adaptando-se às necessidades dos usuários, pois antes de tudo ele procura ajustar-se as particularidades destes, através da recuperação de seus modelos nas bases de dados.

Por outro lado, ele perde um pouco na rapidez de refletir as ações dos usuários, isto como consequência de estar funcionando sobre a grande rede mundial.

Contudo, seu desenvolvimento sobre a Internet possibilita um funcionamento de forma totalmente distribuída, os alunos podem participar não estando localizados geograficamente próximos, entrando e saindo de uma sessão, de acordo, exclusivamente, com seus desejos. Além disso, os alunos possuem acesso às informações compartilhadas usadas na cooperação, conforme o controle de acesso, isto é, informações restritas a uma turma somente são acessadas pelos alunos desta.

Fora as vantagens acima citadas, muitas delas proporcionadas pelo fato do Sistema ter sido desenvolvido sobre a Internet, pode-se salientar, também, que o acréscimo ou diminuição de estações de trabalho não refletem em seu funcionamento.

#### **7.4.2 Processo de Cooperação**

No ambiente criado com o sistema SAGRES, a cooperação pode ocorrer no contexto dos seguintes processos:

- **Comunicação**

A qualidade da aprendizagem cooperativa depende diretamente da qualidade de comunicação entre os membros da turma. Neste trabalho essa comunicação ocorre através de um mural onde é possibilitado aos alunos a inserção de dúvidas, comentários, questões dirigidas ao professor e ajuda aos colegas quando necessário. Cada turma possui um mural distinto que fica disponível aos alunos durante toda a sessão. Cabe ao aluno, bem como ao professor, o controle sobre as mensagens presentes no mural, isto é, em tempos periódicos devem verificar a existência de mensagens, que, por sua vez, podem ser direcionadas ou não.

As mensagens direcionadas são identificadas com o nome do destinatário, por sua vez, as não direcionadas são dirigidas a todos os membros da turma. Ambos os tipos de mensagens podem ser lidas por todos.

Além da comunicação entre os alunos de uma mesma turma, o sistema também possibilita a comunicação entre todos os seus usuários. Neste caso, existe um mural onde os usuários, independente do tipo de interação, bem como da turma que pertencem, podem inserir suas mensagens, possibilitando um intercâmbio de conhecimento entre várias pessoas que nem mesmo se conhecem.

- **Compartilhamento**

As ações cooperativas baseiam-se no compartilhamento de objetivos relacionados à atividade realizada. Neste sentido, este trabalho considera que o compartilhamento ocorre através de documentos HTML editados pelos alunos com auxílio de formulários no decorrer ou no final da sessão, os quais ficam disponíveis a todos usuários do sistema.

Estes documentos podem ser, desde trabalhos relacionados com o assunto de consulta, como, também, relatórios com resultados verificados com o uso do sistema. Neste caso, o aluno pode colocar suas idéias, suas conclusões e suas críticas, disponíveis em um documento HTML para todos os demais colegas, servindo, também, para uma posterior análise da validade da consulta por parte do gerente de turma. Tais documentos servem também como um meio para a pesquisa de novas informações.

- **Coordenação**

Todo o processo cooperativo necessita de uma coordenação, a fim de que a cooperação ocorra bem sucedida. O processo de coordenação deste trabalho se desenrola totalmente de forma manual, isto é, o gerente de turma (professor) é responsável pelo andamento de sua turma, controlando as interações dos alunos, comandando as atividades a serem realizadas, e, principalmente, gerando as características responsáveis pela definição do perfil dos alunos da turma.

Neste sentido, o professor deve regularmente verificar o mural de comunicação a fim de acompanhar o processo de aprendizado de sua turma. Seria interessante para uma extensão futura deste trabalho tornar o processo de coordenação parcialmente automático, como exemplo, poderia-se utilizar agentes de software inteligentes que analisassem regularmente o andamento da turma, gerando relatórios com os resultados obtidos, e, até mesmo, gerando ajuda quando necessário.

- **Negociação**

Devido as restrições de tempo para a conclusão desta dissertação, o processo de negociação não foi tratado. No entanto, algumas idéias para extensões futuras foram colocadas. A principal idéia seria acoplar a tomada de decisão ao sistema, isto é, permitir que a turma decida as atividades de sua próxima interação, identificando os tópicos de interesse comum.



### 7.4.3 Tecnologias Utilizadas

A fim de tornar viável o processo de cooperação do sistema SAGRES, foi comprovada, de acordo com o embasamento teórico apresentado no capítulo 5, a importância das tecnologias utilizadas para promover a automatização do processo cooperativo de forma integrada.

Neste sentido, o desenvolvimento do Sistema na rede mundial possibilita aos integrantes de uma mesma turma a comunicação, mesmo estando em locais geograficamente distantes. Isso significa que alunos da escola, do museu e de suas próprias residências, podem estar trabalhando simultaneamente no Sistema. Para isso, é necessário apenas uma ligação com a Internet.

Outro ponto importante e que nos últimos tempos também está sendo muito estudado por pesquisadores do mundo inteiro é a educação à distância. O fato do sistema estar ligado à educação, e ter sido desenvolvido sobre a Internet, faz com que se torne uma aplicação que fornece aos usuários o aprendizado a distância. O conteúdo do aprendizado, que são, na verdade, as informações disponíveis pelo sistema, pode se apresentar na forma de texto e imagem, pois trabalha-se com a tecnologia de hipermídia ou seja, páginas HTML da Web.

As páginas HTML do sistema, responsáveis em auxiliar a cooperação, são utilizadas como mecanismos de troca de informações e para o compartilhamento de idéias.

As trocas de informações são possibilitadas devido a facilidade de, com o uso de formulários, obter-se as mensagens dos usuários e agregá-las em uma única página, a fim de que todos os integrantes tenham acesso a todas as mensagens.

Por fim, o compartilhamento de idéias é possibilitado pela facilidade de acrescentar módulos de informação, isto é, a tecnologia de hipermídia oferece facilidades para a criação de novos nodos e para o estabelecimento de ligações entre eles. Isso, juntamente com os formulários, permite que o aluno edite suas idéias e estas sejam automaticamente inseridas em uma área disponível para o compartilhamento (uma página da Web).

### 7.5 Agentes de Software

A tecnologia de agentes de software é muito utilizada em sistemas de cooperação. Eles abrem um grande campo de possibilidades para apoiar o sistema SAGRES, porém, devido as limitações de tempo, buscou-se apresentar uma visão geral destes, de modo a pesquisar formas alternativas e complementares para a execução de tarefas realizadas atualmente pelo Sistema, ou, até mesmo, pelos usuários.

Sendo assim, com base nos estudos realizados no capítulo 6, poderia-se utilizar os agentes no processo de cooperação entre os participantes de uma turma. Neste caso, eles assumiriam tarefas, como:

- organizar as mensagens enviadas na troca de informações, separando-as em grupos, como, por exemplo, mensagens de dúvidas, mensagens de comentários, mensagens de idéias, mensagens de respostas e mensagens de avisos.
- notificar a chegada de mensagens, podendo, também, apresentar um breve comentário sobre o tipo da mensagem.
- gerenciar o processo de coordenação como forma de liberar os gerentes de turma, atuais responsáveis por esta tarefa. Na coordenação, os agentes poderiam gerar automaticamente relatórios mostrando o andamento da turma.

Adicionalmente, seguindo o exemplo definido por Cheong [CHE 96], os agentes também poderiam auxiliar no processo administrativo, sendo responsáveis pela marcação de visitas ao museu. Deste modo, definiu-se uma seqüência de possíveis tarefas a serem executadas por eles:

- 1- anunciar a visita por e\_mail;
- 2- verificar as necessidades do visitante, possibilitando o planejamento de uma visita dirigida;
- 3- enviar o roteiro ao visitante;
- 4- possibilitar a remarcação da visita até o último momento, devido a possíveis imprevistos.

No entanto, os agentes não restringem seu uso apenas no processo de cooperação e no processo administrativo, podendo também serem utilizados para fornecer ajuda aos usuários, como:

- gerar comentários sobre as atividades a serem realizadas.
- indicar a presença de novas informações sobre um determinado assunto, isto é, ao iniciar uma nova sessão, o agente, de acordo com a navegação do aluno, aponta as informações incluídas mais recentemente.

Como pode-se observar através das idéias colocadas, os agentes de software podem exercer funções tanto a nível de usuário final como também a nível de administração. Tais idéias servem como início a um processo futuro de extensão do sistema SAGRES. No capítulo 8 veremos como acoplar ao Sistema tais idéias.

## 8 Arquitetura e Funcionamento do Sistema SAGRES

A fim de atingir os objetivos desejados e descritos neste trabalho, colocando em prática o embasamento conceitual apresentado anteriormente, definiu-se a arquitetura do sistema SAGRES. Com base nesta arquitetura foi possível realizar a implementação do Sistema.

### 8.1 Arquitetura

Conforme demonstrado na FIGURA 8.1, o sistema SAGRES foi dividido em módulos, os quais possibilitam a sua organização como um conjunto de tarefas básicas independentes, as quais irão, posteriormente, auxiliar a geração do código fonte.

Desta maneira, esta característica de modularização, além de facilitar o entendimento da arquitetura proposta, também facilita a implementação do sistema, bem como sua manutenção e documentação.

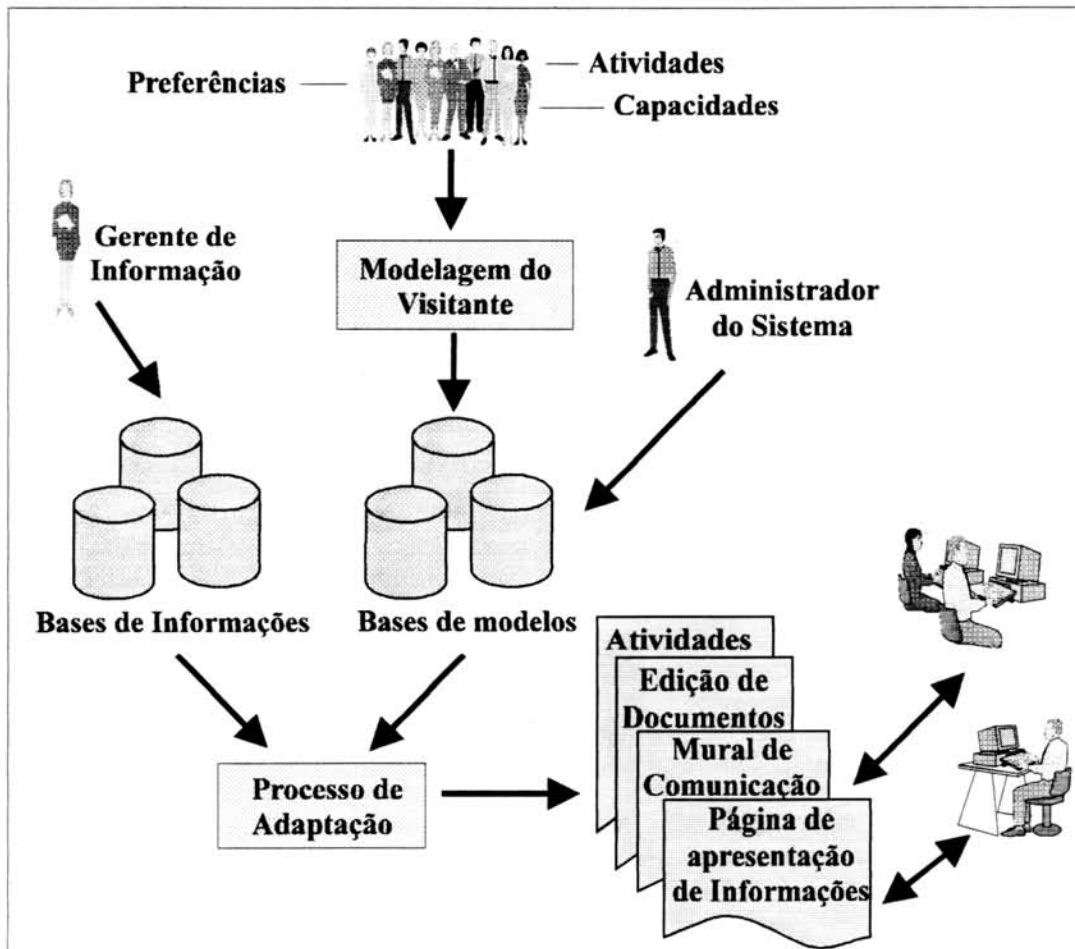


FIGURA 8.1 - Esquema Global do Sistema SAGRES

### 8.1.1 Usuário

O usuário final do sistema é caracterizado pela pessoa que define o modelo e/ou usufrui dos resultados do mesmo. O uso das bases de modelos permite que o sistema possa ser manipulado por três tipos de usuários finais, correspondendo a papéis distintos.

Como abordado no capítulo 7, o primeiro tipo de usuário final é chamado **Gerente de Turma**, o qual é caracterizado pela pessoa responsável em gerar o modelo da turma, definindo o estereótipo do grupo com as preferências e as capacidades (nível de experiência) dos alunos da turma, bem como os estereótipos de atividade. Ambos os estereótipos estarão contidos nas bases de modelos. O gerente de turma é geralmente identificado como o professor da turma que visita o museu e utiliza o módulo de modelagem genérica, o que exige o entendimento da forma de criação do modelo, bem como de sua estruturação.

O segundo tipo de usuário final é a **Turma de Alunos**, pois é caracterizado por um conjunto homogêneo de alunos os quais somente ativam o sistema para consulta, indicando o modelo a ser utilizado. Como resultado, os alunos obtêm a página de apresentação de informações, onde se encontram as informações adequadas às suas características, as atividades propostas pelo professor e o mural responsável pelo processo de cooperação entre eles. É importante destacar que os alunos não constroem o modelo e, sim, utilizam o já criado pelo seu gerente de turma.

O terceiro tipo de usuário final é chamado **Visitante Individual**, o qual é caracterizado pela pessoa responsável em gerar seu próprio modelo, bem como pela utilização deste. Sua interação ocorre totalmente independente de outros visitantes, tornando-se uma visita individual. Analogamente ao gerente de turma, o visitante individual também utiliza o módulo de modelagem, o que exige o entendimento da forma de criação do modelo, bem como de sua estruturação.

Fora os três tipos de usuários finais citados acima, o sistema também possui o **Gerente de Informação**, responsável em inserir e manter as informações nas bases de Informações, o qual é geralmente um especialista no assunto do qual é responsável; e o **Administrador do Sistema**, responsável em cadastrar os gerentes de turma e em manter o sistema em condições boas de funcionamento.

### 8.1.2 Modelagem do Visitante

O módulo de modelagem do visitante recebe as informações sobre o visitante, processa-as e gera o modelo, armazenando-o nas bases de modelos. Este processo é essencial para a geração da adaptação, sendo responsável pela aquisição do conhecimento sobre o visitante.

A aquisição é realizada conforme o tipo de visitante. Para o visitante individual é realizada a modelagem individual, onde são armazenados os dados particulares de somente um visitante, cabendo ao próprio o fornecimento de tais dados. Para a turma é realizada a modelagem genérica que considera as características de um conjunto homogêneo de alunos. Nesta última, é o gerente de turma o responsável pela definição das características, através da definição do estereótipo de grupo e dos estereótipos de atividade.

Em ambos os tipos de modelagem, as características são obtidas através de formulários ou pela navegação entre as páginas do sistema. Tal navegação determina o assunto de consulta desejado. Neste sentido, as páginas referentes aos assuntos disponíveis no sistema SAGRES são definidas de acordo com a estrutura hierárquica das informações, apresentada no capítulo 7, isto é, cada camada da estrutura é representada por uma página HTML. A página referente a camada área possui os *links* associados a todas as áreas envolvidas no ambiente da aplicação; a página referente ao sub-grafo associado a área Biologia, possui todas as sub-áreas a ela pertencentes e, assim, sucessivamente.

### **8.1.3 Bases de Informações**

As bases de informações são formadas por um conjunto de arquivos HTML nos quais são armazenadas as informações do MCT, e um conjunto de referências a experimentos físicos em exposição neste museu. Tais informações são armazenadas pelos gerentes de informação, os quais são geralmente pesquisadores deste museu.

Todas estas informações estão organizadas segundo a representação hierárquica abordada no capítulo 7. Cada uma das páginas ou referências físicas possui uma estrutura que define as características necessárias ao processo de adaptação, tais como o assunto abordado, a língua em que se encontra (no caso de documentos) e o nível de dificuldade.

Cabe ao processo de adaptação realizar a seleção das informações, nas bases de informações, adequadas ao modelo do visitante.

### **8.1.4 Bases de Modelos**

As bases de modelos são responsáveis em armazenar todas informações sobre os usuários do sistema. Nestas bases encontram-se vários arquivos, os quais estão os dados propriamente ditos e os relacionamentos entre eles. Estes arquivos são utilizados no processo de adaptação a fim de verificar as características dos visitantes em seu modelo, bem como para controlar o acesso ao Sistema.

Cabe lembrar que o gerente da turma, bem como o visitante individual são responsáveis em fornecer os dados armazenados nas bases de modelos, através do processo de modelagem.

### **8.1.5 Processo de Adaptação**

O módulo do sistema responsável pelo processo de adaptação realiza o mapeamento das informações contidas nas bases de informações para uma forma de apresentação conforme o modelo do visitante. Tal mapeamento resulta em uma página HTML com os *links* direcionados às informações adequadas ao modelo. Sendo assim, as informações serão os nodos do hiperdocumento, enquanto os *links*, responsáveis em ativar os nodos, serão criados dinamicamente na página HTML, na medida em que forem todos descobertos. Para isto, é necessário o nome dos arquivos das informações, os quais estarão especificados na representação hierárquica.



Neste sentido, o mapeamento é realizado seguindo-se os passos abaixo:

1. Identificam-se todas as informações que satisfazem o assunto de consulta do usuário.
2. Em meio às informações identificados no passo 1, selecionam-se todas aquelas que estão de acordo com o nível de experiência do usuário, comparando-o com o grau de dificuldade de cada informação.
3. Das informações selecionadas o passo 2 descartam-se aquelas que não se encontram em uma das línguas compreendidas pelo usuário.
4. Estabelecidas as informações que satisfazem a consulta do usuário, bem como seu nível de experiência, buscam-se, na estrutura contida nas bases de informações, os endereços e os títulos. Neste sentido, torna-se viável incluí-las no resultado da consulta visualizado posteriormente pelo usuário, através da página de apresentação de informações.

#### **8.1.6 Página de Apresentação de Informações**

A página de apresentação de informações contém o resultado do processo de adaptação realizado através do mapeamento do modelo do visitante com as bases de informações. Esta página é criada dinamicamente a cada interação e apresenta os *links* estruturados de acordo com as informações adequadas ao modelo, além de apresentar ligações para o mural de comunicação, para a edição de documentos e para as atividades.

É importante ressaltar que esta página representa a conclusão gerada pelo processo de adaptação do sistema.

#### **8.1.7 Mural de Comunicação**

O módulo do sistema responsável pelo mural de comunicação permite que os alunos de uma turma troquem mensagens entre si, o que possibilita a comunicação local e remota entre eles, fator este muito importante no processo de ensino-aprendizado. Neste sentido, quando criado o modelo da turma automaticamente o sistema gera uma página HTML, a qual funciona como mural. É neste mural onde serão incluídas as idéias, as dúvidas, os comentários e as mensagens de ajuda. Cabe ressaltar que o professor (gerente da turma), também possui acesso a este mural, o que facilita a coordenação do processo cooperativo.

#### **8.1.8 Edição de Documentos**

O processo de cooperação do sistema SAGRES também possibilita a edição de documentos HTML por parte dos alunos. Estes documentos, ao contrário do mural de comunicação, ficam disponíveis a todos os usuários do sistema, não restringindo sua visualização. Nestes documentos os alunos expõem suas idéias sobre os assuntos consultados, adicionam novas informações associadas às apresentadas e, também,

disponibilizam trabalhos relacionados. Tal compartilhamento de documentos é viável através das facilidades advindas com o uso de hipermídia, isto é, a facilidade de criar novos nodos e novos *links*, como abordado no capítulo 5.

### 8.1.9 Atividades

A página de atividades lista todas as atividades propostas pelo gerente de turma a seus alunos. Tais atividades variam desde mensagens de aviso até questões de múltipla escolha. No caso das questões, o aluno deve respondê-las e, após, o sistema analisa tais respostas, armazenando o resultado nas bases de modelo e fornecendo-o ao aluno. Ao gerente é disponibilizado um relatório com o aproveitamento geral da turma, o qual lista os nomes de todos os alunos e suas devidas respostas às questões de múltipla escolha.

Assim como a página de apresentação das informações, a página das atividades também é criada dinamicamente quando acionada pelo aluno.

## 8.2 Funcionamento do sistema em relação às turmas de alunos

A fim de verificar parte do funcionamento do sistema SAGRES em relação às turmas de alunos, será apresentado através de sete fases o processo de construção do modelo da turma, o qual é realizado pelo gerente da turma. Posteriormente será ilustrado o processo de consulta pelo aluno.

Contudo, é interessante salientar, inicialmente, como o gerente e o aluno acessam o sistema.

### 8.2.1 Acesso ao sistema pelo gerente de turma e pelos alunos

O gerente de turma deve, ao visualizar a página principal do sistema, ilustrada na FIGURA 8.2, selecionar o *link* “Gerente”, o qual lhe acionará a página referente aos gerentes, ilustrada na FIGURA 8.3. Após, deverá selecionar o *link* “Gerente de Turma”.

O aluno deve, ao visualizar a página principal, selecionar o *link* “Visitante”, o qual lhe acionará a página referente aos visitantes, ilustrada na FIGURA 8.4. Após, deverá selecionar o *link* “Turma de Alunos”.

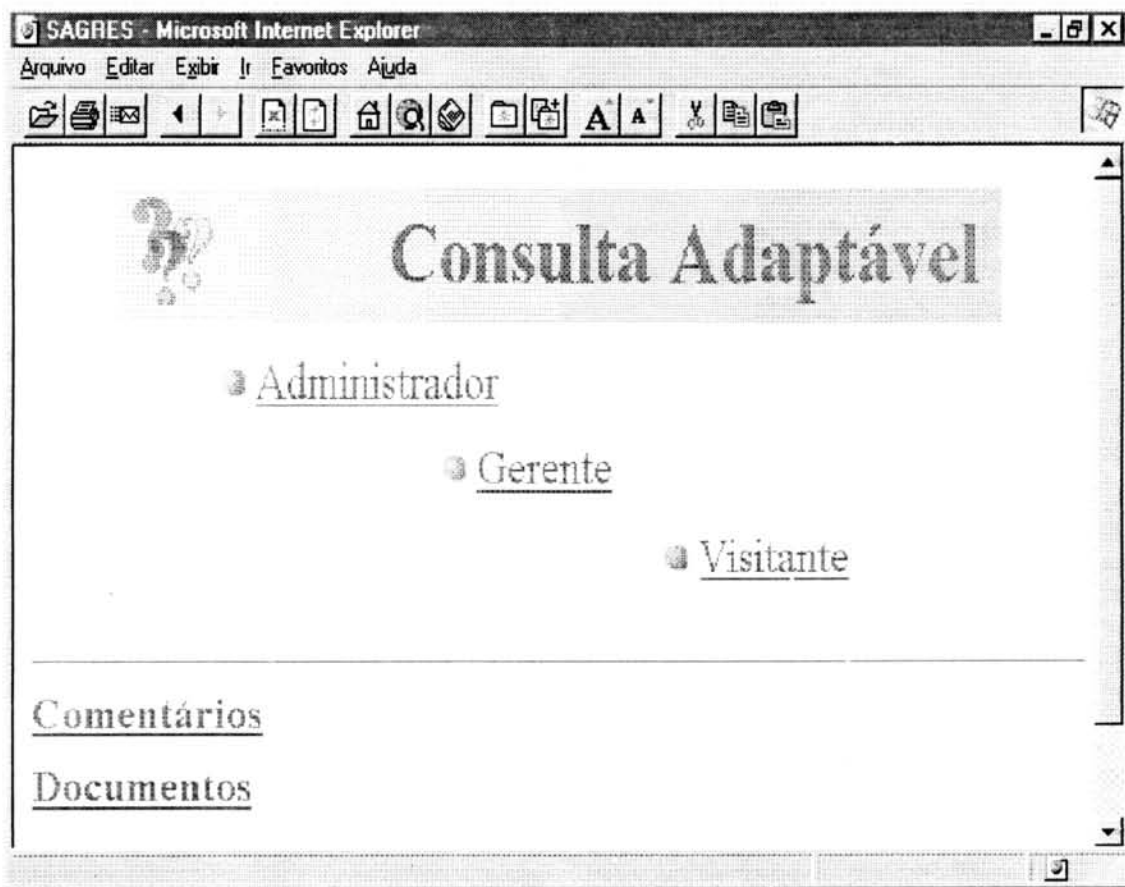


FIGURA 8.2 - Página principal do Sistema

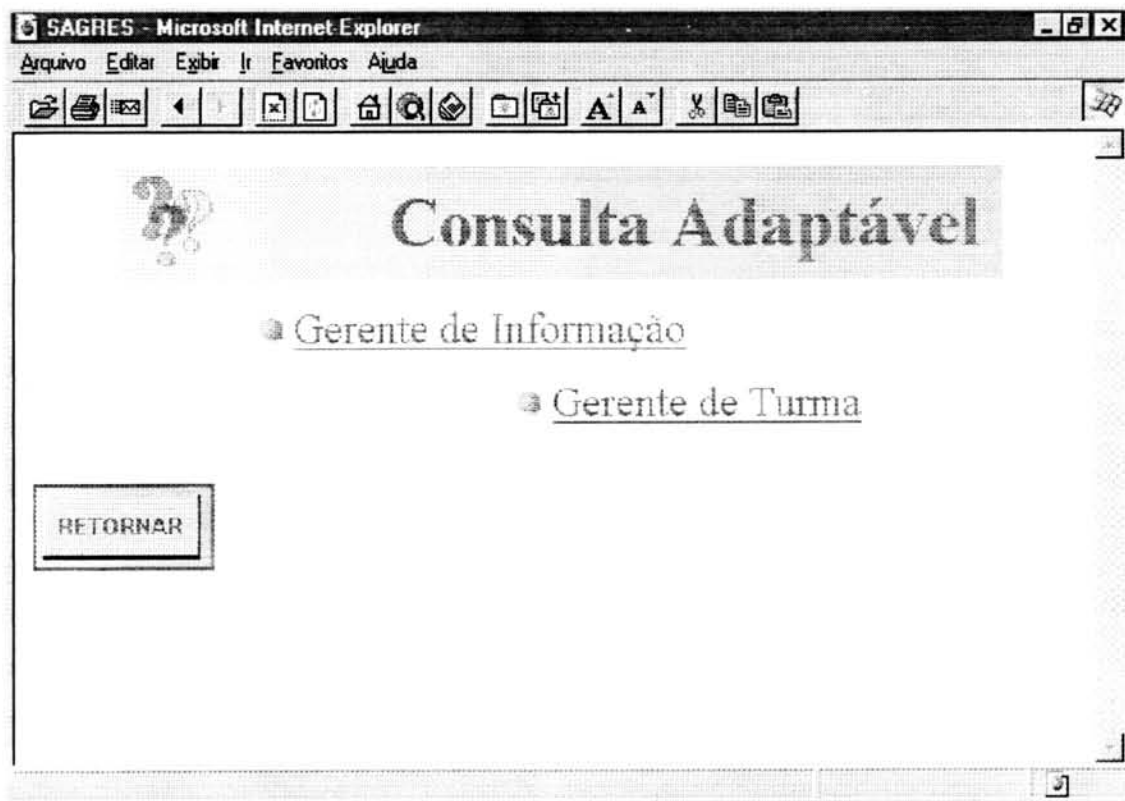


FIGURA 8.3 - Página referente aos gerentes

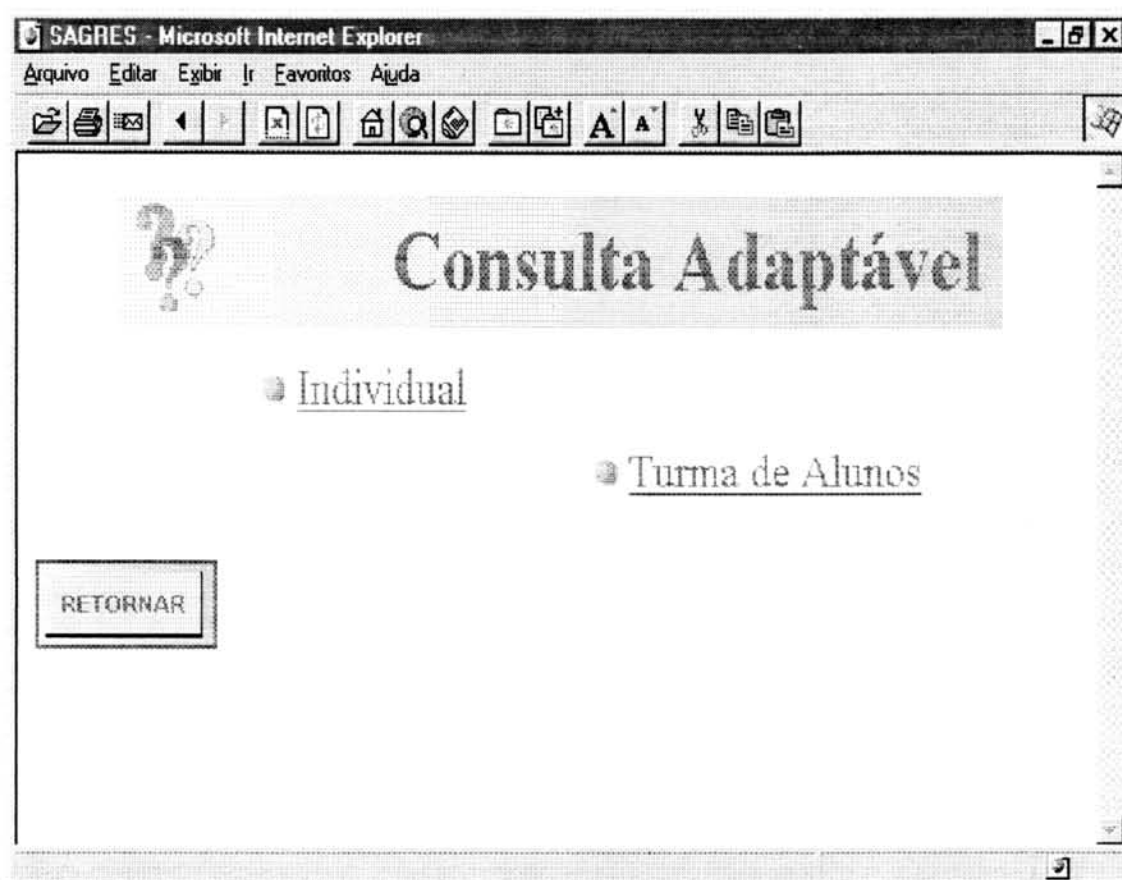


FIGURA 8.4 - Página referente aos Visitante

### 8.2.2 Construção do modelo de turma

- **Primeira Fase:** validação do acesso à área de gerentes de turmas

Inicialmente, o gerente de turma deve informar ao sistema juntamente com seu nome, a senha que lhe foi atribuída quando cadastrado pelo administrador, conforme o formulário ilustrado na FIGURA 8.5. Com isto, é possível controlar o acesso aos modelos de turmas, não permitindo, por exemplo, a modificação do modelo por alunos.

Cabe ressaltar que o cadastramento do gerente de turma é realizado através de uma solicitação ao administrador do sistema, por exemplo, via correio eletrônico.

Com a verificação do nome e a senha realizados pelo sistema, é apresentado ao gerente a página principal do processo de modelagem genérica. Esta página torna visível todas as opções de serviços disponíveis como exibido na FIGURA 8.6.

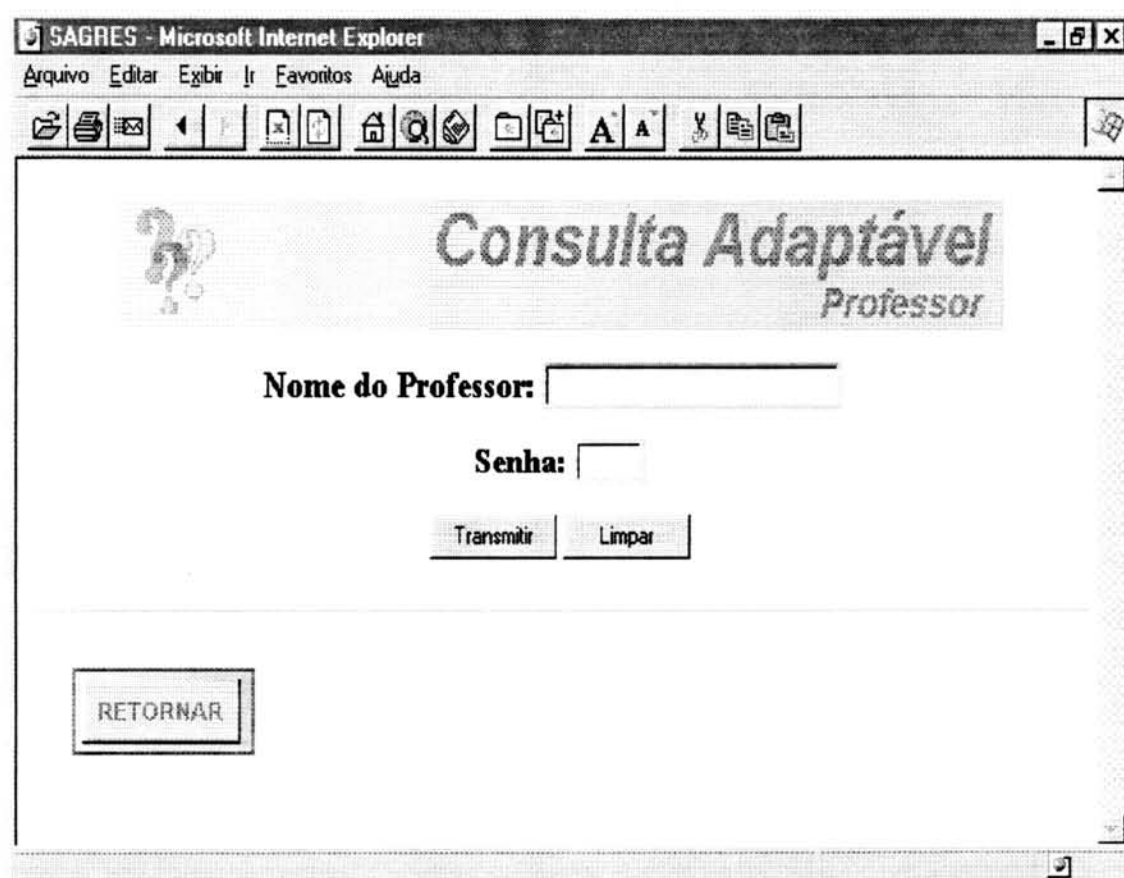


FIGURA 8.5 - Página de verificação de acesso pelo gerente de turma

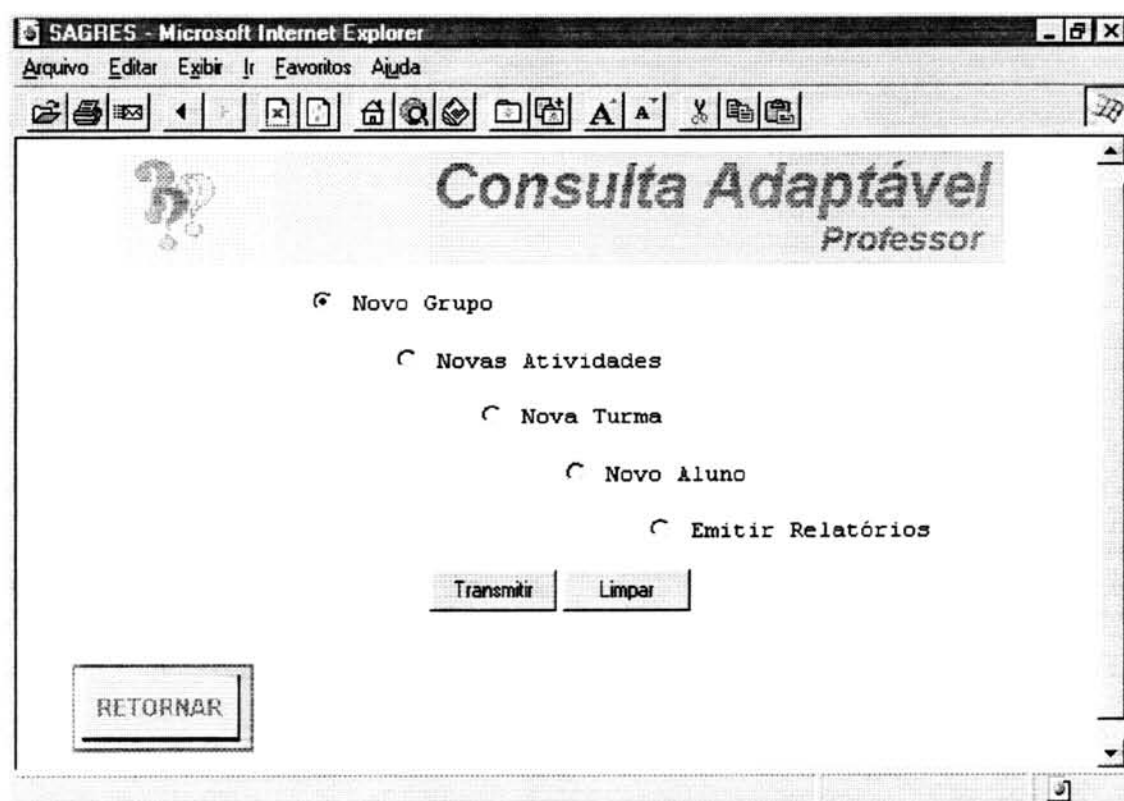


FIGURA 8.6 - Página principal do processo de modelagem genérico



- **Segunda Fase:** estereótipo de grupo - assunto de consulta

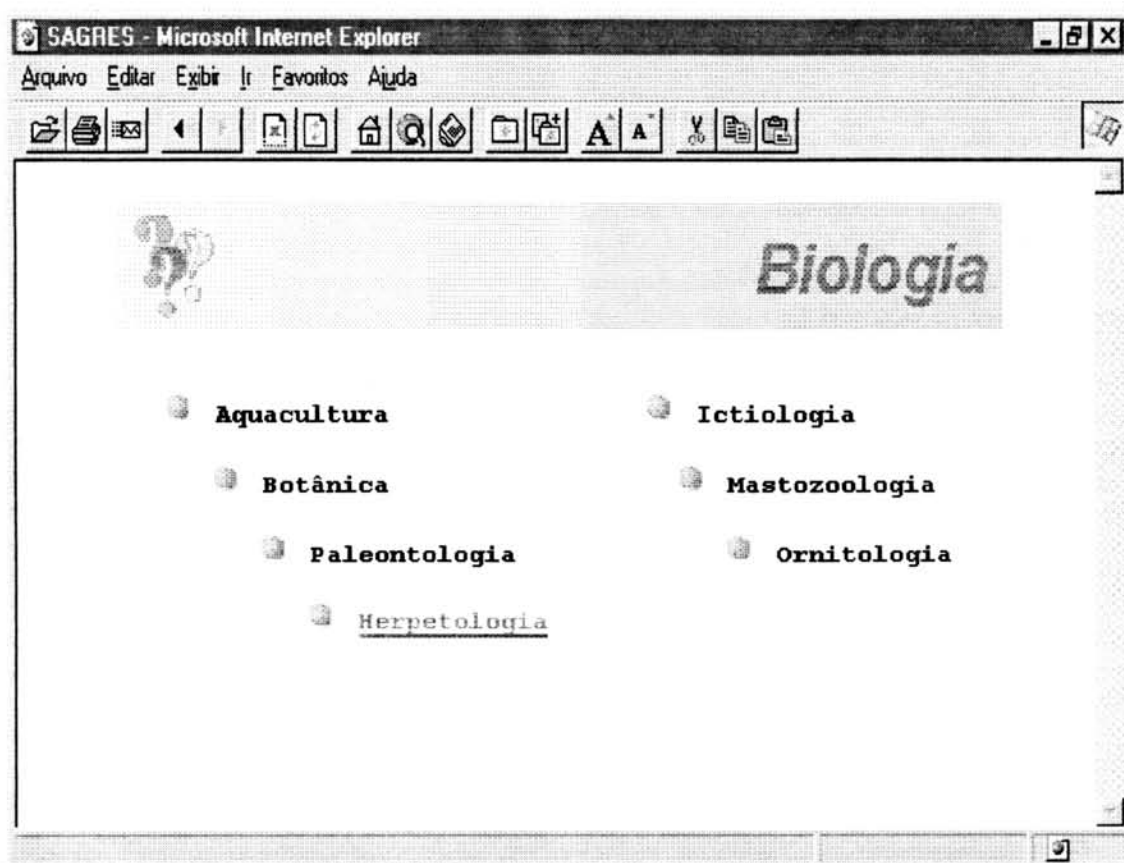


FIGURA 8.7 - Exemplo de página de seleção de sub-áreas de Biologia

Nesta fase é iniciada a definição do estereótipo de grupo necessário para o construção de modelos de turmas. Neste sentido, a primeira definição a ser realizada é o assunto de consulta. O gerente de turma, através da navegação pelas páginas do sistema, selecionará o assunto desejado. Estas páginas estão definidas de acordo com a estrutura hierárquica de informações, apresentada com capítulo 7. A FIGURA 8.7 ilustra um exemplo de uma página de seleção de assuntos do sistema. Esta página solicita a sub-área de biologia desejada ao gerente para consulta.

- **Terceira Fase:** estereótipo de grupo - nível de experiência

Na terceira fase é especificado o nível de experiência desejado no estereótipo do grupo. Para isto, o gerente da turma responderá a uma ou duas perguntas através da seleção de *links*, os quais são responsáveis em identificar se os alunos da turma, a que este estereótipo estará provavelmente associado, possuem ou não conhecimento das respostas.

Sendo assim, após realizada a segunda fase, é apresentado ao gerente uma pergunta básica em relação ao assunto de consulta definido. No caso do gerente estabelecer que este estereótipo será destinado a uma turma com conhecimento sobre a primeira pergunta, ele deverá responder positivamente, o que tornará o nível de experiência da turma no mínimo intermediário, passando, neste caso, a não ser mais classificada como novata. Neste sentido, o sistema automaticamente apresentará ao gerente uma segunda pergunta mais específica, a qual definirá se o nível de experiência do estereótipo é realmente intermediário ou

especialista. Mais uma vez, se o gerente responder positivamente, o nível de experiência passará de intermediário para especialista, caso contrário permanecerá em intermediário.

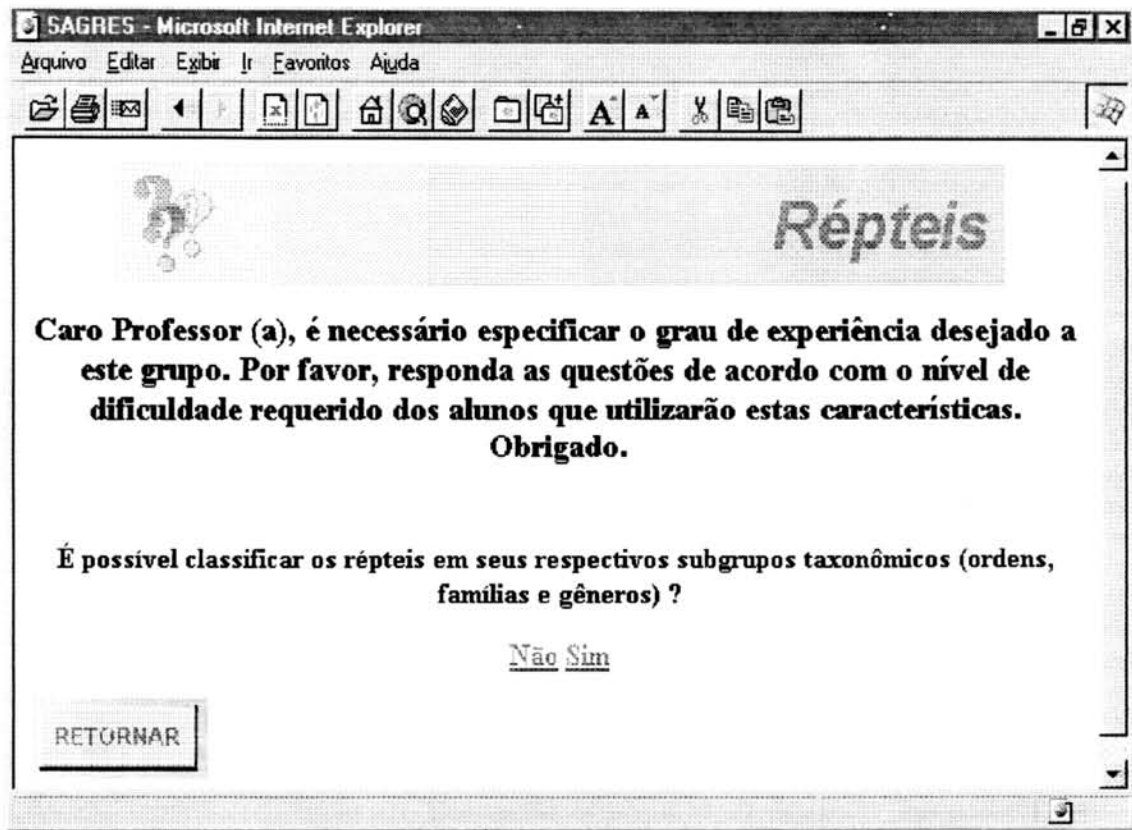


FIGURA 8.8 - Página para obtenção do nível de experiência

Um exemplo de uma pergunta específica relacionada ao assunto de répteis pode ser visualizado na FIGURA 8.8. Assim sendo, se o gerente selecionar o *link* "Não" estará definindo um nível de experiência intermediário, pois a turma a que este estereótipo estará relacionado desconhece a classificação taxonômica dos répteis. Caso contrário, o gerente deve selecionar o *link* "Sim".

Note-se que as perguntas que classificam o nível de experiência da turma são formuladas pelo gerente de informação, o qual é um pesquisador do MCT, especializado no tema.

- **Quarta Fase:** estereótipo de grupo - nome e línguas

Após definido o nível de experiência é finalizada a entrada de informações para a construção do estereótipo do grupo através de um formulário. Este formulário, ilustrado na FIGURA 8.9, solicita ao gerente as línguas em que as informações podem ser apresentadas, bem como um nome para identificar o estereótipo. Assim sendo, se o gerente selecionar, por exemplo, apenas a língua portuguesa estará definindo que somente as informações que se encontram em português serão exibidas.

É importante ressaltar que o estereótipo de grupo pode ser utilizado por diversas turmas de um mesmo professor, não ficando diretamente relacionado a uma única turma em sua construção.

SAGRES - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Ir Favoritos Ajuda

Novo Grupo

Grupo:

Selecione as línguas de seu interesse:

Português  Inglês  Espanhol  Francês

FIGURA 8.9 - Formulário para a construção de estereótipo de grupo

- **Quinta Fase:** estereótipo de atividade

SAGRES - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Ir Favoritos Ajuda

Novas Atividades

Atividade:

**Em caso de perguntas de múltipla escolha coloque cada alternativa em um quadro de opção distinto, marcando as respostas corretas. Obrigado**

Opção 1

Opção 2

FIGURA 8.10 - Formulário para a construção de estereótipos de atividades

Nesta fase é realizada a definição do estereótipo de atividade. Novamente com a ajuda de um formulário, ilustrado na FIGURA 8.10, o gerente de turma especifica uma tarefa ou um roteiro. Caso seja definida uma pergunta de múltipla escolha é necessário, também, definir as alternativas, bem como as respectivas respostas.

Assim como o estereótipo de grupo, o estereótipo de atividade também pode ser utilizado por diversas turmas de um mesmo professor, pois em sua construção este não é relacionado a uma turma. Cada turma pode possuir diversos estereótipos de atividade.

Deve-se observar que as cinco primeiras fases não são realizadas frequentemente, pois os estereótipos podem ser reaproveitados para a definição de novos modelos de turmas.

- **Sexta Fase:** modelo de turma

The image shows a screenshot of a web browser window. The title bar reads "SAGRES - Microsoft Internet Explorer". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Ir", "Favoritos", and "Ajuda". The toolbar contains various navigation and utility icons. The main content area displays a form titled "Nova Turma" in a large, stylized font. Below the title, there is a text input field labeled "Nome Turma:". Underneath that is a label "Grupo:" followed by a dropdown menu currently showing "Grupo1". At the bottom, under the label "Atividades:", there are two checkboxes, one for "Atividade1" and one for "Atividade2".

FIGURA 8.11 - Formulário para a construção do modelo da turma

Nesta sexta fase o gerente de turma irá efetivamente construir o modelo da turma. Desta forma, os estereótipos de grupo e de atividades definidos nas fases anteriores serão utilizados.

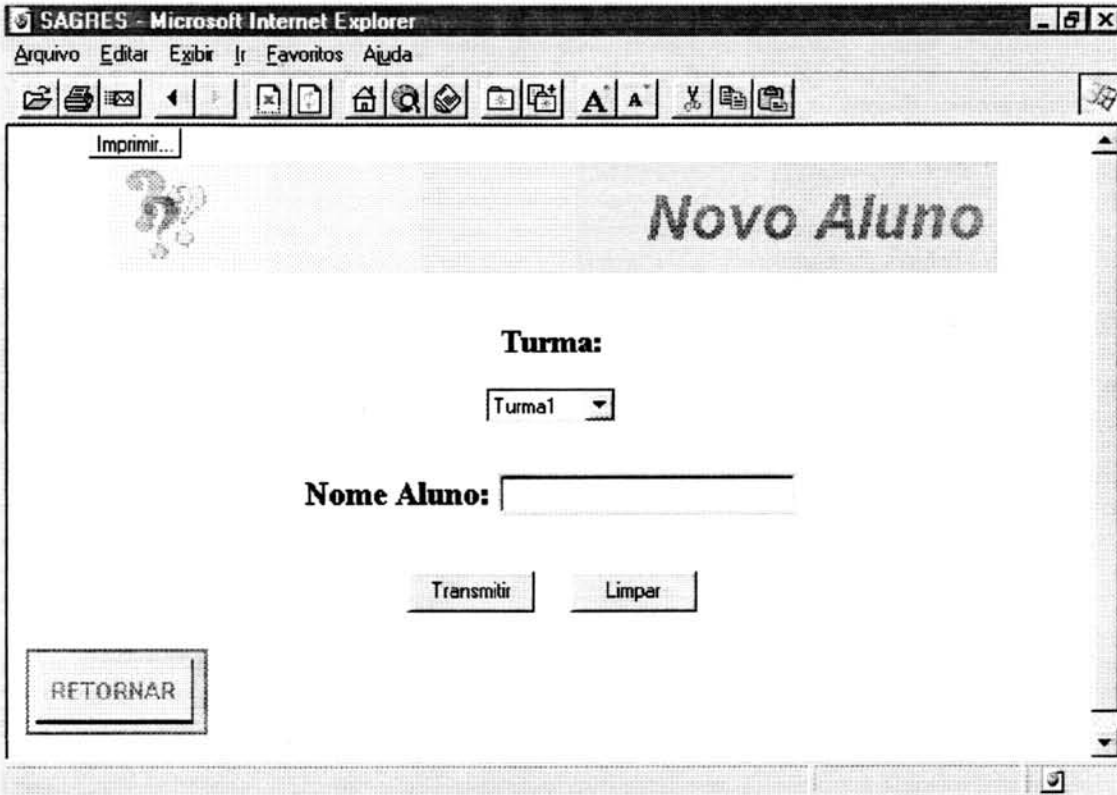
Através de um formulário, ilustrado na FIGURA 8.11, o gerente de turma identifica o estereótipo de grupo responsável pela definição das características utilizadas no processo de adaptação e os estereótipos de atividades desejados para a turma. Esta identificação é um processo simples, uma vez que o formulário criado dinamicamente pelo sistema lista todos os estereótipos, tanto de grupo como de atividades, pertencentes ao gerente. Neste sentido, basta que o gerente escolha um dos estereótipos de grupo e selecione o conjunto de

estereótipos de atividades desejados para a turma. Com estes parâmetros estabelecidos o gerente deve informar um nome para a turma.

- **Sétima Fase:** cadastro dos alunos da turma

Por fim, o processo de construção do modelo deve ser encerrado com a definição dos alunos pertencentes à turma, a fim de liberá-los para acesso ao sistema, de acordo com o modelo definido. Neste sentido, nessa fase é realizada uma associação indicando o nome do aluno e selecionando a turma a que o mesmo irá pertencer, de acordo com o formulário criado dinamicamente, ilustrado na FIGURA 8.12.

Neste sentido, como se pode observar, as fases somente serão executadas por completo se o gerente desejar especificar novas características para a adaptação, bem como novas atividades.



The image shows a screenshot of a Microsoft Internet Explorer browser window. The title bar reads 'SAGRES - Microsoft Internet Explorer'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Exibir', 'Ir', 'Favoritos', and 'Ajuda'. The toolbar contains various icons for file operations and navigation. The main content area displays a form titled 'Novo Aluno' (New Student). The form includes a 'Turma:' label above a dropdown menu currently showing 'Turma1'. Below this is a 'Nome Aluno:' label followed by a text input field. At the bottom of the form are two buttons: 'Transmitir' and 'Limpar'. A 'RETORNAR' button is located in the bottom-left corner of the form area. The browser's status bar at the bottom shows a small icon on the right.

FIGURA 8.12 - Formulário para a inclusão de aluno em uma turma

### 8.2.3 Consulta pelo aluno

Após realizado todo o processo de construção do modelo, é possível que os alunos obtenham as informações de saída, ou seja, a leitura da página de apresentação de informações adaptadas de acordo com o modelo. Fora esta leitura, os alunos devem também realizar as atividades propostas pelo gerente, além de acessarem o mural de comunicação e editarem documentos, apenas selecionando os *links* apropriados.



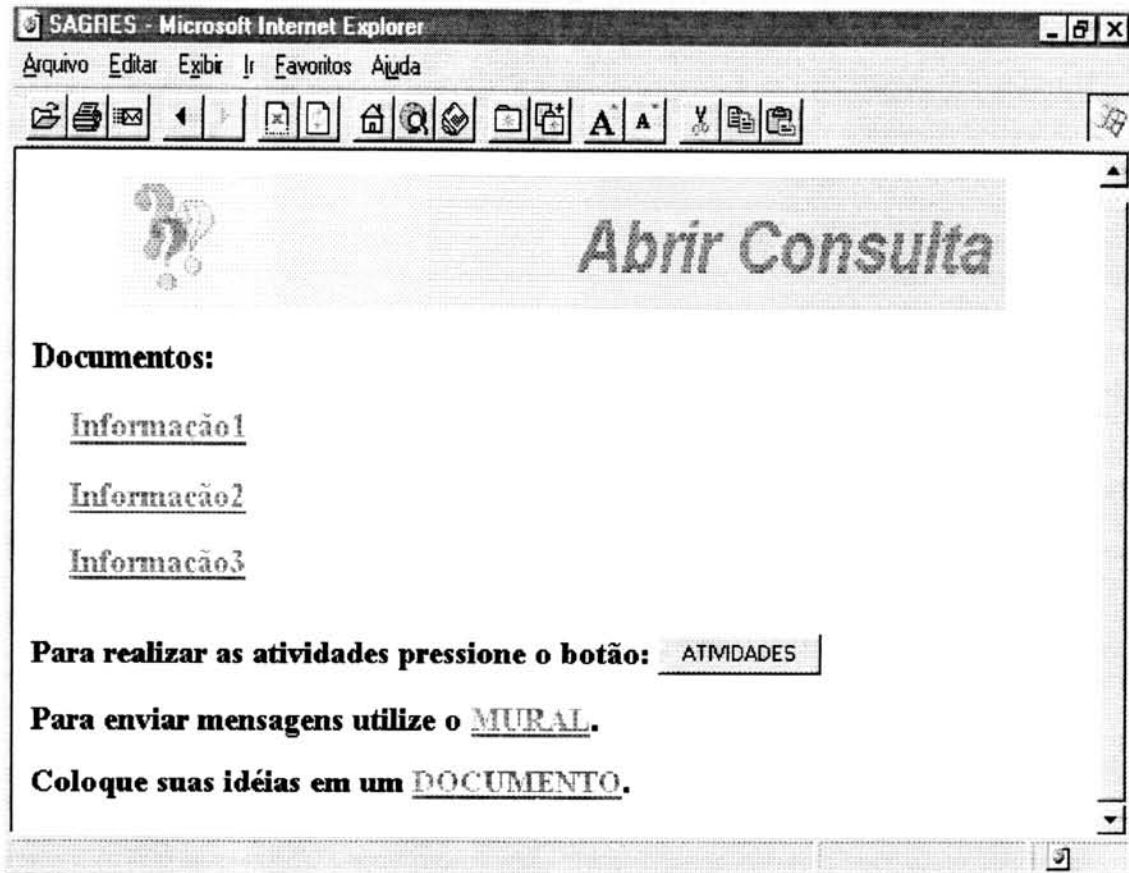


FIGURA 8.13 - Exemplo de uma página de resultado

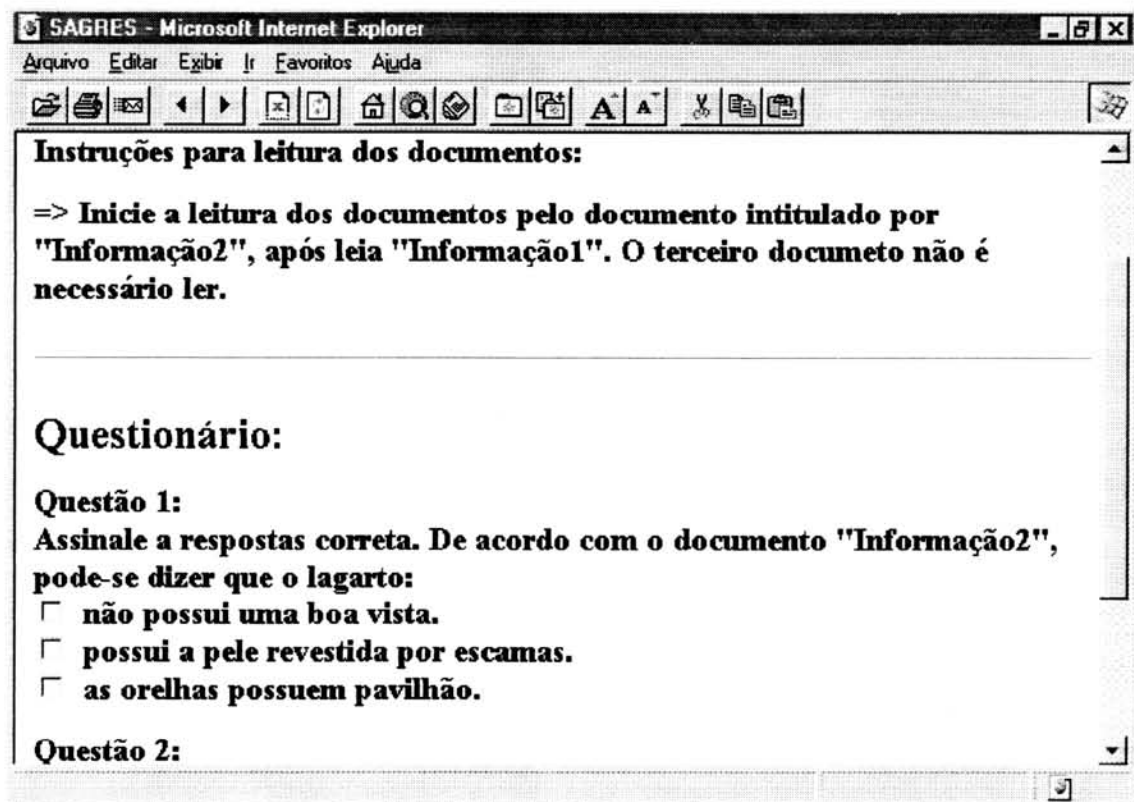


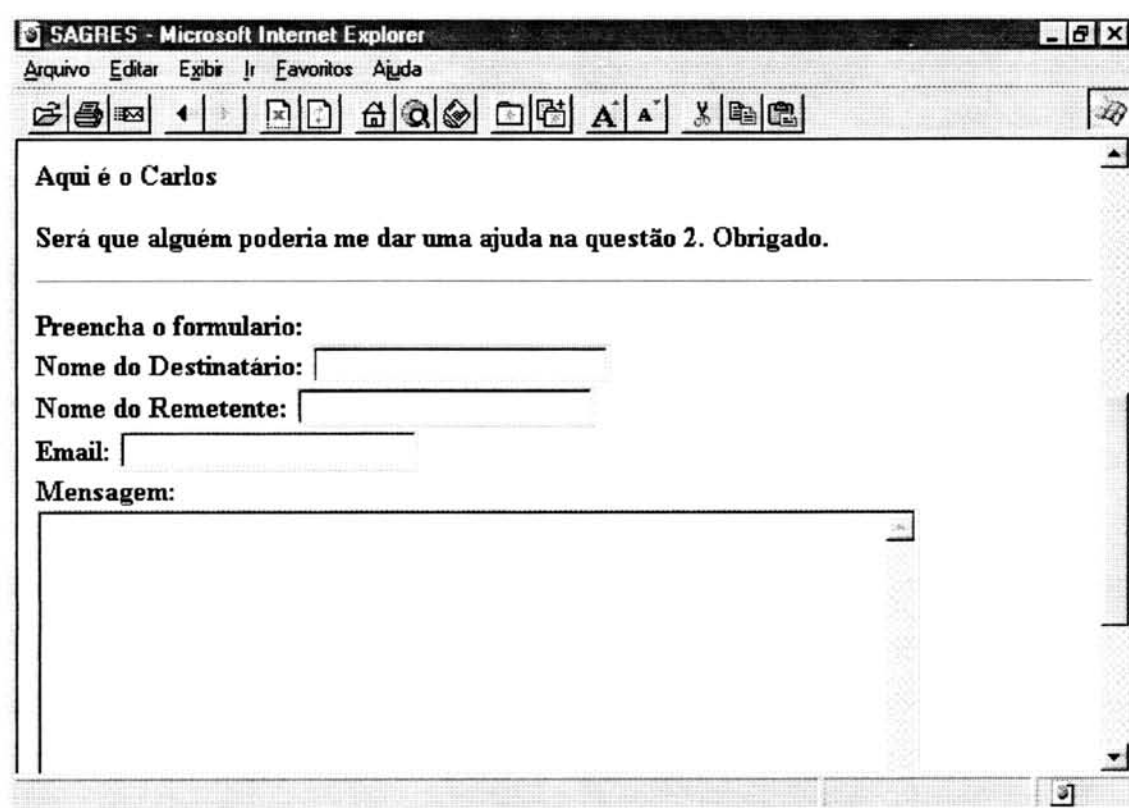
FIGURA 8.14 - Página referente as atividades

Para visualizar esta página o aluno deverá entrar no sistema através do estereótipo de turma de alunos e informar seu nome. Com isso, será exibida uma página especificando todas as turmas em que se encontra cadastrado. Selecionada a turma desejada para a consulta atual, serão exibidos todos modelos da turma. Neste caso, o aluno deverá selecionar o indicado pelo professor.

Por fim, a página será exibida e o aluno poderá iniciar seu trabalho. A FIGURA 8.13 ilustra uma página de resposta.

As informações de consulta são acionadas através dos *links* referentes aos títulos dos documentos. Por sua vez, para realizar as atividades basta pressionar o botão “ATIVIDADES”, o qual exibirá a página com as atividades definidas pelo gerente de turma para seus alunos, como o exemplo demonstrado na FIGURA 8.14.

O mural para a comunicação é acionado através do *link* “MURAL”, tornando visível a página com um formulário para a inserção de mensagens, juntamente com as mensagens já incluídas, conforme ilustrado na FIGURA 8.15.



SAGRES - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Ir Favoritos Ajuda

Aqui é o Carlos

Será que alguém poderia me dar uma ajuda na questão 2. Obrigado.

Preencha o formulário:

Nome do Destinatário:

Nome do Remetente:

Email:

Mensagem:

FIGURA 8.15 - Página referente ao mural de comunicação

Para a edição de documentos é preciso selecionar o *link* “DOCUMENTO”, o qual acionará uma página de formulário como ilustrado na FIGURA 8.16.

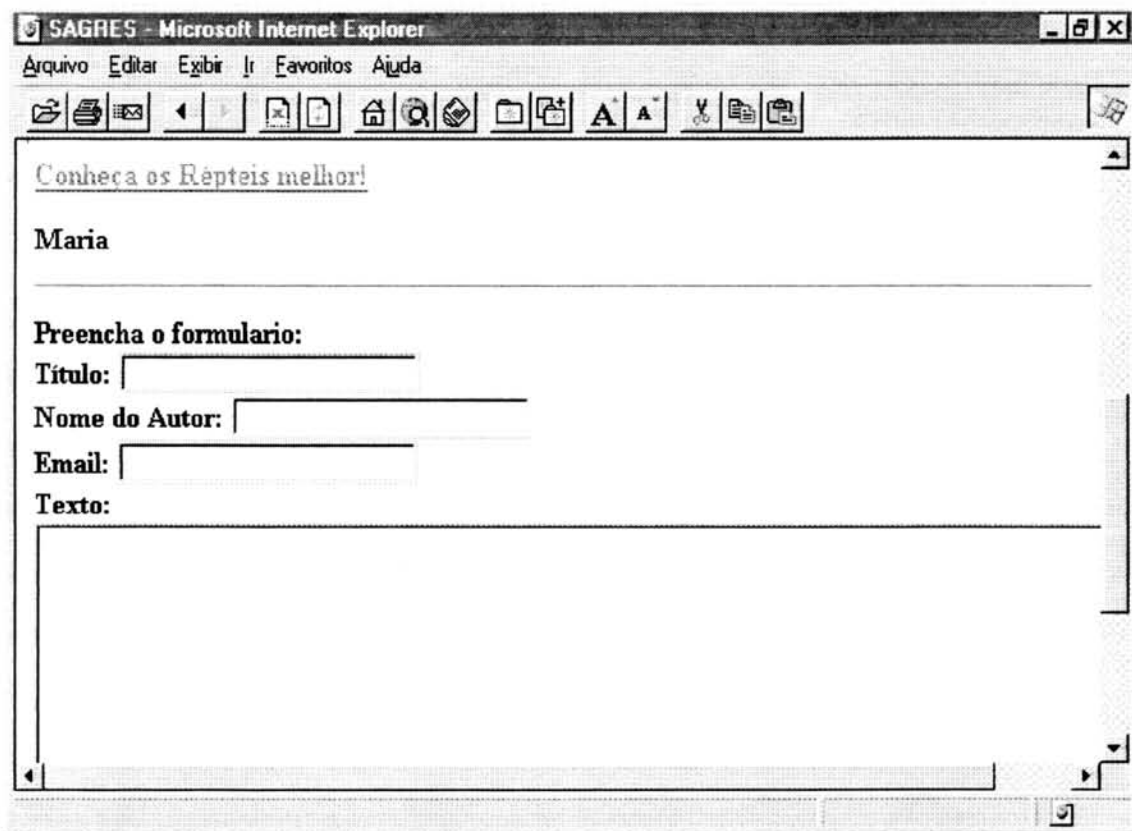


FIGURA 8.16 - Página referente a Edição de Documentos

### 8.3 Implementação do Protótipo

A implementação do protótipo visa testar na prática o conjunto de funcionalidades projetadas na arquitetura apresentada anteriormente.

Desde o início de seu desenvolvimento, buscou-se projetar um ambiente orientado à expansão, ou seja, um conjunto integrado de ferramentas ao qual é possível, sem grande esforço de programação, adicionar novos módulos ou novas funcionalidades aos já existentes.

Neste sentido, o protótipo do sistema SAGRES foi desenvolvido sobre o WWW, o que além de responder satisfatoriamente ao objetivo acima citado, também apresenta um conjunto de vantagens no que se refere a seu desenvolvimento, implementação e utilização, uma vez que a arquitetura do WWW é composta pelo cliente, servidor, bases de dados e protocolo de comunicação.

Sendo assim, algumas das vantagens obtidas pela construção do protótipo sobre o WWW são:

- Os usuários podem utilizar o sistema independente de sua localização física, através de computadores ligados a Internet.
- A possibilidade de utilização simultânea por vários usuários, podendo alguns estarem localizados no ambiente proposto inicialmente neste trabalho, como, também, dispersos pela rede.

- Os usuários não ficam limitados apenas a um tipo de sistema ou plataforma. As estações de trabalho podem ser, por exemplo, PCs, Macintoshes ou estações UNIX, e sob diversos sistemas operacionais.
- É permitido ao usuário o acesso aos recursos do sistema de forma transparente, isto é, o usuário não necessita explicitar a localização.
- Proporciona a redução da carga de informações transmitidas pela rede, uma vez que esta arquitetura constitui-se na divisão de trabalho entre o processo cliente e o servidor, de forma que cada processo realize as tarefas executadas por ele, mais eficientemente. Desta maneira, em vez de enviar toda a base de dados pelo fio, o tráfego da rede é reduzido à consultas e respostas. O servidor responde às consultas dos computadores clientes que, por sua vez, solicitam pesquisas detalhadas.
- Possibilita o uso de vários meios de ensino, como: o texto, as imagens, a comunicação entre os professores e entre os alunos, ou entre os alunos e professores;
- As alterações de informações são mais simples, uma vez que são realizadas em um único *site*;
- O processo de manutenção e evolução é bastante facilitado pela estrutura do programa gerado sobre o WWW, permitindo a integração de novas características tanto ao processo de adaptação como ao processo de cooperação. Tais características podem ser, por exemplo, a adição de novos mecanismos de cooperação entre participantes geograficamente distribuídos.

### 8.3.1 Arquitetura do Protótipo com base no WWW

Como visto anteriormente, o protótipo do sistema SAGRES foi desenvolvido sobre o WWW. Por conseguinte sua arquitetura é constituída pelos componentes: cliente WWW, servidor HTTP, bases de dados e protocolo de comunicação, conforme o estudo teórico apresentado no capítulo 3. A FIGURA 8.17 ilustra a comunicação entre estes componentes, de acordo com o funcionamento do sistema.

O cliente WWW é responsável por gerar todas as facilidades de interação com os usuários, procurando, em cooperação com o processo servidor, recuperar as informações adequadas a eles. Neste sentido, com a utilização de um navegador de WWW (*Internet Explorer*, por exemplo), executado no computador do usuário, é possível visualizar as páginas HTML do sistema. Nestas páginas encontram-se, entre outros, os diferentes assuntos de consulta, as questões referentes a classificação dos visitantes quanto aos seus níveis de experiência, os formulários responsáveis em obter os dados para a construção do modelo, o conjunto de documentos HTML pertencentes às bases de informações e o conjunto de atividades a serem realizadas pelos visitantes durante a utilização do sistema. É através dos formulários que o cliente obtém os dados referentes ao visitante a fim de enviá-los ao servidor.

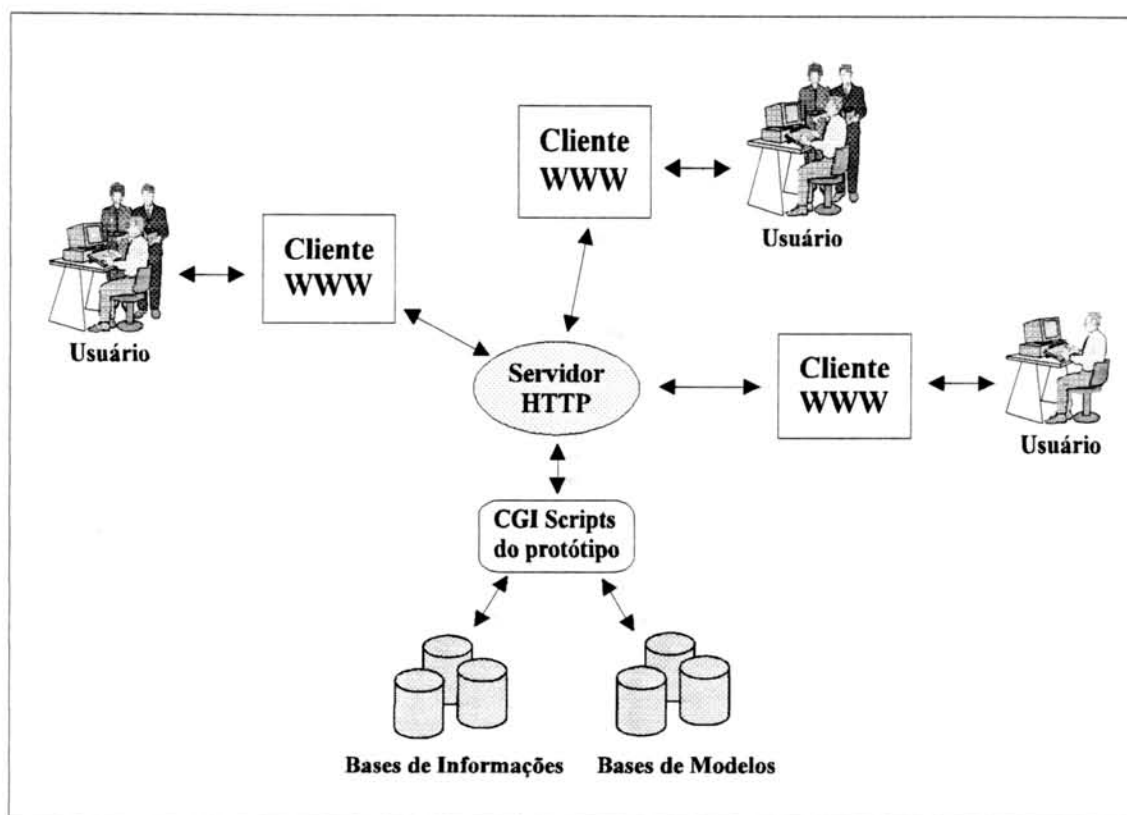


FIGURA 8.17 - Visão do sistema no ambiente do WWW

É importante ressaltar a possibilidade de vários computadores clientes dispersos geograficamente acessarem o sistema SAGRES ao mesmo tempo, devido a construção do protótipo sobre o WWW.

O servidor HTTP, que executa em uma estação multitarefa, gerencia as requisições dos usuários de toda a parte da Internet. É ele que ativa, através dos formulários preenchidos enviados pelo cliente, os scripts CGI do protótipo, tornando possível a utilização do sistema. Com base nas informações dos formulários, providas pelo cliente, o servidor, de acordo com as instruções dos scripts, processa estas informações e retorna uma página HTML (a página de apresentação de informações), contendo o resultado da consulta, de acordo com o modelo do visitante.

Neste sentido, o servidor é o processo responsável por selecionar as informações adequadas ao modelo do visitante nas bases de informações, conforme requisição de consulta realizada através do processo cliente. Isto é, todo trabalho de pesquisa a estas bases de dados é realizado pelo servidor (através dos scripts), onde estas se localizam.

É importante destacar que os dois processos, tanto o cliente como o servidor apresentam um protocolo de comunicação, ou seja, um conjunto de regras definidas responsáveis em prover a comunicação entre eles. Esta comunicação é iniciada pelo processo cliente ao enviar uma requisição de consulta ao servidor.

Nas bases de dados (bases de modelos e de informações) encontram-se armazenados os modelos referentes a todos os usuários do sistema, os estereótipos de grupos e de atividades, bem como os documentos pertencentes ao domínio da aplicação.

Resumidamente, os *scripts* acionados pelo servidor que acessam as bases de dados, juntamente com as páginas HTML formatadas pelo cliente para o usuário, são responsáveis por todas as funcionalidades oferecidas pelo sistema SAGRES.

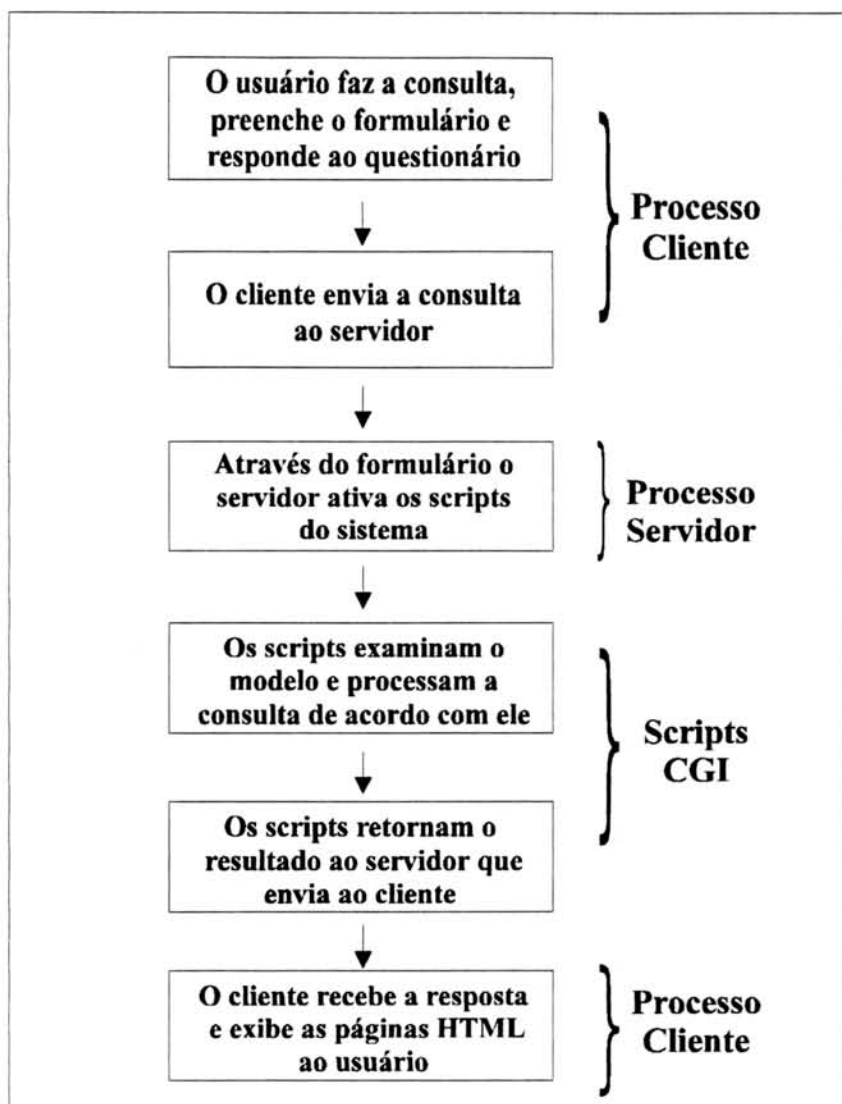


FIGURA 8.18 - Seqüência dos eventos que ocorrem quando um usuário solicita uma consulta

Com base no contexto acima apresentado, a seqüência de eventos ocorrida entre o cliente, o servidor, o CGI e as bases de dados, quando um usuário interage com o sistema, pode ser visualizada na FIGURA 8.18.

### 8.3.2 Módulos do Protótipo

O protótipo do sistema está dividido em um conjunto de cinco módulos principais. No entanto, cada um destes módulos está dividido em um ou mais submódulos menores, visando uma melhor organização e clareza do código fonte gerado. Além disso, cada um destes submódulos contém uma ou mais funções que juntas executam uma tarefa independente encapsulada no submódulo.



Desta forma, existe uma hierarquia organizacional utilizada para a geração do código fonte. A FIGURA 8.19 mostra cada um dos níveis hierárquicos, desde os mais globalizadores (scripts) até os mais básicos (funções).

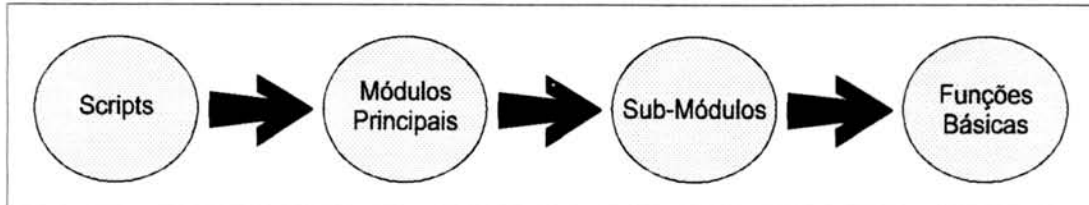


FIGURA 8.19 - Hierarquia Organizacional do Sistema SAGRES

### 8.3.2.1 Módulo de Modelagem

A seguir serão descritos alguns dos submódulos existentes no módulo de modelagem do sistema:

- **Aquisição do Conhecimento sobre o Visitante**

O submódulo de aquisição do conhecimento sobre o visitante é responsável por exibir os formulários de obtenção das características, bem como o questionário referente a obtenção do nível de experiência. Através de páginas HTML torna-se possível a execução deste submódulo, o qual envia os dados recebidos aos submódulos geradores dos estereótipos de grupo e de atividades.

- **Gerador de Estereótipo de Grupo**

O gerador de estereótipo de grupo é um submódulo que recebe em sua chamada os dados que compõem um estereótipo de grupo, os quais são fornecidos pelo gerente de turma. Estes dados são formados pelo assunto de consulta, o nível de experiência, as línguas, o nome do estereótipo e o código do gerente responsável. Desta forma, cabe a este submódulo escrever, no arquivo de grupos, o novo estereótipo.

- **Gerador de Estereótipo de Atividade**

O gerador de estereótipo de atividade, assim como o de grupo, é um submódulo que recebe em sua chamada os dados que compõem um estereótipo de atividade, os quais são fornecidos pelo gerente de turma. Estes dados são formados por uma questão de múltipla escolha com suas respostas ou por uma atividade guiada, o nome da atividade e o código do gerente responsável. Assim sendo, este submódulo escreve, no arquivo de atividades, o novo estereótipo.

- **Gerador de Turma**

O gerador de turma é o submódulo responsável em gerar o modelo da turma. Neste sentido, ele recebe em sua chamada o nome do estereótipo do grupo desejado (que especifica as características particulares da turma), o nome dos estereótipos de atividades (os quais

definem as atividades a serem realizadas pelos alunos) e o nome da turma. Este submódulo realiza alguns testes de consistência importantes, como não permitir que uma mesma turma seja cadastrada duas vezes com o mesmo estereótipo de grupo e pelo mesmo gerente.

Além disto, o gerador de turma também cria automaticamente os arquivos de extensão HTML, responsáveis pelo ambiente de cooperação entre os alunos.

- **Inserção de Alunos**

O submódulo de inserção de alunos é responsável por estabelecer o relacionamento entre o aluno e a turma, especificados pelo gerente de turma. Neste caso, ele insere um aluno a uma turma, armazenando o relacionamento no arquivo adequado e verificando sua existência.

- **Gerador de Modelo para Visitante Individual**

O gerador de modelo para visitante individual é um submódulo que recebe em sua chamada os dados que compõem o modelo individual do visitante. Estes dados são constituídos pelo assunto de consulta, o nível de experiência, os tipos de línguas e o nome do visitante. Antes, porém, de escrever no arquivo de modelos individuais, este submódulo deve testar a existência de outros modelos deste visitante, verificando o assunto de consulta, isto é, um mesmo visitante não pode possuir mais de um modelo com o mesmo assunto.

### 8.3.2.2 Módulo de Adaptação

A seguir serão descritos alguns dos submódulos existentes no módulo de adaptação do sistema:

- **Controle do Processo de Adaptação**

O submódulo de controle do processo de adaptação é o núcleo do sistema SAGRES. Apesar de ser um submódulo pequeno e simples, este executa um conjunto grande de chamadas a outros submódulos, coordenando o processo de adaptação como um todo. Sendo assim, este submódulo:

- Requisita os modelos do visitante às bases de modelos.
- Solicita ao visitante a identificação do modelo desejado para consulta no dado momento, pois este pode possuir mais de um modelo.
- Ativa o submódulo de mapeamento quando necessário.
- Gera uma página HTML com as informações adequadas ao modelo, recebidas do processo de mapeamento.

Cabe ressaltar que o submódulo de controle do processo de adaptação deve requisitar o modelo do usuário através de uma consulta às bases de modelos. Seria interessante para extensões futuras criar um protocolo que possibilite a comunicação

entre os processos de adaptação e de modelagem, a fim de obter maior flexibilidade e uma possível reusabilidade do módulo de modelagem em outras aplicações. A comunicação entre eles poderia ocorrer de forma semelhante a definida por Kobsa [KOB 96a] apresentada no capítulo 4.

- **Mapeamento**

O submódulo de mapeamento é responsável em buscar nas bases de informações aquelas de acordo com o modelo recebido como parâmetro. Neste sentido, é gerado como resultado de saída um conjunto de informações que, através do processo de adaptação, serão exibidas ao visitante.

### 8.3.2.3 Módulo de Cooperação

A seguir serão descritos os principais submódulos existentes no módulo de cooperação do sistema:

- **Controlador de Comunicação**

O submódulo controlador de comunicação é ativado cada vez que uma nova mensagem é inserida na página responsável pela comunicação entre os alunos. Neste sentido, este submódulo lê o arquivo HTML onde se encontram todas as mensagens e rescreve-o adicionando a nova. Após, exibe novamente a página ao visitante.

- **Controlador de Edição de Documentos Compartilhados**

O submódulo de edição de documentos compartilhados é ativado cada vez que um novo documento é editado. Este submódulo cria um arquivo de extensão HTML ao novo documento, lê a página HTML onde se encontram todas as chamadas aos documentos já existentes e rescreve-a adicionando um *link* para o documento recém criado. Após, exibe novamente ao usuário a página com os *links* para todos os documentos compartilhados do Sistema.

### 8.3.2.4 Módulo de Atividades

Neste módulo existem dois principais submódulos a seguir descritos:

- **Correção das Atividades**

O submódulo de correção das atividades é responsável pela correção das atividades propostas na forma de questões de múltipla escolha, devendo, após a correção, exibir o resultado ao aluno.

- **Gerador de Relatórios de Atividades**

O gerador de relatórios de atividades é o submódulo responsável em gerar relatórios com os resultados das atividades realizadas pelos alunos. Este submódulo somente é acionado através de uma solicitação do gerente da turma, único com acesso a

tais relatórios. O relatório lista todos os alunos da turma com suas respectivas respostas às atividades, bem como o aproveitamento geral dos alunos.

#### 8.3.2.5 Módulo de Cadastros

No módulo de cadastros existem dois principais submódulos a seguir descritos:

- **Cadastro de Informações**

O submódulo cadastro de informações somente é acionado pelos gerentes de informação, os quais cadastram novas páginas ao sistema, informando a língua, bem como o nível de dificuldade, o endereço e o título. Estas novas informações serão cadastradas nos arquivos pertencente as bases de Informações.

- **Cadastro de Gerentes de Turmas**

O submódulo cadastro de gerentes de turmas somente é acionado pelo administrador do sistema, o qual deve informar o nome do professor e uma senha. Estes dados serão cadastrados no arquivo de professores.

### 8.3.3 Páginas HTML

As páginas HTML são de grande importância para o sistema SAGRES, uma vez que elas são o meio pelo qual o usuário comunica-se com o sistema, isto é, a interface. Toda a interação do usuário com o sistema ocorre através destas páginas.

Deste modo, de acordo com o objetivo central deste trabalho, as páginas foram definidas com a maior simplicidade possível, a fim de possibilitar a utilização por leigos, apresentando, também, o mínimo possível de sobrecarga cognitiva para seu uso.

Fora isto, com o uso de formulários disponíveis na linguagem HTML, é possível requisitar do usuário suas informações, as quais serão enviadas aos scripts através do método *POST*. Este método foi escolhido já que permite o envio de um grande volume de informações sem acarretar em seu truncamento, como acontece no método *GET*. Isto ocorre porque, segundo estudo teórico realizado no capítulo 3 sobre o WWW, o método *POST* envia as informações no corpo da mensagem, enquanto o *GET* envia junto a URL.

Além de acionar os *scripts* especificados nos formulários do protótipo, as páginas HTML também são responsáveis em exibir o resultado da consulta e possibilitar a comunicação entre os usuários do sistema, através do uso de uma página compartilhada por todos.

### 8.3.4 Bases de Modelos e Informações

As bases de modelos e informações armazenam os dados relacionados aos modelos dos visitantes e as informações disponíveis no sistema. Estas bases foram estruturadas e

armazenadas em arquivos ASCII, os quais estão representados no diagrama entidade-relacionamento da FIGURA 8.20.

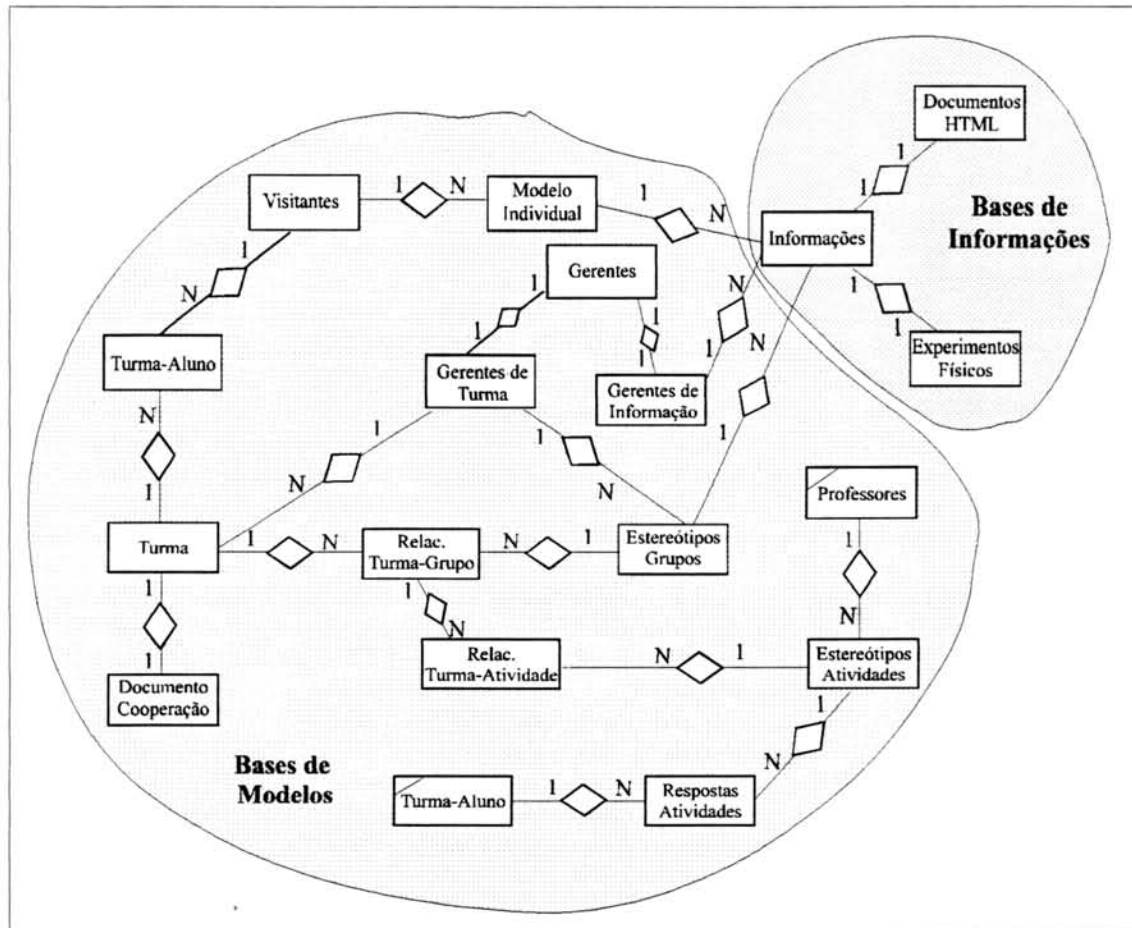


FIGURA 8.20 - Diagrama entidade-relacionamento das bases de modelos e informações

### 8.3.5 Ferramenta de Programação

O desenvolvimento do protótipo do sistema SAGRES, descrito nesta dissertação, foi realizado sobre a linguagem CGI de script Perl (*Practical Extractical and Report Language*) [WAL 96]. O uso desta linguagem facilitou o processo de programação e aumentou a qualidade do protótipo gerado.

A escolha de uma linguagem de script foi devido a sua portabilidade, uma vez que os *scripts* não ficam limitados apenas a um tipo de sistema ou plataforma.

Neste sentido, Perl é uma linguagem interpretada otimizada para examinar arquivos textos, extraindo informações destes, e imprimindo relatórios baseados nestas informações. A linguagem é prática, de fácil uso, eficiente e completa. Ela combina várias características da linguagem C, o que torna mais fácil seu uso para pessoas com conhecimento nesta linguagem, como foi o caso deste trabalho. Ela também não impõe limites ao tamanho de seus dados. Fora estas vantagens ela também permite a geração de códigos através de expressões regulares.

Além disto, para decodificar os dados de entrada, recebidos dos usuários, e apresentá-los em um formato compreensível, utilizou-se a biblioteca “cgi-lib.pl” [BRE 94]. Esta biblioteca de domínio público entende tanto o método *POST* como o *GET* para envio das informações e retorna os dados aos *scripts* do protótipo em um array, o que torna o acesso a estes dados mais simples.

### 8.3.6 Especificação das Funcionalidades dos Agentes de Software nos Módulos do Protótipo

Visando especificar algumas possíveis funcionalidades previstas para os agentes de software no sistema SAGRES, buscou-se apresentá-los inseridos na estrutura individual dos principais módulos do protótipo. Tais estruturas também exibem as ligações existentes entre os submódulos e as bases de modelos e informações.

A visualização dos agentes nestas estruturas tornará mais fácil, mais rápido e mais claro o desenvolvimento das extensões futuras previstas para esta dissertação.

#### 8.3.6.1 Agentes no Módulo de Modelagem

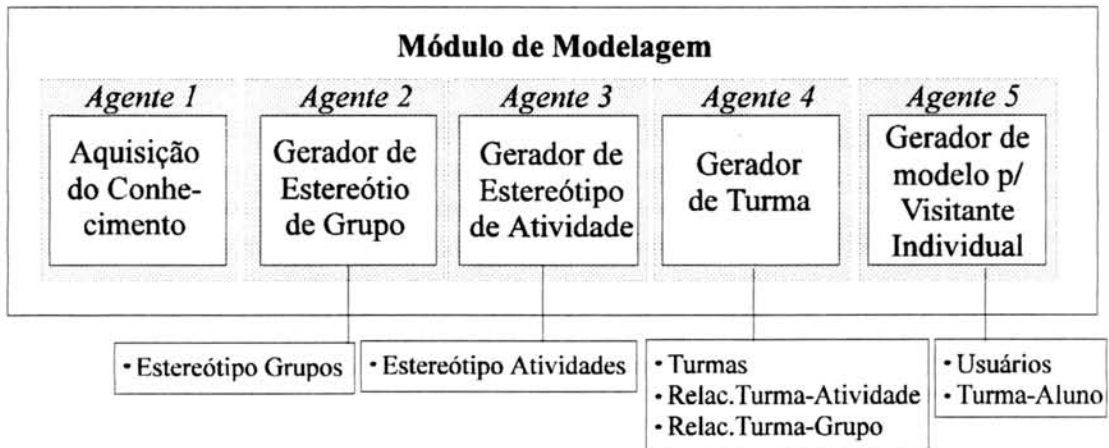


FIGURA 8.21 - Estrutura do Módulo de Modelagem com Agentes

No módulo de modelagem projetou-se a existência de cinco agentes, conforme ilustrado na FIGURA 8.21. O *Agente 1* é responsável pela aquisição do conhecimento sobre os usuários, fornecendo-lhes os formulários e os questionários necessários para a obtenção das informações que constituem os modelos. Cabe ao *Agente 1* enviar tais informações aos *Agentes 2, 3, 4 ou 5*, os quais geram, respectivamente, os estereótipos de grupo, os estereótipos de atividades, o modelo da turma e o modelo do visitante individual. Neste sentido, estes agentes devem acessar as bases de modelos, a fim de armazenar as informações de forma correta.

#### 8.3.6.2 Agentes no Módulo de Adaptação

No módulo de adaptação, conforme ilustrado na FIGURA 8.22, projetou-se dois agentes distintos. O *Agente 1* assume a tarefa de controlar a adaptação como um todo, isto é, decidirá o modelo que deve ser solicitado às bases de modelos e a hora dessa



solicitação; enviará automaticamente o modelo necessário ao mapeamento para o *Agente 2*; e, quando todo o processo estiver finalizado, exibirá ao usuário a página de resultado. Já o *Agente 2* será responsável em realizar o mapeamento das bases de informações para uma forma de apresentação conforme o modelo enviado pelo *Agente 1*.

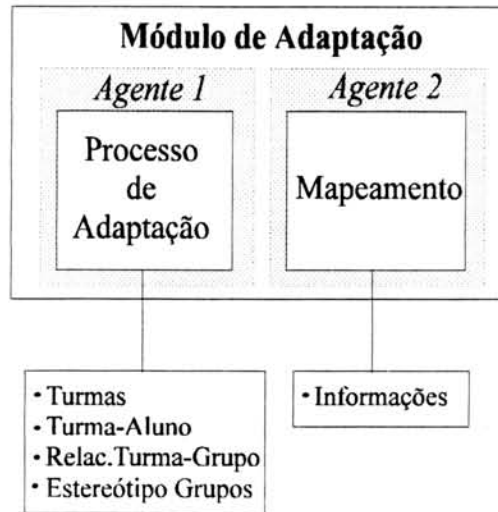


FIGURA 8.22 - Estrutura do Módulo de Adaptação com Agentes

### 8.3.6.3 Agentes no Módulo de Atividades

No módulo de atividades projetou-se a existência de dois agentes distintos, conforme ilustrado na FIGURA 8.23. O *Agente 1* é responsável pela correção das atividades expressas em questões de múltipla escolha, devendo, também, apresentar os resultados aos alunos. Por sua vez, o *Agente 2* deve, automaticamente, gerar relatórios sobre o andamento dos alunos, durante a utilização do Sistema, em tempos regulares, fornecendo-os ao gerente de turma. Seria interessante que estes relatórios também apresentassem alguns comentários realizados pelo agente, sobre o desempenho geral da turma.



FIGURA 8.23 - Estrutura do Módulo de Atividades com Agentes

#### 8.3.6.4 Agentes no Módulo de Cooperação

No módulo de cooperação foram projetados três agentes, conforme ilustra a FIGURA 24. O *Agente 1* é responsável por controlar o processo de comunicação entre os alunos, organizando as mensagens enviadas na troca de informações e notificando sua chegada com um breve comentário. O *Agente 2* controla o processo de edição de documentos, organizando os *links* a estes e indicando os documentos mais recentes. Por fim, a coordenação entre estes processos cabe ao *Agente 3*, o qual deve gerenciar o processo de cooperação, gerando, automaticamente, relatórios exibindo a comunicação entre os alunos e, apontando as principais dúvidas destes.



FIGURA 8.24 - Estrutura do Módulo de Cooperação com Agentes

## 9 Estudo de Caso

O desenvolvimento de um trabalho de pesquisa, como é o caso desta dissertação, deve apresentar pontos de avaliação dos resultados durante seu andamento, a fim de verificar o seu desenrolar. Com isto, é possível realizar a correção de falhas e desvios do objetivo final, bem como analisar o estudo realizado quando inserido em um ambiente real.

Neste capítulo, apresenta-se o estudo de caso aplicado ao sistema SAGRES, cujo embasamento conceitual foi descrito anteriormente. O objetivo é verificar o estudo realizado, permitindo avaliar os conhecimentos adquiridos e detectar novas funcionalidades úteis a serem acopladas futuramente.

### 9.1 Casos de Avaliação

O processo de avaliação do sistema SAGRES exige o uso de um conjunto de características de entrada, a partir das quais será realizada a adaptação das informações. Visto que o sistema SAGRES possibilita a interação com diferentes tipos de usuários, definiu-se três casos de avaliação distintos. Neste sentido, buscou-se interagir, durante este processo, com usuários que assumem no sistema a posição de gerente de informação, gerente de turma e visitante individual. Para cada tipo definido foi realizada uma explicação detalhada do funcionamento do sistema, permitindo, posteriormente, sua utilização.

#### 9.1.1 Pesquisadores do MCT

Como sabemos o gerente de informação é aquele usuário responsável pelas informações disponíveis no sistema. Neste sentido, achou-se interessante realizar um dos casos de avaliação com pesquisadores do Museu de Ciências e Tecnologia, os quais assumem no sistema a posição de gerente de informação. Com isso, tornou-se disponível informações para consultas aos próximos casos de avaliação, estabelecendo-se, também, as questões referentes a obtenção do nível de experiência do usuário.

##### 9.1.1.1 Ambiente de Avaliação

Este caso de avaliação foi realizado no MCT, onde estiveram presentes três pesquisadores da área de Biologia.

O processo de avaliação foi realizado em três fases:

- **Primeira fase:** foi realizada uma explicação detalhada do funcionamento do sistema SAGRES, dos objetivos que motivaram seu desenvolvimento e, principalmente, da importância dos pesquisadores responsáveis pelas informações no sistema (gerentes de informação).

- **Segunda fase:** nesta fase foi realizada uma demonstração no sistema, possibilitando sua utilização pelos pesquisadores participantes deste processo.
- **Terceira fase:** após a utilização do sistema SAGRES os pesquisadores participantes colocaram suas opiniões sobre o mesmo, as quais são apresentadas na seção 9.1.1.2.

#### 9.1.1.2 Resultados Obtidos

Como resultado deste caso de avaliação obteve-se as opiniões e sugestões abordadas abaixo:

- **Permitir a inclusão de informações pelos gerentes de turma**

Uma sugestão levantada durante este caso de avaliação foi a possibilidade do gerente de turma incluir informações às bases, com o auxílio do gerente de informação. Neste sentido, os professores das turmas que visitam o museu, através do gerente de informação responsável pelo tema, adicionariam informações consideradas por eles relevantes aos alunos de suas turmas.

- **Permitir acesso ao acervo de informações do MCT**

O acervo de informações do museu encontra-se, atualmente, em arquivos físicos não disponíveis ao visitante, pois é inviável seu manuseio por um grande público. Neste sentido, o sistema SAGRES disponibiliza o acesso a tais informações de modo automático, simples, e, principalmente, adaptado às características dos visitantes. Além de possibilitar a difusão destas informações a nível mundial, através da Internet. Tais características são vistas pelos pesquisadores do MCT como um dos pontos mais importantes e interessantes do sistema SAGRES, pois seus trabalhos servirão como material didático voltado ao ensino.

- **Flexibilidade de utilização**

A flexibilidade de utilização do sistema SAGRES, isto é, a possibilidade de utilizá-lo sem a necessidade de estar no local da aplicação o torna uma ferramenta continua do aprendizado iniciado no museu.

Neste sentido, os visitantes podem realizar leituras em suas residências ou escolas e executar as atividades práticas nas dependências do MCT. Com isso, será possível estabelecer uma associação direta entre a teoria e a prática.

#### 9.1.2 Professores do Instituto Educacional João XXIII

A fim de avaliar os resultados desta dissertação explorando todo o seu potencial de atendimento ao usuário, isto é, permitindo a definição de um modelo de turma, o qual possibilita o ambiente cooperativo, optou-se por um caso de avaliação em um ambiente escolar. Neste ambiente trabalhou-se com professores de várias áreas, entre as quais está a Biologia.

A escolha dos professores foi baseada no conhecimento prévio que estes apresentam sobre museus. Sendo assim, estes professores trabalham freqüentemente com atividades extra classe, sabendo, então, através de suas experiências, o que os alunos devem aprender e como devem interagir neste ambiente na busca das informações. Além disso, tornou-se muito interessante, pois são eles os verdadeiros usuários finais, o que conseqüentemente também facilitou a utilização do sistema. Tais professores assumem a posição de gerentes de turmas no sistema e são responsáveis pela definição das características de suas turmas.

#### 9.1.2.1 Ambiente de Avaliação

Este caso de avaliação foi realizado no Instituto Educacional João XXIII, onde estiveram presentes uma professora de Biologia, uma de Estudos Sociais e uma de Informática.

Esta escola disponibiliza a seus alunos mais de 30 computadores, os quais estão todos ligados em rede. Adicionalmente, existe uma sala onde encontram-se três computadores ligados a Internet, os quais tornaram possível a demonstração do Sistema de adaptação proposto.

O processo de avaliação foi realizado em cinco fases:

- **Primeira fase:** definiu-se quais seriam os professores mais interessantes para auxiliar este processo de avaliação. Tais professores já apresentam conhecimento sobre o tipo de atividades que os alunos gostam de realizar durante uma visita a museus, bem como aquelas que mais apoiam o processo de ensino-aprendizado. Uma professora de informática do João XXIII auxiliou nos primeiros contatos dentro deste colégio, servindo de ponto de comunicação durante todo o processo.
- **Segunda fase:** com os professores selecionados, foi realizada uma explicação detalhada do funcionamento do sistema SAGRES e dos objetivos que motivaram seu desenvolvimento. Durante esse primeiro contato, já surgiram alguns comentários e pode-se verificar o processo de uso do Sistema com os usuários principiantes.
- **Terceira fase:** esta fase foi realizada isoladamente pelos professores que verificaram todas as qualidades e pontos a serem melhorados no sistema SAGRES. Todas as páginas disponíveis para testes foram percorridas durante uma semana de duração desta fase.
- **Quarta fase:** em um novo encontro foi realizado um debate entre professores, os quais colocaram suas opiniões sobre as funcionalidades oferecidas pelo sistema SAGRES, bem como suas idéias para futuras extensões do mesmo.
- **Quinta fase:** por fim, foram compiladas as idéias e opiniões apresentadas na fase anterior, dando origem aos resultados apresentados na seção 9.1.2.2.

### 9.1.2.2 Resultados Obtidos

Como resultado do caso de avaliação no Instituto Educacional João XXIII obteve-se um conjunto de opiniões sobre as funcionalidades do sistema SAGRES, bem como algumas sugestões que viriam a ser muito interessantes se a ele acopladas.

Neste sentido todas estas opiniões e sugestões emitidas sobre o sistema SAGRES são abordadas abaixo:

- **Motiva os alunos na elaboração de seus relatórios**

O recurso de edição de documentos oferecido pelo sistema SAGRES, os quais demonstram o conhecimento adquirido pelos usuários durante sua utilização ou, até mesmo, possibilitem a eles a apresentação de trabalhos relacionados com a consulta realizada, foi considerado um importante fator de motivação aos alunos, pois permite que os torne mais exigentes na elaboração de seus textos.

Os alunos são motivados, pois seus documentos ficam disponíveis para consulta por pessoas externas a turma, sejam alunos de outras turmas como, também, de outros colégios. Isso incentiva um maior esforço na elaboração dos documentos, acarretando, conseqüentemente, um nível maior de qualidade.

- **Incentiva o trabalho em grupo**

A grande tendência atual, segundo os professores que participaram deste processo de avaliação, é substituir a competição existente no ensino pela cooperação e ajuda mútua entre os alunos. Sendo assim, a preocupação do sistema SAGRES em possibilitar um processo cooperativo entre os integrantes das turmas, visando a realização de um trabalho em grupo com a troca de mensagens, através do mural compartilhado, foi vista como uma nova alternativa, a qual beneficia o ensino.

Neste sentido, o sistema SAGRES além de substituir a competição pela cooperação também incentiva os alunos ao trabalho cooperativo, pois disponibiliza uma nova tecnologia diferenciada das utilizadas atualmente. Tal vantagem, acarreta no aumento de interesse por parte dos alunos, além de melhorar o relacionamento entre eles, através do trabalho em grupo.

- **Incentiva a curiosidade dos alunos**

O mural de comunicação onde os alunos inserem mensagens com suas dúvidas, idéias e opiniões, dirigidas a todos integrantes da turma, inclusive ao gerente desta turma, foi considerado um fator de incentivo a curiosidade. Isso por permitir aos alunos o acesso a todas as mensagens enviadas ao mural, o que possibilita o conhecimento sobre as idéias de seus colegas.

Neste sentido, a visualização destas mensagens permite ao aluno perceber o que os seus colegas pensam e como refletem sobre o assunto sendo trabalhado. Isso fará com que crie uma consciência crítica sobre os seus interesses e sobre os interesses de seus



colegas, o que aumentará seu campo de visão no assunto trabalhado, além de torná-lo mais exigente em seu modo de pensar.

- **Incentiva a pesquisa**

Com a utilização do sistema SAGRES os alunos adquirem conhecimentos de três formas distintas: lendo os documentos relacionados com o assunto de consulta, resolvendo as atividades propostas pelo professor e lendo as dúvidas dos colegas, as quais, muitas vezes, podem ser iguais as suas.

Neste sentido, foi levantado pelos professores do João XXIII, que a possibilidade de alternar entre as três formas de aprendizado incentiva os alunos a pesquisar, levando em consideração seus desejos e necessidades. A escolha da forma mais apropriada, bem como, a mais necessária, é feita exclusivamente pelo aluno, o qual deve saber escolher entre elas.

- **Promove um aprendizado mais fácil**

Atualmente é verificado, pelos professores participantes do processo de avaliação, que grande parte das dúvidas surgidas durante o aprendizado são resolvidas entre os alunos. Isso porque a linguagem utilizada por eles, isto é, a forma como procuram resolver as dúvidas uns dos outros torna-se, às vezes, mais compreensível do que a explicação convencional (dirigida unicamente pelo professor), pois possuem, geralmente, o mesmo nível de conhecimento, o que possibilita captar mais rapidamente os pontos de dúvidas, sabendo exatamente a maneira mais simples de resolvê-las.

Neste sentido, a possibilidade oferecida pelo sistema SAGRES de permitir a comunicação entre os alunos, além de incentivá-los também facilita o processo de aprendizado, já que adquire todas as vantagens acima citadas de forma automatizada.

- **Permite o acesso independente da localização**

Entre as muitas vantagens advindas com o desenvolvimento do sistema SAGRES na Internet, está a possibilidade do gerente de turma, de sua casa ou da escola, poder utilizá-lo antes de sua turma, sem a necessidade de se locomover até o local de aplicação.

Neste sentido, o gerente de turma consegue planejar a visita ao museu com tempo, consultando e elaborando as atividades. Além de poder verificar o andamento da turma posteriormente, a fim de avaliar o conhecimento adquirido pelos alunos. Tais vantagens facilitam e incentivam a utilização do Sistema.

- **Permitir a Tomada de decisão**

Durante o debate realizado neste processo de avaliação, surgiu a idéia de adicionar a tomada de decisão ao sistema SAGRES, onde os alunos possam decidir tarefas e consultas que gostariam de realizar na próxima utilização. Neste caso, programariam etapas para a próxima visita, seja através de assuntos de interesse comum ou, até mesmo, de possíveis atividades desejadas.

### 9.1.3 Aluno de Pós-Graduação em Computação

Para avaliar o uso do sistema SAGRES no que diz respeito a uma visita individual e a sua estruturação global, buscou-se trabalhar com um aluno de pós-graduação em Computação. Tal aluno assume a posição de visitante individual, devendo, deste modo, definir suas características particulares e seus objetivos com relação à consulta no sistema.

A escolha de uma pessoa voltada para a área de informática foi baseada na idéia de testar não apenas a utilização do sistema propriamente dito, mas, também, sua organização funcional no que se refere à aplicação do conhecimento adquirido durante o estudo realizado para o desenvolvimento deste trabalho.

#### 9.1.3.1 Ambiente de Avaliação

Este caso de avaliação foi realizado no laboratório do Instituto de Informática da UFRGS.

O processo de avaliação foi realizado em duas fases:

- **Primeira fase:** nesta fase foi realizada uma explicação detalhada da estrutura geral do sistema, o que foi possível graças ao conhecimento do aluno em informática. Após foi realizada uma demonstração, possibilitando sua utilização posterior pelo aluno.
- **Segunda fase:** após a utilização do sistema, o aluno colocou suas idéias sobre as funcionalidades oferecidas pelo sistema SAGRES, bem como algumas opiniões a nível de interface e aplicabilidade.

#### 9.1.3.2 Resultados Obtidos

Como resultado deste caso de avaliação obteve-se as opiniões e sugestões abordadas abaixo:

- **Facilidade de adaptação**

Uma das principais características apontadas no sistema SAGRES é a facilidade de adaptação, ou seja, poder ser alterado conforme as necessidades do usuário, obtendo um alto grau de flexibilidade, evolutibilidade e abrangência de utilização. Isto porque o sistema permite, na geração do modelo de turma, a definição de diversos estereótipos de grupo e de atividades, os quais serão utilizados conforme especificação do próprio usuário (do gerente de turma). Neste sentido, é possível o uso de estereótipos independentes por assunto, língua, nível de experiência, bem como a geração e uso de diferentes estereótipos de atividades.

- **Aplicabilidade**

A aplicabilidade apontada no sistema SAGRES deve-se a possibilidade deste trabalhar sobre uma base de informações, variando a visão sobre esta, ou seja, a visão

está relacionada com os diferentes níveis de experiência que os usuários podem possuir. Neste sentido, cada nível estabelece uma visão distinta sobre a mesma base. Além disso, também, é possível alterar a visão sobre a base de informação de acordo com o tema desejado para consulta. Neste caso, cada assunto estabelecerá uma visão diferenciada sobre a mesma base.

- **Interface**

Na interface do sistema SAGRES foram apontados dois problemas. O primeiro problema está relacionado com a falta de orientação do usuário ao navegar pelas páginas do sistema, o que acarreta, muitas vezes, em sua dificuldade em estabelecer o ponto exato onde se encontra no dado momento. Para resolver este problema foi sugerida a construção de uma árvore hierárquica demonstrando a cada página a posição exata em que se encontra.

O segundo problema encontrado na interface diz respeito a não necessidade do uso de páginas HTML com tamanho maior do que uma tela física, o que tornaria desnecessário o uso da barra de scroll. Tal mudança simplificaria a utilização do sistema, visto que permitiria uma visão global da página sem omitir nenhuma informação.

- **Possibilidade de difusão do conhecimento**

Pelo fato do sistema SAGRES trabalhar sobre a grande rede mundial, foi considerado um sistema de difusão de conhecimento, podendo inclusive servir para a educação à distância.

- **Alto nível de interação**

A troca de mensagens entre os alunos, permitida pelo sistema SAGRES, possibilita um alto nível de interação entre os alunos e o computador, entre os próprios alunos e entre os alunos e professores. Com isso, torna o sistema uma ferramenta a qual derruba o conceito que define os usuário de computadores como individualistas.

## **9.2 Considerações do Processo de Avaliação**

A partir das opiniões emitidas nos casos de avaliação sobre o sistema SAGRES e apresentados anteriormente, pode-se observar um conjunto de conclusões e considerações:

- A inclusão de informações pelo gerente de turma com o apoio do gerente de informação é uma tarefa que hoje pode ser realizada manualmente pelos próprios usuários. No entanto, é totalmente viável para extensão futura a construção de um módulo específico no sistema para a execução desta tarefa.
- A construção da tomada de decisão, como foi sugerido, é um processo viável e interessante para uma extensão futura deste trabalho. Uma alternativa seria construí-la utilizando agentes de software, os quais realizariam a negociação

entre os alunos, para as tomadas de decisões referentes a próxima utilização do sistema SAGRES.

- Para a geração do protótipo deste trabalho não houve grande preocupação a nível de interface. Neste sentido, um dos pontos que certamente estão incluídos na lista para extensões futuras são as melhorias das páginas HTML. As sugestões colocadas são de grande valia para este processo futuro, sendo a construção da árvore hierárquica possível devido a existência da estrutura hierárquica das informações do sistema.
- Um dos pontos que mais chamaram a atenção dos avaliadores do sistema foi, sem dúvida, a flexibilidade proporcionada pelo desenvolvimento do protótipo sobre a Internet. Tal flexibilidade proporcionou inúmeras vantagens, entre as quais está a possibilidade de se utilizar o sistema SAGRES como uma ferramenta para ensino à distância. Este enfoque também merece uma atenção especial em novos estudos realizados sobre este trabalho.

## 10 Conclusão

Apesar de ser um capítulo de conclusão, o principal objetivo deste é abrir novos caminhos para o aprimoramento da pesquisa e do estudo realizado nesta dissertação. Neste sentido, apresenta-se um conjunto de considerações finais, bem como, algumas extensões futuras desejáveis.

A dissertação aqui concluída descreve um sistema para a apresentação adaptável de informações obtidas a partir das bases de dados do Museu de Ciências e Tecnologia, utilizando a extração de conhecimento sobre o usuário e armazenando-o em um modelo. As informações são manipuladas por um conjunto de visitantes do MCT, os quais possuem suporte à interação em grupo, a fim de possibilitar um processo cooperativo que apoie o ensino-aprendizado.

O desenvolvimento deste projeto foi realizado sobre a Internet com o uso da linguagem CGI Perl. A utilização deste ambiente distribuído permitiu uma maior flexibilidade, usando todas as facilidades oferecidas pela grande rede mundial. O resultado final deste estudo é o referencial conceitual e a implementação de um protótipo para facilitar a utilização e manipulação das informações, através de um processo de adaptação e cooperação.

### 10.1 Considerações finais

Considerando o objetivo inicial deste trabalho: realizar o embasamento conceitual, definir e implementar uma infra-estrutura que considere as preferências, as capacidades e as atividades de um ou mais usuários, tornando disponível um mecanismo eficiente de cooperação de forma a gerar um Sistema com Apresentação Adaptável de Informações e Suporte à Interação em Grupo, obteve-se como resultado final a especificação do sistema SAGRES e a implementação do protótipo apresentado nesta dissertação. Este protótipo deverá constituir-se em um instrumento bastante útil para aquelas pessoas que sentem dificuldade de extrair, de um conjunto grande de informações, aquelas que se adaptam as suas características particulares, seja por falta de tempo ou, até mesmo, por desinteresse. Além destas pessoas, o protótipo também beneficiará aquelas que consideram o processo de cooperação uma forma de promover a interação social e o sucesso do ensino-aprendizado.

É importante salientar que o protótipo não se constitui em um ponto de chegada, mas sim, em um ponto de partida do qual muitos outros trabalhos ou estudos poderão ser desenvolvidos. Neste aspecto, o que nos parece ser mais importante a ser destacado diz respeito ao fato de que este conjunto de trabalhos e estudos não estão restritos a uma única área da Ciência da Computação, envolvendo, por exemplo, pesquisadores ligados às áreas de Inteligência Artificial, Sistemas Adaptáveis, Suporte ao trabalho em grupo e Informática na Educação.

Por outro lado, um aspecto interessante observado no decorrer deste estudo é a inexistência de um sistema similar ao projetado, no que se refere a generalidade da



aplicação. O sistema SAGRES não se restringe a adaptação de informações de acordo com o modelo do usuário, ele proporciona uma ferramenta que incentiva o trabalho em grupo, o que se tornou uma grande tendência, atualmente, principalmente no ambiente educacional. O aluno que possui dificuldade em expressar suas idéias no papel tem uma nova forma de comunicar-se. A forma definida neste trabalho, através do mural compartilhado, gera incentivo à medida que os alunos visualizam as dúvidas de seus colegas, podendo, com a linguagem existente entre eles, tornar mais simples a explicação. Além disso, eles podem encontrar, em um sistema que trabalha com hipermídia, uma forma atrativa e completa de aprender.

É importante enfatizar que um sistema de groupware deve preocupar-se com a interação entre o homem e a máquina, principalmente quando se trata de uma aplicação que envolve a área educacional. O ambiente de trabalho oferecido deve, além de manter os serviços disponíveis de um ambiente normal, adicionar novas e úteis facilidades sem tornar sua utilização difícil, para não desviar a atenção das informações apresentadas.

Como outro aspecto importante cita-se que, por ter sido desenvolvido sobre a Internet, o sistema SAGRES derruba a fronteira geográfica, promovendo a livre troca de informações, além de possibilitar o uso de vários meios de ensino, como imagens, textos e comunicação.

Por fim, a necessidade e a possibilidade de aprofundar os estudos realizados, melhorando os resultados até agora obtidos, fez com que surgisse o desejo de implementar-se o protótipo descrito nesta dissertação, a fim de servir como base para conclusões obtidas através de uma avaliação do sistema em uma ambiente real, conforme visto no capítulo 9. No entanto, espera-se gerar novas avaliações do protótipo, bem como, realizar o desenvolvimento de novas versões, visando a correção de falhas e, principalmente, a incorporação de melhorias.

## **10.2 Trabalhos Futuros**

Uns dos aspectos mais importantes que podem ser utilizados para a avaliação da qualidade de um trabalho de pesquisa são as perspectivas e idéias por ele inspiradas, tanto nos que estão diretamente relacionados a ele, quanto naqueles que por ventura tomaram contato com o produto final (trabalho escrito e/ou protótipo implementado).

Neste sentido, tendo em vista os objetivos necessariamente limitados que restringiram a abrangência do presente trabalho, a necessidade e a possibilidade de aprofundar os estudos realizados, bem como, as idéias advindas do estudo de caso efetuado, comportaram-se como fatores capazes de estimular a realização de projetos propostos como trabalhos a serem desenvolvidos futuramente.

De acordo com o contexto acima, merecem destaque as seguintes propostas de trabalhos de pesquisa, os quais visam complementar ou aproveitar os resultados obtidos e os conhecimentos adquiridos durante esta dissertação.



- **Protocolo de Comunicação entre o processo de adaptação e o de modelagem**

Nesta dissertação não foi estabelecido nenhum tipo de padrão para a comunicação entre o processo de adaptação e o de modelagem, sendo esta comunicação realizada simplesmente com a consulta às bases de modelos compartilhadas.

Neste sentido, seria interessante elaborar um protocolo que possibilite a comunicação entre os processos, a fim de se obter maior flexibilidade e uma possível reusabilidade do módulo de modelagem em outras aplicações. A comunicação entre eles ocorreria através de um protocolo especialmente definido, utilizando-se comandos específicos semelhante aos definidos por Kobsa [KOB 96a] apresentados no capítulo 4.

- **Automatização da coordenação**

Como descrito nesta dissertação, a coordenação do processo de cooperação, entre os alunos pertencentes a uma turma, é realizada manualmente pelo próprio gerente de turma. Considerando importante a continuidade deste trabalho, e a constante evolução de técnicas de informática, observa-se a necessidade de tornar o processo de coordenação parcialmente automático. Uma alternativa seria utilizar agentes de software inteligentes que exercessem a função do professor, analisando regularmente o andamento da turma, gerando relatórios com os resultados obtidos, e, até mesmo, gerando ajuda quando necessário.

- **Construção da tomada de decisão**

Devido a limitações de tempo, não foi possível implementar etapas para a tomada de decisão. Contudo, algumas idéias foram surgindo no decorrer do desenvolvimento deste trabalho e na realização da avaliação.

Neste sentido, seria interessante acoplar a tomada de decisão ao sistema, permitindo à turma decidir o que realizaria em sua próxima interação, isto é, programar etapas para sua próxima visita, seja através de tópicos de interesse comum, ou, até mesmo, de possíveis atividades desejadas.

- **Novos mecanismos de comunicação**

O desenvolvido do sistema SAGRES sobre a Internet torna possível a construção de novos mecanismos de comunicação, a fim de possibilitar o suporte à interação entre os participantes de forma que possam trocar informações, experiências e discutir assuntos de forma mais semelhante a comunicação diária.

Sendo assim, poderiam ser utilizadas técnicas semelhantes às usadas em sistemas de teleconferência conforme visto no capítulo 5, como, por exemplo, a transmissão de vídeo e áudio.

- **Edição Cooperativa**

No sistema SAGRES é possível o compartilhamento de idéias editadas por alunos individualmente. Tais idéias expressam os comentários sobre os assuntos

trabalhados, o que pode ser visto como um relatório final de aproveitamento, servindo, também, para uma posterior avaliação por parte do professor.

Sendo assim, seria de grande valia que estes relatórios pudessem ser editados cooperativamente. Neste caso, haveria um relatório final da turma produzido com a colaboração de todos os seus integrantes.

## Bibliografia

- [BAL 95] BÁLINT, Lajos. Adaptive Interfaces for Human-Computer Interaction: A Colorful Spectrum of Present and Future Options. In: IEEE INTERNACIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, 1995, Vancouver, CA. **Proceedings...** Piscataway: IEEE, 1995. v.1. p. 292-297.
- [BAR 94] BARROS, Ligia Alves. **Suporte a Ambientes Distribuídos para Aprendizagem Cooperativa**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1994. Tese de Doutorado.
- [BEH 96] BEHAR, Patricia A. **Análise Operatória de Ferramentas Computacionais de Manipulação de Representações**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1996. Exame de Qualificação.
- [BEH 96a] BEHAR, Patricia; COSTA, Antônio Carlos da Rocha. Computação Cooperativa no Processo de Construção Coletiva de Conhecimento. In: RIBIE, 1996. **Anais...** [S.l.:s.n.], 1996.
- [BEN 95] BENTLEY, Richard et al. **Supporting Collaborative Information Sharing with the World-Wide Web: The BSCW Shared Workspace System**. Boston: 1995. Disponível por <http://orgwis.gms.de/~bscw/papers/boston-95/Bonston.ps> (out. 1996).
- [BOR 95] BORGES, Marcos Roberto da Silva; CAVALCANTI, Maria Cláudia Reis; CAMPOS, Maria Luiza Machado. **Suporte por Computador ao Trabalho Cooperativo**. Porto Alegre: Instituto de Informática da UFRGS, 1995. Curso oferecido na Jornada de Atualização em Informática, 14., 1995, Canela.
- [BRE 94] BRENNER, Steven. **CGI-LIB**. 1994. Disponível por <http://www.bio.cam.ac.uk/web/minimal.cgi> (mar. 1996).

- [BRU 95] BRUSILOVSKY, Peter. **Adaptive hypermedia: an attempt to analyse and generalize**. Moscow: 1995. Disponível por <http://www.acm.org/sigchi/chi95/Roster/Brusilov.html> (jul. 1996)
- [CAM 95] CAMPOS, M. L. et al. Interconnect: An Extensible Workbench for Customizing Cooperative Work Applications. In: CYTED-RITOS INTERNACIONAL WORKSHOP ON GROUPWARE, 1., 1995, Lisboa. **Proceedings...** Lisboa: Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1995. p.81-95.
- [CHE 96] CHEONG, Fah-Chun. **Internet Agents: Spiders, Wonderers, Bokers and Bots**. Indianapolis, USA: New Riders Publishing, 1996. 413p.
- [CHI 89] CHIN, David N. **KNOME: Modeling What the User Knows in UC**. In: KOBASA, A.; WAHLSTER, W. **User Models in Dialog Systems**. New York: Springer Verlag, 1989. 471p. p.74-107.
- [COE 94] COEN, Michael. **SodaBot: A Software Agent Environment and Construction System**. Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligent Laboratory, 1994. Disponível por <ftp://publications.ai.mit.edu>. (dec. 1995).
- [COL 9?] COLLAGE SOURCE. 199?. Disponível por: <ftp://ftp.ncsa.uiuc.edu/Visualization/Collage>
- [COS 92] COSTA, Rosa Maria; SOUZA, Jano. Trabalho Cooperativo: uma caracterização e enfoques na aprendizagem. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 7., 1992, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 1994. p.140-146.
- [CRE 95] CRESPO, Sérgio et al. M - Assiste : um ambiente para Navegação em Documentos Hipermédia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 15., 1995, Canela. **Anais...** Porto Alegre: Instituto de Informática da UFRGS, 1995. p.249-260

- [CRO 88] CROWSTON, Kevin; MALONE, Thomas. Intelligent Software Agents. **Byte**, Peterborough, v. 13, n. 13, p.267-272, Dec. 1988.
- [DEC 95] DECEMBER, John et al. **Discover the World Wide Web with your Sportster**. Indianapolis, Indiana: Sams.net Publishing, 1995. 154p.
- [DEM 92] DEMAZEAU, Yves. Distributed Artificial Intelligence & Multi-Agent Systems. In: BRASILIAN SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 5., 199?. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1992.
- [DIE 96] DIETRICH, Elton. **Projeto de um Sistema de Suporte à Autoria Cooperativa de Hiperdocumentos**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1996. 125p. Dissertação de Mestrado.
- [DIV 94] DIVITINI, M.; SIMONE, C. Adaptivity in a System Supporting Cooperative Work. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON USER MODELING, 4., 1994, Hyanms. **Proceedings...** Disponível por <http://www.dsi.unimi.it/Users/CooTech/home.html>
- [DOM 94] DOMIK, G. O. ; GUTKAUF, B. User Modeling for Adaptive Visualization Systems. In: MATHEMATIK AND INFORMATIK, 1994. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1994.
- [DUM 90] DUMAIS, S. T. Panel: user Modeling and User Interfaces. In: NATIONAL CONFERENCE AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1990, Boston. **Proceedings...** Boston: Mit Press, 1990. v.2. p. 1135-1136.
- [DUT 96] DUTT, Dinesh G. CGI and the World Wide Web. **Dr. Dobb's Journal**, [S.l.], n.244, p.42-50, Feb. 1996.
- [EDM 94] EDMONDS, Ernest. Support for Collaborative Design: Agents and Emergence. **Communications of the ACM**, New York, v.37, n.7, p.41-47, July 1994.

- [EIC 9?] EICHMANN, David. **Ethical Web Agents**. 199?. Disponível por <http://www.jsc.nasa.gov> (nov. 1996).
- [ELL 91] ELLIS, C.A.; GIBBS, S.J.; REIN, G.L. Groupware: Some Issues and Experiences. **Communications of the ACM**, New York, v.34, n.1, p.39-58, Jan. 1991.
- [FER 94] FERNANDEZ, Luís Fernando Nunes. **SDIP: Um ambiente Inteligente para a localização de informações na Internet**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1994. 238p. Dissertação de mestrado.
- [FIN 89] FININ, Timothy W. GUMS - A General User Modeling Shell. In: KOBASA, A.; WAHLSTER, W. **User Models in Dialog Systems**. New York: Springer Verlag, 1989. 471p. p.411-430.
- [FRA 93] FRAINER, Antônio Severo. **Planos na Interação Homem-Máquina**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1993. Dissertação de mestrado.
- [FRO 95] FROZZA, Rejane. **Resolução de Problemas Utilizando Sistemas Multi-Agentes**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1995. (TI-429).
- [GRE 96] GREER, Jim. **Student Modeling in Intelligent Tutoring Systems**. 1996. Disponível por <http://www.ics.hawaii.edu/um-96/> (jul. 1996).
- [GRU 94] GRUDIN, J. Eight Challenges for Developers. **Communications of the ACM**, New York, v.37, n.1, p.93-105, Jan. 1994.
- [GUI 95] GUILFOYLE, Christine. **Intelligent Agents and Information Retrieval**. 1995. Disponível por <http://www.techapps.co.uk/liartagt.html> (nov. 1996).



- [HAA 92] HAAKE, J.M.; WILSON, B. Supporting collaborative writing of hyperdocuments in SEPIA, In: CONFERENCE ON COMPUTER-SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 4., 1992. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1992, p. 138-146.
- [HER 96] HERRMANN, Eric. **Teach yourself CGI Programming with Perl 5 in a week**. Indianapolis, Indiana: Sams net publishing, 1996. 513p.
- [HUG 94] HUGHES, Kevin. **Entering the World-Wide Web: A Guide to Ciberspace. Enterprise Integration Technologies**. May 1994. Disponível por ftp.eit.com (mai. 1996).
- [INA 96] INABA, Mitsuyuki. **Internet Consult: An integrated Conversational Agent for Internet Exploration**. 1996. Disponível por <http://www.ics.hawaii.edu> (jul. 1996).
- [JEN 95] JENNINGS, N. R. Agent Software. In: UNICON Symposium on Agent Software, London, 1995. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1995. p. 12-27.
- [KAS 88] KASS, R.; FININ, T. Modeling the User in Natural Language Systems. **Computational Linguistics**, [S.l.], v.14. n.3 p.5-22, 1988.
- [KAS 91] KASS, Robert; FININ, Tim. General User Modeling: a Facility to Support Intelligent Interaction. In: SULLIVAN, J. W.; TYLER, S.W. **Intelligent User Interfaces**. New York: ACM press, 1991. 472p. p.110-128.
- [KHO 95] KHOSHAFIAN, Setrag; BUCKIEWICZ, Marek. **Introduction to Groupware, Workflow and Workgroup Computing**. New York: John Wiley & Sons, 1995. 376p.
- [KOB 89] KOBSA, A.; WAHLSTER, W. User Models in Dialog Systems. In: KOBSA, A.; WAHLSTER, W. **User Models in Dialog Systems**. New York: Springer Verlag, 1989.471p. p.4-34.

- [KOB 96] KOBASA, Alfred; MÜLER, Dietmar; NILL, Andreas. KN-AHS: An Adaptive Hypertext Client of User Modeling System BGP-MS1. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON USER MODELING, 5., 1996, Honolulu, Hawaii. **Proceedings...** Hawaii, 1996. Disponível por <http://www.ics.hawaii.edu/um-96/>
- [KOB 96a] KOBASA, Alfred. **A Standard for the Performative in the Communication between Applications and User Modeling Systems.** [S.l.]: GMD FIT - German National Research. Center for Information Technology, 1996. Proposal for request for comments.
- [LAU 90] LAUREL, Brenda. **The Art of Human-Computer Interface Design.** California: Addison-Wesley Publishing, 1990.
- [LEE 95] LEE, T. Berners et al. **Hypertext Transfer Protocol-HTTP/1.0.** HTTP Working Group. Internet Draft. September, 1995. Disponível por <http://www.ics.uci.edu/pub/ietf/http/> (maio 1996).
- [LEM 95] LEMAY, Laura. **Teach yourself Web Publishing with HTML in 14 days.** Indianapolis, Indiana: Sams net publishing, 1995. 804p.
- [LEW 88] LEWIS, Brian. T.; HODGES, Jeffrey D. Shared Books: Collaborative Publication Management for an Office Information System. **SIGOIS BULLETIN**, p.197-204, 1988. Trabalho apresentado na Conference on Office Information Systems, 1988, Palo Alto.
- [MAC 83] MACMILLAN, S. A. **User Models to Personalize an Intelligent Agent.** Stanford: Stanford Univ., 1983. Ph.D. Thesis.
- [MAE 94] MAES, Pattie. Agents that Reduce Work and Information Overload. **Communications of the ACM**, New York, v.37, n.7, p.31-40, July 1994.

- [MAI 95] MAIO, Dario; RIZZI, Stefano. Cicero: an assistant for planning visits to a museum. Database and Expert Systems Applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, DEXA'95, 6., 1995, London. **Proceedings...** London: [s.n.], 1995.
- [MAR 96] MARCHEZAN, Marcos; LUCCA, José E. D.. SCoope: Ambiente para Cooperação Síncrona a Distância. In: WORKSHOP DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 1., 1996, Fortaleza, BCE. **Anais...** Fortaleza: SBC, 1996. p.35-46.
- [MCK 90] MCKEOWN, K. R. User Modeling and User Interfaces. In: NATIONAL CONFERENCE AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 8., 1990, Boston. **Proceedings...** Cambridge: The MIT Press, 1990. v.2. p. 1138-1139.
- [NET 96] NETSCAPE COMMUNICATIONS CORPORATION. 1996. Disponível por <http://home.netscape.com>
- [NUN 91] NUNAMAKER, J.F. Electronic meeting systems to support group work. **Communications of the ACM**, New York, v.34, n.7, p.40-61, July 1991.
- [OOS 95] OOSTENDORP, K. et al. **A Tool for Individualizing the Web**. Michigan: Intelligent Systems Lab, Michigan State University, 1995.
- [PAR 89] PARIS, Cécile L. The Use of Explicit User Models in a Generation System for Tailoring Answers to the User's Level of Expertise. In: KOBASA, A.; WAHLSTER, W. **User Models in Dialog Systems**. New York: Springer Verlag, 1989. 471p. p.74-107.
- [RIC 79] RICH, Elaine. User Modeling via Stereotypes. **Cognitive Science**, Norwood, v.3, p.329-354, 1979.
- [RIC 89] RICH, Elaine. Stereotypes and User Modeling. In: KOBASA, A.; WAHLSTER, W. **User Models in Dialog Systems**. New York: Springer Verlag, 1989. 471p. p.35-51.

- [SAN 93] SANTOS, A. Cooperative HyperMida editing with CoMediA. **J. Comput. Sci. & Technol.**, [S.l.], v.8, n.2, 1993.
- [SAR 85] SARIN, S. et al. Computer Based Real-Time Conferencing Systems. **Computer**, New York, v.18, n.10, p.33-45, Oct. 1985.
- [SCA 96] SCAPIN, Rafael et al. Educação à Distância via Worl-Wide Web: o projeto Educ@ar. In: WORKSHOP DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 1., 1996, Fortaleza, BCE. **Anais...** Fortaleza: SBC, 1996. p.93-94.
- [STR 92] STROGULSKI, Heitor. **Uma proposta de modelagem de usuários para interfaces inteligentes**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1992. Dissertação de Mestrado.
- [THU 95] THÜRING, Manfred et al. Hypermedia and Cognition: Designing for Comprehension. **Communications of the ACM**, New York, v.38, n.8, p.57-66, Aug. 1995.
- [TOR 95] TORNAGHI, Alberto. **MULEC - Multi-Editor Cooperativo para Aprendizagem**. Rio de Janeiro: COOPE/UFRJ, 1995. Dissertação de Mestrado.
- [VIE 96] VIEIRA, Elaine e VOLQUIND, Léa. **Oficinas de ensino: O quê? Por Quê? Como?** Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996. 54p.
- [WAL 96] WALL, Larry. **Perl Programmers Reference Guide**. Disponível por <http://www-cgi.cs.cmu.edu/htbin/perl-man> (mar. 1996).
- [WAY 95] WAYTT, Allen L. **Sucesso com Internet**. São Paulo: Érica, 1995. 401p.

**Informática**



**UFRGS**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

*SAGRES - Um Sistema com Apresentação Adaptável de Informações e Suporte à  
Interação em Grupo*

por

Ana Carolina Bertoletti

Dissertação apresentada aos Senhores:

*Vera Lúcia Strube de Lima*  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Vera Lúcia Strube de Lima (PUC-RS)

*Carla Maria Dal Sasso Freitas*  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Carla Maria Dal Sasso Freitas

*Luis Otavio Campos Alvares*  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luis Otavio Campos Alvares

*Cirano Iochpe*  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Cirano Iochpe

Vista e permitida a impressão.  
Porto Alegre, 30/04/87.

*Antônio Carlos da Rocha Costa*  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa,  
Orientador.

*Flávio Rech Wagner*  
\_\_\_\_\_

*Prof. Flávio Rech Wagner*  
Coordenador do Curso de Pós Graduação  
em Ciência da Computação - CPC -  
Instituto de Informática - UFRGS