

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: COMPUTAÇÃO APLICADA

**Um Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar Apoiado
por Interfaces Adaptativas**

por
PAULO SERGIO RODRIGUES LIMA

TD 10 / 2006

UFPA / CT / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém-Pará-Brasil
2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: COMPUTAÇÃO APLICADA

**Um Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar Apoiado
por Interfaces Adaptativas**

por
PAULO SERGIO RODRIGUES LIMA

Prof. Dr. José Augusto Lima Barreiros
Orientador

Prof. Dr. Orlando Fonseca Silva
Co-Orientador

TD 10 / 2006

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Elétrica.

UFPA / CT / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém-Pará-Brasil
2006

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

L732u Lima, Paulo Sérgio Rodrigues

Um ambiente colaborativo de aprendizagem interdisciplinar apoiado por interfaces adaptativas / Paulo Sérgio Rodrigues Lima; orientador, José Augusto Lima Barreiros. 2006.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belém, 2006.

1. Interação homem-máquina. 2. Interfaces de usuário (Sistema de computador). 3. Tecnologia educacional.. I. Título.

CDD – 20. ed. 004.1

PAULO SERGIO RODRIGUES LIMA

Um Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar Apoiado por Interfaces Adaptativas

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Elétrica.

APROVADA EM: 07/12/2006.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Augusto Lima Barreiros – UFPA/PPGEE (Orientador)

Prof. Dr. Orlando Fonseca Silva – UFPA/PPGEE (Co-Orientador)

Prof. Dr. Gustavo Augusto Lima de Campos – UECE (Membro)

Prof. Dr. Benedito de Jesus Pinheiro Ferreira – UFPA/DI (Membro)

Prof. Dr. Roberto Célio Limão – UFPA/PPGEE (Membro)

VISTO:

Prof. Dr. Evaldo Gonçalves Pelaes (Coordenador do PPGEE/CT/UFPA)

UFPA / CT / PPGEE

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu Pai Dr. Raimundo Nonato Corrêa Lima (In memorian), Médico e Farmacêutico, que apesar de não ter tido a oportunidade de receber o título acadêmico de Doutor; era um daqueles verdadeiros Doutores que, com seu trabalho, prolongam vidas e aliviam sofrimentos.

Pelo que vivi até hoje, posso afirmar que meu pai fazia parte de um grupo muito pequeno de pessoas, pois era humano e humilde, exercia a medicina de forma exemplar e não fez em nenhum momento Hipócrates se decepcionar com ele. Tive oportunidade de observá-lo praticando a caridade, seja na vida pessoal ou na vida profissional.

Apesar de não ter ficado rico, materialmente falando, meu pai me deixou uma herança que ninguém no mundo pode comprar, que foi minha educação e possibilidade de ter acesso aos estudos.

Espero que ele, onde esteja, possa receber estas palavras sinceras e entenda o porquê estive muitas vezes ausente de sua vida, e que sempre o amei muito. Dedico essa tese e as noites perdidas para concluí-la ao home que foi meu pai, que é quase nada pelo que ele deu a mim. Pai, abri esta página que aqui não estava no dia de minha defesa, porém ela aqui está na versão, é o mínimo que posso deixar para você.

Finalmente Pai, sei que você não ficaria feliz se eu esquecesse da mulher de nossas vidas nessa última homenagem ao senhor, por isso também dedico este trabalho a minha mãe Eneida Conceição Rodrigues Lima, que nunca nos abandonou, que sempre esteve ao nosso lado em todos os momentos. Peço a Deus que vocês dois sempre estejam ao meu lado para que eu possa seguir meu caminho sempre norteado por vocês.

Agradeço a vocês, pai e mãe, que romperam barreiras, lutaram contra pré-conceitos de seu tempo. Ao amor que os uniu, permitindo tê-los como pais nessa vida. Tudo a seu tempo e hora; e que um dia possamos estar juntos e felizes novamente quando Deus assim desejar.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Raimundo Lima (In memorian) e Eneida Lima. Obrigado pelo apoio, incentivo e por toda a formação que me proporcionaram ao longo desta vida.

Aos meus colegas de Departamento na Universidade do Estado do Pará – UEPA, pelo o apoio dado durante a realização deste curso.

Aos meus orientadores Professor Barreiros e Professor Orlando Silva (Nick) pela colaboração na realização deste trabalho.

A amiga Aline Clairefont Tavares Melo pela ajuda preciosa na revisão deste trabalho.

Aos membros da banca que participaram da minha qualificação pelas contribuições no início deste trabalho.

Finalmente obrigado aos poucos, porém verdadeiros amigos e amigas que estiveram presentes nos momentos difíceis dessa jornada não me deixando fraquejar.

"A humildade e a simplicidade são antídotos contra o orgulho e a arrogância. Isso impede a acomodação na soberba do conhecimento atual, colocando todos nos seus limites para que possam perceber as necessidades de novos conhecimentos. Ser humilde não é ser subserviente, mas consciente dos seus limites assim como ser simples não é ver a vida de forma simplificada, mas saber não complicar e tornar o conhecimento acessível a todos. A simplicidade é ser a criança inocente e o mestre sábio. A humildade elimina a possessividade e a rigidez de coração que criam barreiras físicas, intelectuais e emocionais. Paradoxalmente, a humildade é o primeiro sinal de grandeza."

Autor desconhecido

SUMÁRIO

RESUMO.....	15
ABSTRACT	16
LISTA DE FIGURAS.....	17
LISTA DE QUADROS.....	20
LISTA DE SIGLAS.....	21
1. Introdução	22
1.1. Contexto do Trabalho	22
1.2. Motivação	22
1.3. Consolidação dos problemas encontrados em AVAs.....	26
1.4. Objetivo	30
1.5. Descrição Informal da Abordagem	31
1.5.1. O Módulo do Aprendiz do ACAI.....	31
1.5.2. Módulo de Formadores do ACAI.....	32
1.5.3. Módulo de Administradores	33
1.6. Contribuições.....	33
1.7. Organização do Trabalho.....	35
2. Ambientes Virtuais de Aprendizagem.....	37
2.1. Definição	37
2.2. Aprendizagem Colaborativa	38
2.2.1. A Colaboração e a Percepção	39
2.2.2. A Comunicação e a Percepção	41
2.2.3. A Coordenação e a Percepção	42
2.2.4. A Cooperação e a Percepção	43
2.2.5. Elementos de Percepção em Ambientes de Aprendizagem Colaborativa.....	44
2.3. Comunidades Virtuais de Aprendizagem	45
2.3.1. Desafios das CVAs.....	47
2.4. Exemplos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem.....	47
2.4.1. WebBoard.....	48
2.4.2. Web Course Tools (WebCT).....	48

2.4.3. Eureka.....	49
2.4.4. AulaNet.....	49
2.4.5. LearnLoop	49
2.4.6. TelEduc.....	50
2.4.7. Curso a Distância do Proinfo.....	50
2.5. Análise comparativa de AVAs	51
2.6. Considerações Finais do Capítulo	52
3. Educação a Distância (EAD) e Interdisciplinaridade	54
3.1. Educação a Distância (EAD).....	54
3.1.1. Dificuldades das abordagens de EAD	55
3.1.2. Facilidades das abordagens de EAD	57
3.2. O modelo Interdisciplinar	58
3.2.1. Abordagem Multidisciplinar.....	59
3.2.2. Abordagem Pluridisciplinar.....	60
3.2.3. Abordagem Interdisciplinar.....	60
3.3. A EAD e a prática da Interdisciplinaridade.....	62
3.4. Objetos de Aprendizagem	63
3.5. Considerações Finais do Capítulo	65
4. Interfaces Humano-Computador	68
4.1. Histórico e Definições	69
4.1.1. Interface	70
4.1.2. Interação	71
4.2. Usabilidade	72
4.3. As regras gerais para prover Usabilidade na Web.....	73
4.4. Recomendações no Projeto de Interfaces para Web.....	74
4.5. Avaliação de Interfaces	77
4.5.1. Inspeção de Usabilidade	79
4.5.2. Testes de Usabilidade	80
4.6. Avaliação Heurística.....	81
4.7. Considerações Finais do Capítulo	88
5. Sistemas Hipermídias Adaptativos	90

5.1. Sistemas Adaptativos (SA).....	90
5.2. Sistemas Hipermídia.....	91
5.2.1. Estrutura Básica de um SH.....	93
5.2.2. Problemas em SH.....	94
5.3. Sistemas Hipermídia Adaptativos.....	94
5.3.1. Arquitetura básica de um SHA.....	97
5.3.2. Vantagens na utilização de SHAs.....	98
5.4. Taxonomia das Formas de Adaptação em SHAs.....	99
5.4.1. Adaptação de Conteúdo.....	100
5.4.2. Adaptação da Estrutura.....	100
5.4.2.1. Condução Global.....	101
5.4.2.2. Condução Local.....	102
5.4.2.3. Suporte à Orientação Local.....	102
5.4.2.4. Suporte à Orientação Global.....	102
5.4.2.5. Visões Personalizadas.....	103
5.4.3. Adaptação na Estética.....	103
5.5. Modelagem do Usuário.....	104
5.5.1. Fases para o Desenvolvimento do Modelo do Usuário.....	106
5.6. Sistemas Hipermídia Adaptativos Educacionais (SHAE).....	106
5.7. Considerações finais do Capítulo.....	108
6. Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - ACAI.....	110
6.1. As entidades que compõem o ACAI.....	110
6.2. Características do ACAI.....	112
6.3. Arquitetura proposta para o ACAI.....	115
6.3.1. Camada de Interface.....	116
6.3.1.1. Interface Formador.....	117
6.3.1.2. Interface Aprendiz.....	120
6.3.1.3. Interface Administrador.....	121
6.3.2. Módulo de apoio ao processo de ensino-aprendizagem.....	121
6.3.3. Repositório de Artefatos.....	122
6.4. Modelagem do ACAI.....	123

6.4.1. Casos de Uso	124
6.4.1.1. Caso de Uso Principal.....	125
6.4.1.2. Casos de Uso do Módulo de Formadores.....	126
6.4.1.3. Casos de Uso do Módulo de Aprendizes (Estação de Aprendizagem)	129
6.4.1.4. Casos de Uso do Módulo de Administradores	132
6.4.2. Diagrama Entidade Relacionamento do ACAI	133
6.4.2.1. Visão Tabelas Pai	134
6.4.2.2. Visão Tabelas Básicas	134
6.4.2.3. Visão Aprendizes (Modelo do Usuário Aprendiz).....	135
6.4.2.4. Visão Formadores (Modelo do Usuário Formador)	135
6.4.2.5. Visão Atividades	136
6.4.2.6. Visão Objetos de Aprendizagem	136
6.4.2.7. Visão Comunidades.....	137
6.4.2.8. Visão Mensagens.....	137
6.4.2.9. Visão Tabelas de Controle (Modelo do Domínio)	138
6.4.3. Modelagem de Tarefas do ACAI.....	138
6.4.3.1. Introdução a Modelagem de Tarefas	138
6.4.3.2. Diagramas de Modelagem de Tarefas do ACAI	143
6.4.3.3. Tarefas do Módulo de Formadores.....	144
6.4.3.4. Tarefas do Módulo de Aprendizes	154
6.4.3.5. Tarefas dos Módulos Internos do ACAI	156
6.5. Considerações Finais do Capítulo	159
7. Aplicação dos Conceitos Apresentados na implementação do ACAI.....	160
7.1. Trabalho Colaborativo no ACAI.....	160
7.1.1. A comunicação no ACAI	160
7.1.2. A Coordenação no ACAI	162
7.1.3. A Cooperação no ACAI	163
7.1.4. Elementos de Percepção no ACAI	165
7.1.4.1. Elementos de Percepção no módulo de Mensagens e Avisos	165
7.1.4.2. Elementos de Percepção na Estação de Aprendizagem.....	166
7.1.4.3. Elementos de Percepção em grupo no ACAI.....	168

7.2. As Comunidades Virtuais de Aprendizagem no ACAI.....	168
7.3. A Interdisciplinaridade no ACAI	169
7.4. A Usabilidade das Interfaces do ACAI	171
7.4.1. Interface do Módulo de Formadores	172
7.4.2. Interface no Módulo de Aprendizes	173
7.5. Mecanismos de Adaptação no ACAI	176
7.5.1. Arquitetura de Adaptação dos Aprendizes no ACAI	176
7.5.1.1. Modelo do Usuário	177
7.5.1.2. Modelo do Domínio	178
7.5.1.3. Modelo de Interação	178
7.5.1.4. Mecanismos de Adaptação	179
7.5.1.5. Mecanismos de Recomendação.....	181
7.5.1.6. Interface Adaptativa	182
7.5.2. Proposta para Otimização da Arquitetura de Adaptação e Recomendação utilizando Agentes de Software.....	182
7.5.2.1. Agentes de Software.....	182
7.5.2.2. Arquitetura Básica de um Agente de Software	184
7.5.2.3. Especificação do Agente de Interface (Agente Reativo baseado em Modelo).....	186
7.5.2.4. Especificação do Agente de Recomendação (Agente Reativo Simples).....	189
7.5.2.5. Especificação do Agente de Recomendação para Formação de Comunidades (Agente Reativo Simples).....	191
7.6. Considerações Finais do Capítulo	192
8. Cenários de utilização do ACAI.....	194
8.1. As Interfaces genéricas do ACAI	194
8.1.1. Interfaces de <i>Login</i>	194
8.1.2. Área de Trabalho	195
8.1.3. Formulários de entrada de dados	196
8.1.4. Formulários de consultas	197
8.2. Cenários de utilização do Módulo Administrador.....	198
8.3. Cenários de utilização do Módulo Formador	200
8.3.1. Gerenciamento de Atividades.....	200

8.3.1.1. Incluir uma atividade	200
8.3.1.2. Distribuir uma atividade	201
8.3.1.3. Avaliação de atividades	202
8.3.2. Gerenciamento de Objetos de Aprendizagem	203
8.3.2.1. Incluir um objeto de aprendizagem	203
8.3.2.2. Distribuir um objeto de aprendizagem	204
8.3.3. Consultas	205
8.3.3.1. Consulta de Atividades	205
8.3.3.2. Consulta de Objetos de Aprendizagem	206
8.3.3.3. Consulta Desempenho de Aprendizes	207
8.3.3.4. Consulta Desempenho de Turmas	208
8.3.4. Monitoramento	209
8.3.4.1. Monitoramento de atividades distribuídas.....	210
8.3.4.2. Monitoramento de objetos de aprendizagem distribuídos.....	210
8.3.5. Mensagens	211
8.3.5.1. Gerenciador de mensagens	211
8.3.5.2. Compor nova mensagem	212
8.4. Cenários de utilização do Módulo Aprendiz	213
8.4.1.1. Minha Estação	216
8.4.1.2. Minhas Mensagens (item B – figura 8.23)	216
8.4.1.3. Minhas Atividades (item C – figura 8.23).....	216
8.4.1.4. Minhas Produções Acadêmicas (item D – figura 8.23).....	217
8.4.1.5. Minha Estante Digital (item E – Figura 8.23)	218
8.4.1.6. Minhas Ferramentas (item F – Figura 8.23).....	219
8.4.1.7. Minhas Disciplinas (itens G Figura 8.23).....	220
8.4.1.8. Minhas Comunidades (itens H Figura 8.23).....	221
8.4.1.9. Caixa de Ferramentas	221
8.4.1.10. Biblioteca Digital.....	223
8.4.1.11. Comunidades	224
8.4.1.12. Exemplos de Interação Aprendiz-Formador nas Interfaces do ACAI.....	224
8.5. Avaliação Ergonômica do ACAI.....	227

8.5.1. Metodologia.....	228
8.5.2. Consolidação dos resultados.....	228
8.5.3. Avaliação do Módulo de Formadores	229
8.5.3.1. Análise dos Resultados.....	229
8.5.4. Avaliação do Módulo de Aprendizes	231
8.5.4.1. Análise dos Resultados.....	231
8.6. Tecnologias e Linguagens Utilizadas	232
8.6.1. Banco de Dados MySQL.....	232
8.6.2. <i>Personal Home Page</i> (PHP).....	233
8.6.3. APACHE (Servidor WEB).....	233
8.6.4. JavaScript	234
8.7. Considerações Finais do Capítulo	234
9. Conclusões e Trabalhos Futuros	236
9.1. Trabalhos Futuros	239
Apêndice A – Questionário aplicado na Avaliação Heurística do ACAI	242
Apêndice B – Publicações relacionadas com a Tese	247
REFERÊNCIAS	248

RESUMO

A utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) torna-se, a cada dia, mais evidente em diversas instituições de ensino público e particular, assim como em órgãos governamentais e privados. Várias versões de AVAs encontram-se disponíveis para utilização gratuita, cada uma com suas idiossincrasias. No Brasil, já são quase mil instituições que utilizam referidos ambientes. Esses números expressam a necessidade de investimentos e de novas pesquisas na área.

Este trabalho especifica e desenvolve um AVA que tem por objetivo minimizar problemas encontrados em muitas abordagens de ambientes atualmente disponíveis, propondo um ambiente denominado de “Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar” (ACAI), desenvolvido para disponibilizar uma infra-estrutura que permita integrar os conceitos de: trabalho colaborativo, comunidades virtuais de aprendizagem, interdisciplinaridade, adaptação de interfaces e, de forma complementar, permitir a geração de recomendações automáticas a seus usuários baseadas em seus perfis.

PALAVRAS-CHAVE: Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Trabalho Colaborativo, Personalização de Interfaces, Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The use Virtual Learning Environment (VLE) becomes, day by day, more evident in several public teaching institutions, as well as in private and government agencies. Several versions of VLEs are available for free use, each one under its own characteristics. In Brazil there are almost a thousand institutions that have been using these environments, which show the necessity of investments and new research in this area.

This theses specifies and develops a VLE, its main objective is to reduce the problems found in many approach of the environment ready for use thus recommending an environment called "Interdiscipline Collaborative Learning Environment" which was prepared to offer an infra-structure which permits to unite cooperative working concepts, learning virtual communities, interdiscipline, interfaces adaptation and in a complementary way allow creation of automatic recommendations to its users based on their profiles.

KEYWORDS: Virtual Learning Environment, Collaborative Work, Interfaces Personalization, Interdiscipline.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Modelo de colaboração 3C, adaptado de Fuks et al. (2002).....	40
Figura 4.1 – Processo de interação Humano-Computador.....	71
Figura 4.2 – Problemas encontrados na avaliação X número de avaliadores (Nielsen, 2000b).....	85
Figura 5.1 - Diagrama simplificado de um hipertexto.	92
Figura 5.2 – Mapa Conceitual da estrutura de um Sistema Hipermídia.....	93
Figura 5.3 – Origem dos SHAs e suas principais áreas de atuação.....	95
Figura 5.4 - Ciclo clássico dos sistemas adaptativos.....	96
Figura 5.5 – Arquitetura Básica de um SHA (Palazzo, 2002).	97
Figura 5.6 - Resumo das Formas e Técnicas de Adaptação utilizadas em SHAs.	104
Figura 6.1 – Entidades que compõem o ACAI.	112
Figura 6.2 - Arquitetura proposta para o ACAI.	116
Figura 6.3 – Caso de Uso principal do ACAI.	125
Figura 6.4 – Casos de Uso do Módulo de Formadores.	126
Figura 6.5 – Casos de Uso do Módulo de Aprendizes.	129
Figura 6.6 – Casos de Uso do Módulo de Aprendizes.	133
Figura 6.7 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Tabelas Pai.....	134
Figura 6.8 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Tabelas Básicas.....	134
Figura 6.9 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Aprendizes.	135
Figura 6.10 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Formadores.	135
Figura 6.11 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Atividades.	136
Figura 6.12 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Objetos de Aprendizagem.....	136
Figura 6.13 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Comunidades.	137
Figura 6.14 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Mensagens.	137
Figura 6.15 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Tabelas de Controle.	138
Figura 6.16 – Tarefa Logar no Módulo.....	144
Figura 6.17 – Tarefa Cadastrar Atividade (formador).	145
Figura 6.18 – Tarefa Designar Atividade (formador).	146
Figura 6.19 – Tarefa Avaliar Atividade (formador).....	147
Figura 6.20 – Tarefa Cadastrar Objeto de Aprendizagem (formador).	148
Figura 6.21 – Tarefa Distribuir Objeto de Aprendizagem (formador).....	149
Figura 6.22 – Tarefa Consultar Atividades (formador).....	150
Figura 6.23 – Tarefa Consultar Objetos de Aprendizagem (formador).	151
Figura 6.24 – Tarefa Monitorar Objetos de Aprendizagem.	152
Figura 6.25 – Tarefa Acompanhar Desempenho.....	153
Figura 6.26 – Tarefa Acompanhar Atividade (aprendiz).	154

Figura 6.27 – Tarefa Inserir Objetos de Aprendizagem (aprendiz).....	155
Figura 6.28 – Tarefa Montar Estação de Aprendizagem.....	156
Figura 6.29 – SubTarefas Minhas Produções Acadêmicas, Montar Manhas Disciplinas e Montar Minhas Comunidades.....	157
Figura 6.30 – SubTarefas Montar Minha Estante Digital, Montar Minhas Ferramentas e Montar Minhas Atividades.	158
Figura 7.1 – Modelagem da tarefa Coordenar Comunicação no ACAI.	161
Figura 7.2 – <i>Workflow</i> relacionado à atribuição e acompanhamento de atividades no ACAI.	162
Figura 7.3 – <i>Workflow</i> relacionado a sugestão de modificações em atividades no ACAI.	163
Figura 7.4 – Formas de cooperação no ACAI.....	164
Figura 7.5 – Elementos de Percepção individual no ACAI.	165
Figura 7.6 – Elementos de Percepção atuando nas células Minhas Atividades e Minhas Produções Acadêmicas no ACAI.....	166
Figura 7.7 – Elementos de Percepção atuando na célula Meus Objetos de Aprendizagem no ACAI.	168
Figura 7.8 – Comunidades Virtuais de Aprendizagem proposta pelo ACAI.	169
Figura 7.9 – A Interdisciplinaridade e os Objetos de Aprendizagem no ACAI.....	170
Figura 7.10 – Interface da Distribuição de Objetos de Aprendizagem no ACAI.....	173
Figura 7.11 – Interface da Estação de Aprendizagem do ACAI.	174
Figura 7.12 – Arquitetura de Adaptação dos Aprendizes no ACAI.....	177
Figura 7.13 – Exemplo de Célula Personalizada (Minhas Ferramentas) no ACAI.....	180
Figura 7.14 – Arquitetura do agente padrão Weiss (apud Campos et al., 2006).....	184
Figura 7.15 – Arquitetura do agente de interface proposta para o ACAI.....	187
Figura 7.16 – Funcionamento em alto nível do Agente de Interface proposto para o ACAI.....	188
Figura 7.17 – Exemplo de atuação do Agente de Interface proposto para o ACAI.	189
Figura 7.18 – Arquitetura do agente de recomendação proposta para o ACAI.	190
Figura 7.19 – Funcionamento em alto nível do Agente de recomendação proposto para o ACAI.	190
Figura 7.20 – Arquitetura do agente de recomendação para formação de comunidades proposta para o ACAI.....	191
Figura 7.21 – Funcionamento em alto nível do Agente de recomendação para formação de Comunidades Virtuais proposto para o ACAI.	192
Figura 8.1 – Telas de <i>logins</i> dos módulos do ACAI.	195
Figura 8.2 – Elementos de percepção nas interfaces administrativas e de formadores no ACAI.	196
Figura 8.3 – Elementos de formulário de entrada de dados no ACAI.	196
Figura 8.4 – Filtros de disponíveis no formulário de consulta do ACAI.	197
Figura 8.5 – Tela de resultado de consulta e seus elementos de interação no ACAI.....	198
Figura 8.6 – Opções disponíveis no módulo de administração do ACAI.	199

Figura 8.7 – Tela de configuração dos Parâmetros Principais (modelo do domínio) do ACAI.....	200
Figura 8.8 – Menu principal do módulo de formadores do ACAI.	200
Figura 8.9 – Cadastro de atividade pelo formador no ACAI.	201
Figura 8.10 – Distribuição de atividades pelo formador no ACAI.	202
Figura 8.11 – Lançamento de notas de atividades pelo formador no ACAI.	203
Figura 8.12 – Cadastramento de objeto de aprendizagem pelo formador no ACAI.	204
Figura 8.13 – Distribuição de objetos de aprendizagem pelo formador no ACAI.	205
Figura 8.14 – Consulta de atividades no módulo de formadores do ACAI.	206
Figura 8.15 – Consulta de objetos de aprendizagem no módulo de formadores do ACAI.	207
Figura 8.16 – Consulta do desempenho de aprendizes no módulo de formadores do ACAI.....	208
Figura 8.17 – Consulta do desempenho de turmas no módulo de formadores do ACAI.	209
Figura 8.18 – Monitoramento de atividade no módulo de formadores do ACAI.	210
Figura 8.19 – Monitoramento de objetos de aprendizagem no módulo de formadores do ACAI.	211
Figura 8.20 – Gerenciador de mensagens no módulo de formadores do ACAI.....	212
Figura 8.21 – Editor de mensagens no módulo de formadores do ACAI.	212
Figura 8.22 – Processo de criação da Estação de Aprendizagem no ACAI.....	213
Figura 8.23 – Estação de Aprendizagem do ACAI.	215
Figura 8.24 – Ativação do item Biblioteca Digital na estação de aprendizagem do ACAI.	216
Figura 8.25 – Detalhamento de uma atividade designada na estação de aprendizagem do ACAI.	217
Figura 8.26 – Produções acadêmicas relacionadas a uma disciplina na estação de aprendizagem do ACAI.	218
Figura 8.27 – Detalhamento de produção acadêmica relacionadas a uma disciplina na estação de aprendizagem do ACAI.....	218
Figura 8.28 – Objetos de uma prateleira da estante digital na estação de aprendizagem do ACAI.	219
Figura 8.29 – Objetos de um compartimento da caixa de ferramentas na estação de aprendizagem do ACAI.	220
Figura 8.30 – Detalhamento de disciplina na estação de aprendizagem do ACAI.	220
Figura 8.31 – Detalhamento de comunidades na estação de aprendizagem do ACAI.	221
Figura 8.32 – Caixa de Ferramentas Digital na estação de aprendizagem do ACAI.	222
Figura 8.33 – Biblioteca Digital na estação de aprendizagem do ACAI.....	223
Figura 8.34 – Comunidades na estação de aprendizagem do ACAI.	224
Figura 8.35 – Exemplos de Interação Aprendiz-Formador no ACAI (partes: 1, 2 e 3).	225
Figura 8.36 – Exemplos de Interação Aprendiz-Formador no ACAI (partes: 4, 5 e 6).	226
Figura 8.37 – Exemplos de Interação Aprendiz-Formador no ACAI (partes: 7 e 8).	227
Figura 8.38 – Avaliação Heurística do Módulo de Formadores.	229
Figura 8.39 – Avaliação Heurística do Módulo de Aprendizes.	231

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Quadro comparativo de AVAs (adaptado da Rede Escola Livre;TelEduc; AulaNet; eProinfo, 2006).....	51
Quadro 3.1 – Modalidades de Comunicação (Silva, 2000).....	61
Quadro 4.1 - Elementos da Interface e recomendações de utilização na <i>Web</i> (a) (Nielsen, 2000)..	75
Quadro 4.2 – Elementos da Interface e recomendações de utilização na <i>Web</i> (Nielsen, 2000) (continuação).....	76
Quadro 4.3 – Elementos da Interface e recomendações de utilização na <i>Web</i> (Nielsen, 2000) (continuação).....	77
Quadro 4.4 - Grau de severidade dos problemas de usabilidade.....	84
Quadro 4.5 - Heurísticas de Nielsen – Exemplo de questionário de avaliação.	86
Quadro 4.6 - Heurísticas de Nielsen – Exemplo de questionário de avaliação (continuação).....	87
Quadro 4.7 - Heurísticas de Nielsen – Exemplo de questionário de avaliação (continuação).....	88
Quadro 5.1 - Fases para o Desenvolvimento do Modelo do Usuário (Palazzo, 2000).....	106
Quadro 6.1 – Tipo de Tarefas e ícones utilizados em CTT.....	141
Quadro 6.2 – Operadores temporais usados em CTT.	142
Quadro 6.3 – Operadores unários usados em CTT.	142
Quadro 7.1 – Características dos agentes propostos para o ACAI.....	186
Quadro 8.1 – Quadro de Heurísticas utilizadas para avaliar o ACAI.	228

LISTA DE SIGLAS

- AT - Análise de Tarefas.
- AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem.
- CSCL - *Computer Supported Collaborative Learning*.
- CTT - *Concurrent Task Trees*.
- CTTE - *Concurrent Task Trees Environment*.
- CVA - Comunidade Virtual de Aprendizagem.
- DER - Diagrama de Entidade Relacionamento.
- EAD - Educação a Distância.
- FCCC - *FirstClass Colaborative Classroom*.
- GUI - *Graphical User Interface*.
- IHC - Interface Humano-Computador.
- MT - Modelo da Tarefa
- MVC - Modelo Visão Controlador
- PEAS - Performance, Environment, Actuators e Sensors
- ROA - Repositório de Objetos de Aprendizagem.
- SA - Sistemas Adaptativos.
- SH - Sistema Hipermídia.
- SHA - Sistema Hipermídia Adaptativo.
- SHAE - Sistema Hipermídia Adaptativo Educacional.
- SMTP - *Simple Mail Transport Protocol*.
- TCP-IP - *Transmission Control Protocol – Internet Protocol*.
- UML - *Unified Modeling Language*.
- WIMP - *Window, Icon, Menu and Pointer*.
- WEBCT - *Web Course Tools*
- WUI - *Web User Interface*.
- WWW - *World Wide Web*.

1. Introdução

1.1. Contexto do Trabalho

O foco principal deste trabalho é propor e desenvolver um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) relacionado de forma direta com os conceitos de interdisciplinaridade, trabalho colaborativo e adaptação de interfaces. Em sua concepção o ambiente proposto abraçará conceitos ligados, principalmente, às áreas da Ciência da Computação e Informática Aplicada à Educação.

Do ponto de vista da Ciência da Computação, o trabalho está relacionado com as seguintes subáreas: trabalho colaborativo apoiado por computador (*Computer Supported Collaborative Work - CSCW*), interface e interação humano-computador, engenharia de software, sistemas hipermídia adaptativos e utilização de agentes de software. Em relação à área da informática aplicada à educação estão envolvidos conceitos relacionados à interdisciplinaridade, à educação a distância e ao aprendizado colaborativo apoiado por computador (*Computer Supported Collaborative Learning – CSCL*).

Nos capítulos iniciais serão abordados conceitos que envolvem AVAs, educação a distância (EAD), interdisciplinaridade e trabalho colaborativo buscando levantar opiniões de pesquisadores da área que sirvam como subsídio para propor um ambiente que resolva parte dos problemas encontrados nas atuais abordagens de AVAs, utilizando recursos computacionais para integrar os conceitos abordados e dessa forma contribuir com uma nova ferramenta que possa apoiar o processo de ensino-aprendizagem.

1.2. Motivação

Resultados recentes da pesquisa e desenvolvimento de AVAs remetem à preocupação de que tais ambientes devam apoiar modelos de aprendizado flexíveis e que atendam, concomitantemente, a diferentes métodos pedagógicos considerando as particularidades de seus utilizadores. Uma parte dessa flexibilidade já pode ser vista em alguns AVAs, pois permitem que aprendizes e formadores façam certas escolhas, por exemplo, formadores podem escolher quais as ferramentas utilizarão em um determinado curso, podendo ainda acompanhar a participação dos aprendizes por meio de relatórios de utilização das ferramentas previamente selecionadas. Entretanto, a evolução dos AVAs

pressupõe uma maior flexibilidade nas funcionalidades atualmente disponíveis (Lima et al., 2005).

Uma revolução está emergindo e tem como principais instrumentos os computadores, o hipertexto, a internet, a integração das mídias, aliados à tomada de consciência da importância da cooperação como instrumento fundamental para se atingir níveis superiores de aprendizagem (Gava e Menezes, 2003).

De posse desses valiosos instrumentos, hoje há um esforço de pesquisadores do mundo todo em dar suporte à interação dos atores envolvidos no processo de aprendizagem, ao desenvolvimento conjunto e ao compartilhamento de artefatos entre os membros de um grupo. Por exemplo, a área de ambientes de aprendizagem colaborativa apoiados por computador (*Computer Supported Collaborative Learning - CSCL*), busca alternativas para o uso da tecnologia no apoio ao processo de aprendizagem que ocorre quando aprendizes colaboram para a realização de tarefas focadas na aprendizagem. Alguns resultados já começam a surgir provindo dos esforços empregados nessa área, como as primeiras versões de Ambientes CSCL, que compreendem não só as características de softwares desenvolvidos para essa área, como também um conjunto de diretrizes de uma nova forma de visualizar, elaborar e realizar tarefas em geral (Gava e Menezes, 2003).

Ambientes CSCL podem ser usados tanto para apoiar a educação a distância quanto para apoiar a realização das atividades extra classe na educação presencial. O foco central dos Ambientes CSCL é facilitar o desenvolvimento de atividades coletivas, dando surgimento ao que tem se chamado de comunidades virtuais de aprendizagem (CVA). Segundo Costa (2002), o desenvolvimento das CVAs é provavelmente um dos maiores acontecimentos dos últimos anos, já que elas estimulam uma nova maneira de “fazer sociedade”, na expressão de Pierre Lévy¹: “*As comunidades virtuais de aprendizagem podem estar organizadas das mais variadas formas, mas sempre visando à construção coletiva de conhecimento*”.

¹ Filósofo francês mais conhecido por seus livros sobre a cibercultura emergente.

Segundo Lévy (1999), a cultura das redes de computadores cria um novo paradigma de comunicação. Essa nova forma de comunicação une as pessoas com interesses comuns por meio de uma linguagem universal e transformam todo o espaço virtual em um infinito canal interativo de múltiplas aprendizagens. Conclui-se, de acordo com as idéias propostas por Lévy, que os próprios AVAs podem ser considerados uma CVA, uma vez que reúnem pessoas com interesses comuns apoiados por mecanismos de comunicação que utilizam a infra-estrutura de uma rede de computadores.

A utilização de AVAs, se faz cada vez mais presente em instituições de ensino sejam públicas ou privadas, além de órgãos governamentais ou particulares ligados de alguma forma ao ensino. Ambientes como, por exemplo, o Teleduc já estão sendo utilizados por cerca de oitocentas instituições, sendo a grande maioria localizada no Brasil e com algumas espalhadas pelo mundo, é o que afirma a estatística disponibilizada no *website* do grupo responsável pelo ambiente (Teleduc, 2006). Além de outras abordagens como: AulaNet e eProinfo que encontram-se também na casa das centenas de instalações em instituições brasileiras. Esses números servem para reforçar a necessidade de investimentos e pesquisas nessa área.

Se por um lado a tecnologia trouxe inúmeras possibilidades por meio das diversas formas de comunicação e interação, por outro, os seus utilizadores começaram a ter dificuldade de interagir com esses novos recursos. O desenvolvimento de boas interfaces acrescenta complexidade à implementação de qualquer software, o que não poderia ser diferente em um AVA. Pesquisas no campo das Interfaces Humano-Computador (IHC) têm contribuído para seu aperfeiçoamento. O avanço da tecnologia possibilitou o surgimento de novas formas de comunicação, interação e percepção tendo a interface como meio para esse desiderato. Essas novas possibilidades vêm atraindo muitos pesquisadores para esta área (Brad, 1993 e Nielsen, 2000, 2002).

Percebe-se que problemas relacionados à facilidade de uso são muito comuns em AVAs. Esses problemas estão normalmente associados à desorientação do utilizador e, conseqüentemente, à sobrecarga cognitiva produzida. Referidos problemas podem ser observados na prática quando usuários interagem com sistemas arrimados em documentos hipermídia, que, em sua grande maioria, formam a base dos AVAs (Palazzo, 2002).

Amiúde, ambientes voltados para *web* passam pelo efeito da inércia, ou seja, após serem disponibilizados na rede, passam por um longo período de tempo sem atualização. Contribuindo para a subutilização dos recursos atualmente disponíveis e dessa forma a *web* torna-se um mero repositório de mídias (Lima, 2002). Esse problema não está distante dos AVAs, que muitas vezes são utilizados de forma equivocada como um repositório de conteúdos que ali permanecem por anos sem atualização.

Para Gava (2002) os AVAs tradicionais possuem rígidas estruturas, dessarte, após sua implantação, praticamente, nenhuma modificação adicional pode ser feita. Muitos grupos de pesquisa que trabalham na especificação de novas abordagens de AVAs vêm buscando fundamentos, metodologias e ferramentas que explorem as potencialidades das novas tecnologias da informação e comunicação. Uma das propostas deste trabalho é evitar que AVAs tornem-se meros repositórios de materiais instrutivos acessados por meio de recursos computacionais.

Muitos dos AVAs existentes atualmente acabam tornando-se uma simples ferramenta de distribuição de conteúdo. Esse fato pode ocorrer por limitações do próprio AVA em disponibilizar recursos que possibilitem novas formas de interação ou pela dificuldade (desconhecimento, interfaces difíceis de usar, falta de treinamento, etc.) de seus usuários em utilizá-lo. Certamente tais problemas tendem a deixar frustrados seus usuários, sejam eles aprendizes ou formadores. Esses usuários não têm acesso ao material produzido pelos participantes do ambiente de forma automática ou baseado em alguma regra, não conseguem visualizar atividades inter-relacionadas para reaproveitar partes de atividades já desenvolvidas. Por exemplo, uma atividade produzida na disciplina de Banco de Dados, como uma modelagem de dados de um sistema qualquer, poderia ser reutilizada em outras disciplinas como ponto de partida para o desenvolvimento de um novo projeto que utilizaria o modelo como base para o desenvolvimento de uma nova atividade criada na disciplina de Engenharia de Software. O que acaba acontecendo é que os aprendizes refazem o trabalho que já foi feito.

Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) surgem como uma alternativa para tentar disponibilizar somente as informações necessárias aos usuários de acordo com os seus perfis dentro do ambiente. Para Palazzo (2002) os SHAs já são uma realidade no cenário das aplicações *on-line* e distribuídas. Ao mesmo tempo em que surgem novos métodos e

técnicas de adaptação. É possível vislumbrar para essa classe de aplicações um amplo espaço de pesquisa, e, conseqüentemente, desenvolvimento nos próximos anos, tendo em vista seu potencial.

Um grande desafio para a engenharia de software está em desenvolver sistemas capazes de promover a universalização do acesso e a personalização imediata. Personalização imediata requer a existência de um modelo de usuário, ou seja, as particularidades de cada um precisam ser capturadas pelo sistema e mais que isso, é necessário viabilizar a reutilização desse modelo do usuário de forma a garantir privacidade e segurança de seus utilizadores (W3c, 2001).

1.3. Consolidação dos problemas encontrados em AVAs

Esta subseção lista um grupo de problemas encontrados nas abordagens pesquisadas, o capítulo 2 do trabalho faz uma síntese desses problemas e comenta resumidamente algumas abordagens existentes de AVAs.

Alguns dos problemas que serão comentados nesta subseção, estão presentes na maioria dos ambientes descritos na literatura relacionada à área. Os AVAs destacam-se principalmente no meio acadêmico, ambientes como TelEduc (2006), AulaNet (2006) e eProinfo(2006) vêm sendo bastante utilizados por diversas instituições de ensino. Atualmente um dos ambientes mais utilizados no Brasil, de acordo com dados coletados nos *websites* de grupos de pesquisa da área, é o TelEduc. O projeto TelEduc, que teve início em 1997, continua em plena atividade gerando novas implementações e funcionalidades ao ambiente, com várias dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos em congressos nacionais e internacionais relacionados ao ambiente (Rede Escola Livre, 2006; TelEduc, 2006).

A seguir são enumerados alguns dos problemas detectados nas abordagens de AVAs pesquisadas:

- a. Interfaces estáticas ou com pouca flexibilidade:** Nenhum dos AVAs pesquisados apresentam personalização, de conteúdo ou estrutural, gerenciada de forma automática pelo próprio AVA. O que mais se aproxima do conceito de personalização nos ambientes pesquisados, como TelEduc, AulaNet e eProinfo, é a possibilidade do formador escolher quais ferramentas deseje

utilizar em um curso. Dessa forma somente as ferramentas escolhidas estarão presentes nas interfaces dos aprendizes. Entende-se que esse recurso não é uma característica de sistemas adaptativos, que se baseiam em modelos para prover conteúdo de forma automática. Segundo Brusilovsky (1996 e 1997) SHAs constroem um modelo dos objetivos, preferências e conhecimentos de cada usuário e utilizam esse modelo na interação usuário-sistema visando adaptar-se às necessidades de cada usuário;

- b. Abordagens orientadas a cursos:** AVAs com abordagens orientadas a cursos trabalham de forma isolada. Nessas abordagens não há integração entre cursos e objetos de aprendizagem. Cada curso existe no ambiente de forma isolada, ou seja, não é possível tratar a informação de forma estruturada, como por exemplo, cursos que se dividem em turmas que possuem disciplinas. Essa limitação é extremamente prejudicial em aspectos como: **a) desperdício de recursos:** como não há integração de cursos, os recursos utilizados em cada um deles não podem ser acessados diretamente por outros cursos. Se o formador precisa disponibilizar o mesmo material em cursos diferentes, terá que replicá-lo quantas vezes for utilizá-lo; **b) redundância de informações:** como cada curso é tratado de forma independente é necessário recadastrar os aprendizes sempre que os mesmos precisem se matricular em um novo curso. De forma prática se o aprendiz está cursando sete disciplinas ele precisará ser matriculado sete vezes; **c) falta de integração entre disciplinas:** por tratar de forma isolada disciplinas e cursos não é possível, de forma automática (gerenciada pelo próprio ambiente), integrar ou compartilhar recursos. Esse fato corrobora, ainda mais, para o problema de redundância de informações. Além dos problemas relacionados, abordagens orientadas a cursos como TelEduc, AulaNet e eProinfo não permitem que sejam diagnosticados aspectos referentes a produção de turmas ou alunos em um determinado período, em função da impossibilidade de relacionar tais entidades;
- c. Dificuldade para relacionar objetos de aprendizagem:** da mesma forma que os ambientes tratam os cursos de forma isolada, os objetos de aprendizagem existentes no ambiente não possuem ligações que permitam relacioná-los com outros objetos. Essa limitação é mais um obstáculo na

integração do conhecimento disponível no AVA. Dificultando a prática da interdisciplinaridade além de tornar inviável a possibilidade de recomendações automáticas de objetos de aprendizagem tendo em vista que o ambiente não terá como relacionar objetos segundo algum critério como: área de conhecimento ou palavras-chave;

- d. Pouca ou nenhuma colaboração na produção de conteúdos:** um dos maiores desafios da EAD e de AVAs é concretizar a ação de uma comunicação interativa interdisciplinar, que torne possível aos formadores e aprendizes serem autores e co-autores no processo de produção de conteúdos de forma colaborativa. Os atuais AVAs não possuem colaboração no processo de criação e normalmente os conteúdos neles depositados permanecem por anos sem atualizações, seja por parte dos aprendizes, seja por parte dos formadores. Silva (2000) e Santos (2002) pregam a criação de um modelo que possibilite a comunicação interativa onde saber e fazer transcendam as separações burocráticas que compartimentalizam a autoria em quem elabora, quem ministra, quem tira dúvidas e quem administra o processo da aprendizagem;
- e. Dificuldade para integrar conhecimento:** muitos dos ambientes acabam por criar “paredes virtuais” (isolamento em disciplinas), onde os conteúdos não são integrados, fazendo com que o aprendiz tenha acesso a um conhecimento fragmentado (GAVA, 2003). Blikstein (2001) considera que os cursos em EAD tratam as pessoas como recipientes de informação, dessa forma o processo de aprendizado mesmo com todo o aparato tecnológico continua a ser o que era: uma obrigação chata e burocrática. O problema de integração de conhecimento também vem sendo tratado por outras abordagens ainda em desenvolvimento como o AmAm (Harb, 2005);
- f. Subutilização do ambiente por parte dos Formadores:** a visão que cada formador tem do aprendiz está restrita as disciplinas ministradas pelo formador em questão, não havendo uma integração ou simplesmente uma visualização do desempenho do aprendiz em relação a sua vida acadêmica. A restrição de utilização dos AVAs atuais ocasionados pela forma como são

projetados aliados as abordagens pedagógicas tradicionais, sobrecarregam as atividades de mediação do processo de ensino-aprendizagem desanimando a utilização desses ambientes por aprendizes e formadores;

- g. Subdivisão desnecessária de tarefas a serem realizadas pelo Formador:** separação da ação do formador em atividades como: autoria, instrução e tutoria (Santos, 2002 e Okada, 2003). Limitando a autoria dos formadores que acabam por reduzir-se à elaboração de conteúdos que serão transmitidos como mensagens fechadas e imutáveis, não permitindo alterações dos conteúdos por parte dos sujeitos envolvidos (outros formadores). Ademais a autoria se reduz a quem cria o material didático que circula no ambiente, fazendo do aprendiz e do formador recipientes de informação, ainda baseada na lógica da comunicação de massa onde a comunicação se restringe ao modelo “um para todos” (SANTOS, 2002);
- h. Inexistência de um mecanismo de acompanhamento de atividades distribuídas de forma detalhada e colaborativa:** Não existem mecanismos que permitam acompanhamento detalhado de uma atividade designada a um aprendiz ou a uma turma pelo formador. Na maioria dos ambientes, o formador disponibiliza as atividades em uma área comum e a partir desse ponto não há mais controle sobre o que foi feito em cada etapa do desenvolvimento da atividade. Por não haver um controle efetivo das atividades distribuídas pelos formadores, bem como de seu desenvolvimento pelos aprendizes, os AVAs pouco podem contribuir com o reaproveitamento do conhecimento produzido, dessarte, acabam reforçando o problema do isolamento das disciplinas citado anteriormente;
- i. Não permitem a criação de Comunidades Virtuais de Aprendizagem (CVA) gerenciadas pelo próprio AVA:** nenhuma das abordagens pesquisadas permite que aprendizes ou formadores criem suas próprias CVAs no ambiente. As CVAs têm sua importância no processo de ensino-aprendizagem pois permitem socializar produções e pesquisas desenvolvidas por seus membros, além de ser um ponto de encontro onde esses membros poderão discutir idéias, dar opiniões, tirar dúvidas, etc.

1.4. Objetivo

O objetivo geral deste trabalho consiste em especificar e desenvolver um AVA, baseado principalmente nos conceitos de trabalho colaborativo e interdisciplinaridade, apoiado por mecanismos de adaptação de interfaces. O ambiente proposto será denominado de Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar (ACAI). A proposta é que o ambiente utilize modelos de aprendizado flexíveis; atenda a diferentes métodos pedagógicos considerando as particularidades de seus utilizadores; disponibilize interfaces de fácil utilização que apóiem seus usuários por meio de elementos de percepção e conteúdo personalizado; facilite o processo de colaboração entre seus utilizadores; ofereça ferramentas de gerência que possibilitem aos formadores acompanhar de forma detalhada o processo de ensino-aprendizagem e permita acesso a todos os recursos disponíveis no ambiente, mesmo que estes recursos não estejam relacionados diretamente a disciplina ou curso aos quais os usuários estejam ligados.

Os objetivos específicos do trabalho em relação ao ambiente são os seguintes:

- a. Especificar sua arquitetura;
- b. Especificar os modelos utilizando diagramas de: caso de uso, entidade relacionamento e modelagem de tarefas;
- c. Implementar os mecanismos especificados na arquitetura que permitam integrar: trabalho colaborativo, comunidades virtuais de aprendizagem (CVA), interdisciplinaridade, adaptação de interfaces e geração de recomendações automáticas aos usuários;
- d. Propor uma arquitetura baseada agentes de softwares que atuem na construção de interfaces adaptativas, na recomendação de conteúdos e na recomendação para formação de comunidades virtuais baseadas na similaridade de seus usuários;
- e. Descrever os elementos genéricos das interfaces implementadas;
- f. Demonstrar por meio de cenários de utilização as principais funcionalidades;

- g. Demonstrar como os conceitos abordados estão presentes durante a interação dos usuários com suas interfaces.
- h. Avaliar as interfaces detalhadas nos cenários de utilização por meio de inspeções de usabilidade.

1.5. Descrição Informal da Abordagem

O ACAI considera a existência de três atores principais, os administradores do ambiente, os formadores e os aprendizes que participam do processo de ensino-aprendizagem. Os atores irão utilizar ferramentas apoiadas por mecanismos de controle e percepção que darão suporte ao processo de ensino-aprendizagem. Os aspectos de administração do ambiente não serão tratados de forma aprofundada por não serem o foco central deste trabalho.

1.5.1. O Módulo do Aprendiz do ACAI

O módulo do aprendiz é base da interação aprendiz-ambiente. No primeiro acesso, o módulo disponibiliza o que foi denominado neste trabalho de estação turma, que representa uma interface genérica com características personalizadas de acordo com o macro perfil² do aprendiz. À medida que os aprendizes interagem com a estação turma, ela sofre modificações em função das interações de seus usuários e o modelo do usuário vai sendo modificado.

Depois de algumas interações, a estação turma ganhará características ligadas ao perfil de quem a utiliza, nesse momento, ela passa a ser chamada de estação de aprendizagem, ou seja, cada aprendiz do ACAI poderá ter a sua própria estação de aprendizagem, que possui características próprias, possibilitando, ainda, que os aprendizes insiram, alterem ou removam conteúdos de sua estação.

A estação de aprendizagem é formada dos seguintes componentes: barra de navegação do ambiente; módulo de alertas, criação e recebimento mensagens; gerenciador

² Macro perfil é uma forma de personalização baseada nas características de um grupo de usuários com interesses em comum, proposta por Lima (2004).

de atividades; repositório de produções acadêmicas; estante digital; caixa de ferramentas digital; gerenciador de disciplinas matriculadas; gerenciador de comunidades e ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona. Esses componentes são tratados como células personalizadas dentro da estação. Cada célula trabalha de forma independente e sofre alterações de acordo com as interações do aprendiz.

Como dito anteriormente o ambiente sugere uma estrutura inicial básica que pode ser construída de acordo com os interesses da instituição, dos formadores e dos aprendizes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

1.5.2. Módulo de Formadores do ACAI

Nesse módulo, os formadores poderão criar, compartilhar e distribuir atividades e/ou objetos de aprendizagem a turmas e aprendizes; além de sugerir alterações a quaisquer conteúdos disponibilizados no AVA. Considera-se, neste trabalho, que objetos de aprendizagem são conteúdos hipermédia armazenados em uma unidade de disco rígido.

O trabalho divide os objetos de aprendizagem em duas categorias: ferramentas e material para leitura armazenado de forma digital. De forma prática, os elementos que poderiam ser classificados como ferramentas seriam, por exemplo, simuladores, apresentações multimídia, vídeos, etc. Enquanto os materiais de leitura são livros eletrônicos, apostilas, *slides* de aulas, diagramas, etc.

Além de disponibilizar objetos de aprendizagem os formadores poderão usar ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona de acordo com suas necessidades, basta que escolham uma das ferramentas disponibilizadas pelo ambiente. Vale ressaltar que não é proposta deste trabalho especificar referidas ferramentas, o ambiente reserva um espaço em sua estrutura para que sejam disponibilizadas de forma simples pelo administrador do AVA.

O módulo do formador é constituído dos seguintes componentes: **a) controle de atividades**: permite ao formador criar, distribuir e acompanhar as atividades propostas a aprendizes e turmas; **b) gerência de objetos de aprendizagem**: onde os formadores criam, compartilham ou sugerem recomendações em objetos de aprendizagem e **c) consultas diversas**: possibilita que formadores pesquisem atividades e objetos de aprendizagem

utilizando como critérios principais palavras-chave e áreas de conhecimento, além de consultar estatísticas de acesso e desempenho dos aprendizes.

1.5.3. Módulo de Administradores

O módulo de administração do ACAI é responsável pela manutenção do ambiente. Nesse módulo é feito o cadastrado de aprendizes, formadores e administradores. Toda a gerência das tabelas básicas do ACAI é feita nesse módulo, por exemplo, turmas, cursos, áreas de conhecimento, tipos de curso, etc.

1.6. Contribuições

O ACAI além de contemplar as funcionalidades já existentes e disponíveis na maioria dos AVAs listados neste trabalho, contribui com novas funcionalidades descritas a seguir:

- a. Implementa de forma real o trabalho colaborativo entre os participantes, por meio de um sistema que controla todos os fluxos de um evento, que foi disparado tanto pelo formador quanto pelo aprendiz (*workflow*), para atender às demandas próprias do processo de ensino-aprendizagem;
- b. Permite a reutilização de material instrucional por vários formadores, por exemplo, se existem quatro formadores de uma mesma disciplina, eles poderão laborar de forma cooperativa ou individual na produção de objetos de aprendizagem ou na confecção de atividades. Depois de concluído, o material instrucional poderá ser compartilhado entre os usuários do ambiente;
- c. Possui mecanismos que abrandam o problema da ausência do formador no processo de ensino-aprendizagem. Esses mecanismos poderão fazer recomendações de conteúdos adicionais aos aprendizes em função das atividades que estejam desempenhando em um dado momento, amenizando dessa forma a ausência do formador. Além desses mecanismos, as interfaces personalizadas tendem a otimizar o tempo gasto na busca por conteúdos, visto que trazem de forma resumida o que é de interesse do usuário em um dado momento do processo de ensino-aprendizagem;

- d. Permite que os aprendizes acrescentem conteúdos adicionais a sua interface (estação de aprendizagem), por exemplo, endereços de *sites* interessantes, apostilas, artigos, ferramentas, etc.;
- e. Permite um canal seguro de comunicação no que diz respeito à garantia de entrega da mensagem. Esse mecanismo permite tanto ao aprendiz quanto ao formador saber quando uma mensagem foi efetivamente lida;
- f. Agrega funções de uma agenda eletrônica tanto para os formadores quanto para os aprendizes, permitindo a eles saber quando uma tarefa está próxima de ser entregue. Essa facilidade é agregada a elementos que facilitarão a percepção do usuário. Por exemplo, posicionando os itens mais urgentes em primeiro plano e destacando com cores diferenciadas um item considerado importante que precise ser entregue em determinada data;
- g. Utiliza o conceito de interdisciplinaridade, quando permite ao aprendiz encontrar objetos de aprendizagem que estejam próximos uns dos outros, mesmo eles estando em áreas diferentes. Essa possibilidade permite que o aprendiz reutilize objetos existentes na construção de novos objetos. Esses objetos ficarão disponíveis no ambiente quando concluídos e dessa forma o processo torna-se cíclico;
- h. Permite que os usuários do AVA criem suas próprias CVAs onde poderão socializar suas produções, trocar opiniões, tirar dúvidas, etc.;
- i. As interfaces do ambiente são de relativa simplicidade apoiadas por recursos adicionais de interação e percepção que facilitam sua utilização, além dos mecanismos de personalização que geram interfaces de acordo com os perfis de seus usuários, permitindo dessa forma que o tempo seja gasto com a realização da tarefa, e não com a utilização da ferramenta;
- j. Utiliza técnicas de adaptação já consagradas, além de propor melhorias e adaptações em algumas dessas técnicas. O trabalho especifica uma arquitetura que combina as características de um AVA com um SHA, incluindo todos os elementos de um SHA clássico que incorporam interfaces adaptativas,

mecanismos de adaptação, utilização de elementos hipermídia, modelo do usuário e modelo do domínio;

- k. Permite a configuração do nível de personalização desejado na estação de aprendizagem, permitindo que sejam modificados alguns parâmetros utilizados nos modelos do usuário e do domínio que refletem no processo de adaptação das interfaces dos aprendizes;
- l. É possível traçar o perfil de seus aprendizes e turmas através de uma ferramenta que permite visualizar o desempenho dos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem em um determinado período (mensal, semestre, anual, etc.). Para ter um diagnóstico preciso é necessário que todos os formadores utilizem o AVA em suas disciplinas e dessa forma o perfil traçado será em função de toda a vida acadêmica dos envolvidos.

1.7. Organização do Trabalho

Este trabalho foi estruturado em nove capítulos, incluindo este, que foram distribuídos como descrito a seguir:

Capítulo 1: introdução.

Capítulo 2: tem por objetivo fazer uma síntese sobre os AVAs, passando pelas definições formais, problemas e dificuldades até a sua utilização no processo de ensino-aprendizagem. Trata de forma específica os conceitos concernentes aos AVAs; aprendizagem colaborativa; CVAs; finalizando com um quadro comparativo de abordagens de AVAs existentes no mercado.

Capítulo 3: discursa sobre as possibilidades lançadas pela educação a distância (EAD) juntamente com o conceito de interdisciplinaridade. Aborda de forma específica: a EAD (problemas e vantagens); a interdisciplinaridade; a EAD e o modelo interdisciplinar, encerrando com a definição de objetos de aprendizagem.

Capítulo 4: faz uma introdução à área das interfaces Humano-Computador (IHC), dando ênfase aos aspectos relacionados ao projeto e avaliação de interfaces, em particular as interfaces *web*. O capítulo descreve um estudo das principais recomendações e heurísticas que devem nortear o projeto de boas interfaces, estruturando-se da seguinte

forma: histórico e terminologias relacionadas à interface e interação; recomendações no projeto de interfaces *web*; formas de avaliação de interfaces; descrição do método de avaliação conhecido como Avaliação Heurística, que foi o método utilizado para avaliar o AVA proposto.

Capítulo 5: descreve as principais características dos Sistemas Adaptativos (SA), Sistemas Hipermídia (SH) e dos Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA). O capítulo foi detalhado como descrito a seguir: Sistemas Adaptativos (SA); Sistemas Hipermídia (SH); Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA) (arquitetura e vantagens); classificação das formas de adaptação em SHAs; modelagem do usuário; SHA Educacionais (SHAE).

Capítulo 6: minudencia o ambiente proposto denominado de Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar (ACAI), começando pela caracterização do ambiente no que diz respeito à solução ou à minimização dos problemas encontrados em outras abordagens; definição e detalhamento das entidades envolvidas na concepção do AVA; definição da estrutura interna (arquitetura), encerrando com a apresentação e detalhamento dos modelos formais utilizados para construção do AVA.

Capítulo 7: trata dos principais conceitos abordados no trabalho e presentes na filosofia do ACAI, mostrando como cada conceito está implementado no ambiente. No escopo de facilitar a leitura, cada subseção faz uma breve revisão do conceito tratado para em seguida detalhar como todos os conceitos foram implementados no ACAI.

Capítulo 8: aborda os aspectos práticos que envolvem os cenários de utilização do ACAI, priorizando os perfis de formadores e aprendizes. Detalha os elementos comuns a todas as interfaces existentes no ambiente para, em seguida, abordar a avaliação ergonômica dessas interfaces, encerrando com uma breve descrição das tecnologias utilizadas em sua concepção.

Capítulo 9: faz as considerações finais do trabalho, abordando as principais contribuições e limitações, enunciando as perspectivas para futuras implementações do ambiente proposto.

2. Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Este capítulo fará uma síntese sobre os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), desde suas definições formais, problemas e dificuldades até a sua utilização no processo de ensino-aprendizagem. Essa síntese servirá de subsídio para evidenciar algumas teorias e conceitos envolvidos e ao mesmo tempo lançar novas idéias sobre alguns paradigmas descritos no capítulo. O capítulo está organizado como segue: a subseção 2.1 trata dos conceitos relativos à AVAs; a subseção 2.2 aborda a Aprendizagem Colaborativa; a subseção 2.3 define as Comunidades Virtuais de Aprendizagem (CVA); a subseção 2.4 descreve, de forma sucinta, alguns exemplos de AVAs existentes no mercado; a subseção 2.5 faz uma análise comparativa dos AVAs citados; e finalmente a subseção 2.6 faz as considerações finais do capítulo.

2.1. Definição

Para Kerckhove (1999), os AVAs podem ser considerados um entorno vivo, quase orgânico de inteligências humanas trabalhando em muitas coisas que tenham relevância potencial para os demais, denominado de *webness*. A expressão *webness*, designa o modelo idealizado de processo de aprendizagem cooperativo.

As características tecnológicas dos AVAs devem garantir que os usuários mesmo que estejam em espaços distanciados e acessem o mesmo ambiente em dias e horários diferentes, devem possibilitar que seus usuários tenham a sensação de estarem fisicamente juntos, trabalhando no mesmo lugar e ao mesmo tempo. Para que essas funcionalidades aconteçam é preciso que muito além das tecnologias disponíveis e do conteúdo a ser trabalhado em uma disciplina ou projeto educativo, que se instale uma nova pedagogia (Kerckhove, 1999).

As primeiras versões de AVAs foram modeladas com base em quatro estratégias, relacionadas às suas funcionalidades (Araújo e Castelo, 2003):

- a. incorporar elementos já existentes na *web*, como correio eletrônico e grupo de discussão;
- b. agregar elementos para atividades específicas de informática, como gerenciar arquivos e cópias de segurança;

- c. criar elementos específicos para a atividade educacional, como módulos para o conteúdo e avaliação;
- d. adicionar elementos de administração acadêmica sobre curso, aprendizes, avaliações e relatórios.

Essas estratégias orientaram a criação dos primeiros AVAs e estavam ligadas à visão de uma sala de aula presencial (Doré e Basque, 1998). No entanto, o uso desses ambientes mostrou que se tratava de uma outra realidade educacional, com características e sentidos próprios.

Os AVAs agregam interfaces que permitem a produção de conteúdos e canais variados de comunicação, além do gerenciamento de banco de dados e controle das informações que circulam pelo ambiente. Essas características vêm permitindo que um grande número de sujeitos geograficamente dispersos pelo mundo possa interagir em tempos e espaços variados.

Em AVAs a flexibilidade da navegação e as formas síncronas e assíncronas de comunicação, oferecem aos aprendizes a oportunidade de definirem seus próprios caminhos de acesso às informações desejadas, afastando-se de modelos massivos de ensino e possibilitando que os aprendizes tenham a possibilidade de aprender de forma personalizada.

2.2. Aprendizagem Colaborativa

O trabalho colaborativo permite que os envolvidos possam, potencialmente, produzir melhores resultados do que se atuassem de forma isolada (McGrath e Altman, 1966 apud Gerosa, 2002). Turoff e Hiltz (1982 apud Gerosa et al., 2003) advogam que o trabalho colaborativo permite aos membros de um grupo identificar precocemente inconsistências e falhas em seu raciocínio e, juntos, podem buscar idéias, informações e referências para auxiliar na resolução dos problemas. Trabalhar em grupo também traz motivação a seus membros, pois o trabalho de cada um vai ser observado, comentado e avaliado pelos membros da comunidade ao qual fazem parte (Benbunan-Fich e Hiltz, 1999).

Ao argumentar suas idéias em grupo, o participante trabalha ativamente seus conceitos, em um ciclo de raciocínio com refinamento constante. Apesar das vantagens, trabalhar colaborativamente requer esforço adicional em relação à coordenação de seus membros. Sem coordenação, boa parte dos esforços de comunicação pode não ser aproveitada na cooperação. Para que o grupo possa operar satisfatoriamente é preciso garantir que os compromissos assumidos nas conversações sejam cumpridos.

2.2.1. A Colaboração e a Percepção

Segundo Brinck e McDaniel (1997) perceber é o ato de adquirir informação por meio dos sentidos. Fuks et al. (2002a) afirmam que a percepção é fundamental para a comunicação, coordenação e cooperação de um grupo; onde comunicar é dialogar, coordenar é estar em sintonia com os outros participantes, e cooperar é operar em conjunto num espaço compartilhado.

A percepção permite que os envolvidos em um processo qualquer tomem ciência das mudanças ocorridas nesse processo, e em função dessas mudanças ocorridas possam tomar ações e prever possíveis necessidades (Neisser, 1976). Quando indivíduos trabalham de forma colaborativa é importante que as interações dos envolvidos no trabalho sejam percebidas por todos, de modo a garantir o fluxo e a naturalidade do trabalho, bem como minimizar as sensações de impessoalidade e distância, muito comuns em AVAs.

A interação entre pessoas e ambientes em uma situação face-a-face permite que a obtenção de informações seja rica e natural, tendo visto que os sentidos são utilizados de forma completa. Em AVAs, o suporte à percepção tende a ficar menos claro, em função das limitações dos meios de transmissão do próprio AVA em enviar informações aos órgãos sensórias dos seres humanos. Estações de trabalho típicas se limitam a fornecer informações em uma tela de duas dimensões que podem eventualmente serem apoiadas por outros elementos de percepção, como, por exemplo, uma caixa de som (Rezende, 2003). Por outro lado, em um AVA, é possível filtrar os eventos de forma a reduzir dispersões com informações irrelevantes, que normalmente permeiam uma colaboração face-a-face (Fuks et al., 2004).

Segundo Gerosa et al. (2003) os elementos de percepção são as partes do espaço compartilhado onde são disponibilizadas as informações destinadas a prover percepção. Os

ambientes de aprendizagem colaborativa devem prover elementos de percepção que disponibilizem de maneira adequada as informações necessárias à colaboração e ao trabalho individual. Guiados pela sua percepção, os indivíduos criam um entendimento compartilhado e coordenam-se de forma que seus esforços individuais agreguem valor ao trabalho do grupo.

Para possibilitar a coordenação e a colaboração como um todo, é necessário obter informações sobre o que está acontecendo além da necessidade de saber o que as outras pessoas estão fazendo. De posse dessas informações, os participantes podem construir um entendimento compartilhado em torno dos objetos de cooperação e dos objetivos das tarefas ou de todo o trabalho. Tendo percepção das atividades dos companheiros, as pessoas terão informações para auxiliar na sincronização do trabalho, coordenando-se em torno de seus contextos individuais (Gerosa et al., 2003). A Figura 2.1 ilustra um modelo de colaboração denominado 3C proposto por Fuks e al. (2002), que sumariza os conceitos abordados.

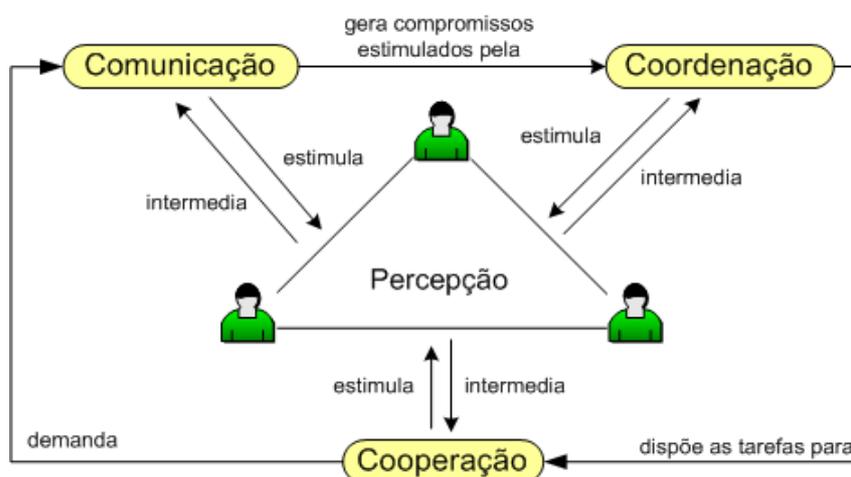


Figura 2.1 - Modelo de colaboração 3C, adaptado de Fuks et al. (2002).

De acordo com este modelo, para colaborar, os indivíduos têm que dialogar (comunicação), organizar-se (coordenação) e operar em conjunto num espaço compartilhado (cooperação). As trocas que ocorrem durante a comunicação geram compromissos gerenciados pela coordenação, que os organiza e disponibiliza as tarefas que serão executadas na cooperação. A cooperação demanda a necessidade de comunicação para renegociação e tomada de decisões sobre situações não previstas inicialmente pelos envolvidos. Isto mostra o aspecto cíclico da colaboração (Fuks et al., 2003). Cada evento

ocorrido durante a comunicação, coordenação e cooperação gera informações que são disponibilizadas ao grupo por meio de elementos de percepção (Gerosa et al., 2003).

2.2.2. A Comunicação e a Percepção

Indivíduos necessitam se comunicar para trabalhar. É durante o processo de comunicação que os envolvidos tentam chegar a um entendimento comum, trocando idéias, discutindo, aprendendo, negociando e tomando decisões. A comunicação permite que um grupo consiga realizar tarefas interdependentes, não completamente descritas ou que necessite de negociação. Além disto, é através da comunicação que ocorre a troca e o debate de pontos de vista como forma de alinhar e refinar as idéias dos membros do grupo (Fuks et al., 2004).

Os membros de um grupo se comunicam com diversos propósitos. Normalmente são utilizadas ferramentas de comunicação assíncrona quando é desejável valorizar a reflexão dos participantes, já que estes terão mais tempo antes de agir. Ferramentas de comunicação síncronas valorizam a velocidade da interação tendo em vista que o tempo de resposta entre a ação de um participante e a reação de seus companheiros é curto (Fuks et al., 2003). Alguns exemplos de ferramentas de comunicação atualmente utilizadas são: *e-mail*, lista de discussão, fórum, mensagem instantânea, *chat*, vídeo-conferência, telefone, etc. (Long e Baecker, 1997; Gerosa et al., 2003).

Mediada por computador, a comunicação é realizada por meio de trocas de mensagens eletrônicas. A natureza da ferramenta define a mensagem eletrônica. Em um sistema de correio eletrônico ela é, normalmente, composta de: assunto, corpo, prioridade, data e outras informações. Numa ferramenta onde cada participante enxerga simultaneamente o que os outros estão escrevendo, cada mensagem eletrônica é uma letra digitada, já que ela é imediatamente transmitida. Já em videoconferências, várias informações são trocadas de forma não-textual através do vídeo (Gerosa et al., 2003).

Segundo Gerosa et al. (2003) para que seja possível transmitir a mensagem é necessário que ela seja expressa na ferramenta de comunicação, que define os recursos disponíveis para a conversação. O emissor se expressa por meio de elementos de

expressão³ disponíveis em sua ferramenta, e o receptor tem acesso a ela por meio de elementos de percepção de sua ferramenta.

Deve-se projetar e avaliar cuidadosamente nos ambientes de aprendizagem colaborativa os elementos de percepção que disponibilizem os dados transmitidos, de forma a chamar satisfatoriamente a atenção do receptor e reduzir a chance de ocorrer a má- interpretação dos dados, pois isto pode levar a uma ruptura na comunicação, levando a compromissos que não correspondam às intenções do emissor (Gerosa et al., 2003).

2.2.3. A Coordenação e a Percepção

Para garantir o cumprimento dos compromissos e a realização do trabalho colaborativo através da soma dos trabalhos individuais, é necessária a coordenação das atividades. A coordenação permite organizar o grupo evitando que esforços de comunicação e de cooperação sejam perdidos. É necessário garantir que tarefas sejam realizadas na ordem correta, no tempo correto e cumprindo as restrições e objetivos (Raposo et al., 2001). Sem coordenação, há o risco dos participantes se envolverem em tarefas conflitantes ou repetitivas.

Para Fuks et al. (2003; 2004) a coordenação envolve a pré-articulação, o gerenciamento do andamento e a pós-articulação das tarefas. A fase de pré-articulação envolve as ações que preparam a colaboração, essas ações são freqüentemente concluídas antes do início do trabalho, essa fase envolve: identificação dos objetivos, mapeamento desses objetivos em tarefas, seleção dos participantes, distribuição das tarefas entre os envolvidos, etc. A pós-articulação ocorre após o término das tarefas, envolvendo avaliação e análise das tarefas realizadas além da documentação do processo de colaboração (memória do processo). O gerenciamento do andamento cuida das interdependências entre as tarefas e é a parte mais dinâmica da coordenação, precisando ser renegociada de maneira quase contínua ao longo de todo o tempo.

³ Elementos de expressão são elementos utilizados pelo emissor para expressar sua mensagem. Numa ferramenta de comunicação mediada por computador, um campo para se digitar texto e um seletor de prioridades podem ser vistos como elementos de expressão.

Algumas atividades exigem sofisticados mecanismos de coordenação para garantir o sucesso da colaboração. Um exemplo de ferramenta com mecanismo de coordenação explícito são os gerenciadores de fluxo de trabalho (*workflow*) (Fuks et al., 2003). É importante que cada um conheça o progresso do trabalho dos companheiros: o que foi feito, como foi feito, o que falta para o término, quais são os resultados preliminares, etc. As informações de percepção são necessárias principalmente durante a fase dinâmica da coordenação, para transmitir mudanças de planos e ajudar a gerar o novo entendimento compartilhado. Sem este contexto, os indivíduos terão dificuldade em medir a qualidade de seu trabalho comparando com os progressos do grupo, o que pode levar a duplicação desnecessária de esforços (Dourish e Belloti, 1992).

2.2.4. A Cooperação e a Percepção

Schrage (1995) afirma que comunicação e coordenação, apesar de vitais, não são suficientes. É necessário um espaço compartilhado que permita criar entendimento compartilhado.

Para Schrage indivíduos cooperam produzindo, manipulando e organizando informações; além de construir e refinar objetos de cooperação, tais como documentos, planilhas, gráficos, etc. Para atuar nos objetos, os membros contam com elementos de expressão, e para se informar dos resultados de suas atuações (*feedback*) e das ações de seus colegas dispõe de elemento de percepção. Estes elementos refletem as alterações do espaço compartilhado, que os participantes podem usar para planejar as interações subsequentes.

Fuks et al. (2004) advogam que a preservação, catalogação, categorização e estruturação dos objetos produzidos pelos participantes é uma forma de garantir a memória do grupo. Esse tipo de conhecimento pode ser encarado como conhecimento formal. Entretanto, o conhecimento dito informal, como: idéias, fatos, questões, pontos de vista, discussões, decisões, etc. que acontecem durante o processo, e acabam por defini-lo, é difícil de ser capturado, porém é possível recuperar o histórico da discussão e o contexto em que as decisões foram tomadas.

Os indivíduos buscam nos elementos de percepção informações que ajudem a montar seu contexto de trabalho e antecipar ações e necessidades, além de identificar as

intenções dos companheiros do grupo, de forma a prestar assistência ao trabalho dos envolvidos quando for possível e necessário. Além disso, os elementos de percepção ajudam a identificar o papel e as tarefas de cada um com relação às metas da colaboração e com os objetos da cooperação Fuks et al. (2004 apud Gutwin et al., 1995).

A percepção é fundamental para que os indivíduos tomem conhecimento das mudanças causadas no ambiente por suas ações e dos outros envolvidos no processo (Neisser, 1976). Essas ações, que normalmente fazem parte de um plano para atingir uma meta, também podem ser guiadas por elementos de percepção. Porém, uma quantidade não gerenciável de informações dificulta a organização dos membros do grupo, ocasionando desentendimentos e falhas na comunicação (Fussel et al., 1998).

A existência da sobrecarga de informação pode atingir de forma diferenciada os envolvidos em um processo de cooperação. Alguns indivíduos conseguem lidar simultaneamente com várias informações enquanto outros não. Essa capacidade pode depender, entre outros fatores, da maturidade, das capacidades e das habilidades de cada um, além das características e do nível de conhecimento sobre o assunto em questão.

Para evitar a sobrecarga, é necessário balancear a necessidade de fornecer informações com a de preservar a atenção sobre o trabalho. O fornecimento de informações na forma assíncrona, estruturada, filtrada, agrupada, resumida e personalizada facilita esta tarefa (Kraut e Attewell, 1997).

2.2.5. Elementos de Percepção em Ambientes de Aprendizagem Colaborativa

As informações transmitidas pelos elementos de percepção são relevantes para o trabalho individual e em grupo (comunicação, coordenação e cooperação). Por exemplo, para o trabalho individual as informações de percepção que seriam mais adequadas seriam: a informação de quais mensagens o indivíduo já leu e quais as novidades desde sua última visita. Já para trabalho em grupo as informações de percepção mais interessantes seriam: quem está presente no ambiente, quem está trabalhando com um artefato, entre outras que possam identificar quem fez o que em um espaço compartilhado. Apesar dessa separação, as informações devem ser projetadas para se complementarem e auxiliarem o trabalho individual no contexto da colaboração.

Outros exemplos de informações de percepção úteis para contextualizar o participante são: o objetivo comum, o papel de cada um dentro do contexto, o que fazer, como proceder, qual o impacto das ações, até onde atuar, quem está por perto, o que o companheiro pode fazer, o que as outras pessoas estão fazendo, a localização, a origem, a importância, as relações e a autoria dos objetos de cooperação (Gutwin e Greenberg, 1999).

Elementos de percepção são os elementos da interface onde são disponibilizadas as informações destinadas a prover percepção. Enquanto os elementos de percepção são relacionados à interface do ambiente, a percepção em si é relativa ao ser humano. Ela envolve o reconhecimento e interpretação das informações presentes no espaço compartilhado. Ao se projetar um ambiente de aprendizagem colaborativa é necessário levar em conta estes elementos, bem como prever quais informações de percepção serão necessárias, como gerá-las, reuni-las e distribuí-las (Fuks et al., 2002).

2.3. Comunidades Virtuais de Aprendizagem

Howard citado por Haetinge (2005) foi o primeiro autor a difundir o conceito de Comunidade Virtual (CV), em 1993, caracterizando-a como uma agregação cultural formada pelo encontro sistemático de determinado grupo de pessoas no ciberespaço. Este tipo de comunidade sustenta-se pela co-atuação de indivíduos que compartilham valores, interesses, metas e posturas de apoio mútuo, por meio de interações no universo *on-line*.

Segundo Palloff e Pratt (2002), não são as atividades colaborativas em si que sustentam uma comunidade de aprendizagem e sim o espírito de colaboração. Através do respeito e da autonomia, honestidade, franqueza e correspondência mútuas, os participantes exploram diferentes perspectivas e habilidades, constroem uma identidade comum, desenvolvem o pensamento crítico, compartilham e criam significados, refletem sobre suas ações e concretizam seus aprendizados. *“A interação e o retorno que os outros dão ajudam a determinar a exatidão e a pertinência das idéias. Colaboração, objetivos comuns e trabalho de equipe são forças poderosas no processo de aprendizagem”* (Palloff e Pratt, 2002, 2003).

Ainda no século passado, Vygotsky (1998) já reconhecia que a colaboração entre os pares é uma ação imprescindível para a aprendizagem, porque expressa a

heterogeneidade presente nos grupos e ajuda a desenvolver estratégias e habilidades de solução de problemas, em virtude do processo cognitivo implícito na interação e comunicação.

A proposta das Comunidades Virtuais de Aprendizagem (CVA) é oferecer: conteúdos (textos, artigos, livros *on-line*, tutoriais, etc.), recursos (pesquisa *on-line*, *news*, software, vídeos, apresentações multimídia, etc.) e potencial de comunicação (*email*, *forum*, *chat*, teleconferência, etc.) para atender ao propósito comum de seus membros: o aprendizado de um determinado corpo de conhecimento, não limitado a uma única disciplina ou matéria.

A primeira dificuldade em definir uma CVA está exatamente em restringir sua ação, seu início e continuidade com o fim específico de atender a todos os seus membros em seus anseios de aprender. Como diferenciar uma CV de uma CVA? A redefinição de uma CV orientada especificamente para “aprendizagem” é difícil.

Na verdade as múltiplas e incessantes trocas que ocorrem em qualquer tipo de CV refletem-se em inúmeras e diferenciadas aprendizagens para os seus membros, por exemplo, as comunidades que emergem de cursos ou disciplinas realizadas totalmente ou quase exclusivamente no ambiente da internet.

É importante frisar que nem todos os cursos ou disciplinas oferecidas no ambiente eletrônico dão origem a comunidades. A comunidade específica de “aprendizagem” vai além do tempo de uma disciplina ou curso, ainda que possam surgir de iniciativas nestes momentos de ensino-aprendizagem. Em muitos casos ela tende a se solidificar após o encerramento destes. Tais comunidades não se constituem também apenas de períodos finitos, previamente estabelecidos pelas instituições ou pelos seus coordenadores e formadores. Comunidades de aprendizagem ultrapassam as temporalidades regimentais estabelecidas pela cultura educacional e vão muito além, o seu tempo é o tempo em que seus membros se interessam em ali permanecerem em estado de troca, colaboração e aprendizagem (Kenski, 2001).

Para Kenski (2001) a interação, a troca, o desejo dos membros de permanecer em contato, em estado permanente de “aprendizagem”, definem melhor este movimento que, em si, é bem mais potente do que a obrigatoriedade educativa imposta pelos sistemas

clássicos de ensino. Este grupo de pessoas voluntariamente reunidas para troca de conhecimentos, experiências e aprenderem juntas sobre temas específicos, com regras e valores comuns, pode ser o embrião em torno do qual as mudanças na educação ocorram.

Como descrito por Kenski (2001) a participação e criação de comunidades deve ser algo voluntário e desta forma o AVA proposto neste trabalho reserva em sua interface um espaço onde formadores e aprendizes poderão criar livremente suas CVAs.

2.3.1. Desafios das CVAs

O desafio na construção de CVA é muito maior do que o de desenvolver um curso ou disciplina isolada para distribuição *on-line*. Trata-se de uma abordagem simultaneamente inter e transdisciplinar, onde o usuário ganha maior flexibilidade na elaboração de seu próprio conhecimento. A comunidade, pela sua própria natureza, possui a necessidade da troca de informações e de comunicação em geral entre os seus componentes. Para a criação e desenvolvimento de uma CVA, diversas ferramentas e tecnologias devem estar disponíveis, de modo a garantir o aproveitamento total do potencial pedagógico acumulado na rede de aplicação.

O maior desafio é que nestes novos espaços educacionais não se recriem as práticas de exclusão e discriminação costumeiramente feitos pelas instituições tradicionais de ensino. Ao contrário, nestes novos espaços de aprendizagem deve ser prioritária a formação de cidadãos para atuarem democraticamente em todos os espaços: virtuais ou não.

A grande questão, colocada por Santos e Fuks (2000) é a criação de uma nova prática comunicativa e educativa, prática que não se baseia na continuidade do tempo, que é independente de distâncias e que não se referencia no espaço físico e que, ao “aboli-lo” subverte toda a prática educativa pré-existente.

2.4. Exemplos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Existem hoje muitos AVAs que reúnem vários recursos para criação e estruturação de curso na modalidade presencial e a distância. Esta seção apresenta um levantamento sobre os ambientes mais utilizados atualmente, segundo a Rede Escola Livre (2006). O Estudo aborda ambientes comerciais, como por exemplo: WebBoard e Web

Course Tools, como os desenvolvidos por universidades e grupos de pesquisa, como por exemplo: Aulanet, Eureka e TelEduc. Além desses, apresenta uma breve descrição de ambientes desenvolvidos para cursos específicos, como o criado para o curso de atualização dos multiplicadores do Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo).

Alguns dos ambientes descritos pela Rede Escola Livre (2006) foram descartados nessa subseção por dois motivos, por serem ambientes comerciais ou por terem sido descontinuados. Ambientes comerciais possuem altos preços de aquisição de licenças, esse fato torna praticamente inviável sua utilização, principalmente em instituições públicas. Foram mantidos apenas dois ambientes para efeito comparativo com as versões disponibilizadas livremente.

2.4.1. WebBoard

O WebBoard, contendo forums e software para *chat*, é uma ferramenta voltada à *web* que proporciona soluções de comunicação para um grande número de comunidades. O ambiente é um recurso para a comunicação, disseminação de informações e construção de comunidades.

Os forums podem ser usados como escritórios virtuais, proporcionando informações e apoiando os clientes ou promovendo discussão sobre um novo produto em desenvolvimento. Cada quadro ou fórum pode conter "conferências" ilimitadas (tópicos para discussão e mensagens com arquivos anexados).

2.4.2. Web Course Tools (WebCT)

O WebCT foi desenvolvido como uma ferramenta que facilita a criação de ambientes educacionais baseados em tecnologias *web*. Entre suas funcionalidades, destaca-se o desenvolvimento de páginas pelos educadores e a disponibilização de um conjunto de ferramentas educacionais para o aprendiz, que podem ser incorporadas em um curso. Além disso, fornece um conjunto de ferramentas que auxilia o formador na tarefa de administração de um curso.

O ambiente WebCT pode ser utilizado para criação de cursos totalmente *online* ou para publicação de materiais que complementam os cursos presenciais. Toda interação com

o ambiente é feita através do navegador, incluindo a administração do servidor, criação do curso, acesso do aprendiz e acesso do formador.

2.4.3. Eureka

Eureka é um ambiente de Aprendizagem Colaborativa a Distância via internet destinado ao estabelecimento de CV de estudo. Ele integra diversas funções em um mesmo ambiente: fórum de discussões, sala de chat, conteúdo, correio eletrônico, edital, estatísticas, *links*, participantes e outros, permitindo a comunicação e o estudo colaborativos e tem como objetivo implementar um ambiente baseado na *web* para aprendizagem cooperativa para promover educação e treinamento a distância usando a internet como meio de criação de CV que participam de cursos que tradicionalmente são presenciais.

2.4.4. AulaNet

O AulaNet é um ambiente de aprendizagem cooperativo baseado na *web*, cujo projeto iniciou em 1997. Desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software (LES) do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), tem como objetivo a criação e assistência de cursos a distância.

Segundo seus idealizadores, o ambiente foi construído sob uma abordagem cooperativa para a instrução baseada na *web*, procurando migrar para um modelo de “comunidade dinâmica para aprendizagem” (Rede Escola Livre, 2006).

2.4.5. LearnLoop

LearnLoop é um projeto de código aberto e distribuído sob licença GNU (GPL) que se encontra em desenvolvimento pela comunidade. Foi fundado no *The Viktoria Institute e The Council For IT use at the Gothenburg Business School* em Gothenburg, Suécia e criado por Daniel Önerby, Per Åsberg and Britt Klintenberg.

O trabalho de tradução do código para o português e a adaptação para os cursos da Universidade Virtual Pública do Brasil - UniRede vem sendo conduzido pelo Prof. João Dovicchi e a equipe de tecnologia para EAD do Núcleo Avançado de Computação Sônica e Multimídia - NACSM da Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

2.4.6. TelEduc

O TelEduc é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na *web*, que foi concebido tendo como alvo o processo de formação de formadores para informática educativa, baseado na metodologia de formação contextualizada desenvolvida por pesquisadores do NIED (Núcleo de Informática Aplicada à Educação) da Unicamp.

O TelEduc foi desenvolvido de forma participativa, ou seja, todas as suas ferramentas foram idealizadas, projetadas e depuradas segundo necessidades relatadas por seus usuários. Com isso, ele tende a fugir de algumas características existentes em outros ambientes disponíveis no mercado. Buscou-se facilidades como, por exemplo, o uso do ambiente por pessoas não especialistas em computação, porém o ambiente quando instalado com todas as suas funcionalidades requer uma equipe para gerenciar o servidor Teleduc, requerendo certo grau de especialidade na instalação e manutenção.

2.4.7. Curso a Distância do Proinfo

O ambiente para o Curso a Distância do Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo) do Ministério da Educação foi desenvolvido para apoiar a Formação Continuada dos Multiplicadores vinculados ao projeto.

Diversos grupos participam deste ambiente: os aprendizes (multiplicadores ou futuros multiplicadores), orientadores (formadores que acompanham os aprendizes nos Seminários e na construção dos Projetos de Aprendizagem), oficinairos (formadores responsáveis pela elaboração e acompanhamento das atividades desenvolvidas nas Oficinas) e plantonistas (monitores para apoio às atividades desenvolvidas pelos aprendizes).

Um grupo, denominado Articulação, foi criado especificamente para gerenciar o ambiente. Os profissionais vinculados a este grupo têm como responsabilidade, garantir o andamento do curso através da manutenção dos recursos oferecidos e, também, trabalhar como equipe de suporte aos docentes e aprendizes. Atualmente o ambiente é denominado eProinfo.

2.5. Análise comparativa de AVAs

Para facilitar a análise dos ambientes descritos, foi organizado um quadro comparativo entre esses ambientes que teve como base o estudo realizado pela Rede Escola Livre (2006) além de consultas nos sites dos grupos de pesquisa de alguns dos ambientes (TelEduc, 2006; AulaNet, 2006; eProinfo, 2006). O quadro 2.1 reúne os principais recursos disponíveis em um AVA.

Recursos do Ambiente	Web Board	WebCT	Aulanet	Eureka	Learn Loop	TelEduc	eProinfo
Criação de salas de bate papo.	A	NA	NA	NA	NA	A	NA
Correio eletrônico.	?	?	A	A	?	A	NA
Monitoramento das interações.	?	A	A	?	?	A	A
Acompanhamento do rendimento dos aprendizes.	?	NA	NA	?	?	NA	NA
Personalização de interfaces baseada na interação e perfil de seus usuários.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Geração de currículo resumido dos aprendizes em função do histórico de suas produções no ambiente (Portfólio).	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Compartilhamento de objetos de aprendizagem entre os usuários de diferentes cursos.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Acompanhamento integrado da evolução dos aprendizes nas disciplinas já cursadas ou em curso.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Colaboração na produção de conteúdos entre os formadores.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Criação de comunidades virtuais de aprendizagem.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Multiplataforma.	NA	NA	A	A	A	A	NA
Estatística de Acesso.	?	A	A	A	?	A	A
Acesso via navegador.	A	A	A	A	A	A	A
Legendas: NA – Não atende; A – Atende; ? – Não informado							

Quadro 2.1 – Quadro comparativo de AVAs (adaptado da Rede Escola Livre; TelEduc; AulaNet; eProinfo, 2006).

2.6. Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo buscou-se descrever fundamentações teóricas de AVAs e CVAs, bem como um levantamento dos principais AVAs existentes no mercado, a fim de detectar suas principais funcionalidades e problemas.

O ACAI atende todas as funcionalidades listadas no quadro 1 e implementa novas funcionalidades, com projeto modular, dessa forma permite que sejam inseridos novos recursos e ferramentas no ambiente, de forma prática e simples, uma vez que os módulos disponibilizados são tratados como registros armazenados nas tabelas de seu banco de dados. Para inserir, alterar ou remover recursos é necessário apenas que o administrador do ambiente acesse a interface administrativa para realizar as operações.

Para reforçar a idéia de aprendizagem colaborativa entre os participantes do ACAI, o ambiente tem uma abordagem *groupware* para o ensino-aprendizagem, implementando de forma prática o modelo 3C proposto por Gerosa e Fuks (2003), onde seus participantes poderão: se comunicar, se organizar e operar em conjunto num espaço compartilhado (cooperar).

Este trabalho soma-se ao esforço de vários pesquisadores da área em não tornar o AVA um repositório de materiais instrucionais que podem ser acessados de forma eletrônica. A idéia central é que todo material disponível no AVA, possa, se necessário, sofrer modificações com o passar do tempo por meio de vários mecanismos de cooperação entre os participantes, sejam eles aprendizes ou formadores e, desta forma implementa-se o que é conhecido como trabalho colaborativo.

No que diz respeito à questão temporal relacionada às CVAs, destacada por Kenski (2001) quando advoga sobre a existência de CVA, afirmando que sua existência está diretamente relacionada ao interesse de seus participantes. O ACAI estende essa duração uma vez que permite que essas CVAs permaneçam no ambiente, mesmo que seus criadores ou participantes mais antigos deixem de freqüentá-las e os seus conteúdos sempre estarão disponíveis para consultas de qualquer utilizador do AVA. Além disso, tais CVAs poderão continuar a receber novos participantes que poderão ou não dar continuidade as mesmas, o que faz com que o tempo de existência das CVAs seja

indeterminado, o que determinará o seu final será apenas a desativação do próprio ambiente onde elas residam, ou seja, a desativação do próprio ACAI.

Este trabalho colabora no sentido de quebrar os paradigmas que dirigem o desenvolvimento dos AVAs tradicionais que possuem rígidas estruturas, ou seja, após sua implantação, pouca ou nenhuma modificação adicional pode ser feita. Esta tem sido a tarefa dos diversos grupos de pesquisa em AVAs, que buscam fundamentos, metodologias e ferramentas que explorem as potencialidades das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (Gava, 2002).

3. Educação a Distância (EAD) e Interdisciplinaridade

O objetivo deste capítulo é explanar as características da EAD em conjunto com a interdisciplinaridade. Para alguns educadores a interdisciplinaridade atinge todos os níveis de ensino, do fundamental ao universitário. Por exemplo: uma criança pode, no ensino fundamental, ter uma aula de história que envolva assuntos da aula de geografia. Da mesma forma um jovem pode, no ensino superior, assistir a uma aula de Cálculo que contemple o conteúdo ministrado em Física.

O capítulo está estruturado da seguinte forma: a subseção 3.1 faz um resumo sobre as abordagens EAD descrevendo seus principais problemas e vantagens; a subseção 3.2 detalha o modelo interdisciplinar comparando-o com outros modelos utilizados; a subseção 3.3 faz um paralelo entre a EAD e o modelo interdisciplinar, descrevendo uma possível integração entre as práticas interdisciplinares e a EAD, apoiando as práticas da interdisciplinaridade e cooperação; a subseção 3.4 descreve os objetos de aprendizagem como uma alternativa para dar apoio a esses conceitos e finalmente a subseção 3.5 faz as considerações finais do capítulo.

3.1. Educação a Distância (EAD)

Entende-se que EAD é uma forma de comunicação bidirecional nas relações aprendiz-aprendiz e formador-aprendiz, tornando possível a aprendizagem individual e em grupo, com a mediação de recursos didáticos organizados e veiculados em diferentes tecnologias de informação e de comunicação, com o apoio de um sistema de acompanhamento. Uma das maiores vantagens dessa abordagem de ensino é o aprendizado flexível, onde os próprios participantes gerenciam o seu tempo de estudo e escolhem como fazê-lo.

Muito mais do que apenas dinamizar e promover uma nova materialização da informação, a tecnologia digital permite a interconexão de sujeitos, de espaços e/ou cenários de aprendizagem, exigindo dos mesmos, novas ações curriculares e ações em rede. Assim, quando Lévy (1997 apud Santos, 2002) destaca a necessidade de “*aprender com o movimento contemporâneo das técnicas*”, é possível buscar inspiração no mundo digital e seus desdobramentos (hipertexto, interatividade, simulação, etc.), e buscar práticas curriculares mais comunicativas, como mais e melhores autorias individuais e coletivas (Santos, 2002).

Santos (2002) advoga que a EAD se caracteriza como uma modalidade de educação que promove situações de aprendizagem onde formadores e aprendizes não compartilham os mesmos espaços e tempos curriculares, comuns nas situações de aprendizagem presenciais. Para tanto, é necessária a utilização de uma multiplicidade de recursos tecnológicos que ajam como interfaces mediadoras na relação entre formadores, aprendizes e conhecimento.

Para Santos (2002) o ciberespaço deve fazer uso de sua natureza multimídia, *interconexão e integração*, e torna-se um espaço de comunicação potencialmente interativo, pois permite uma comunicação “todos para todos”. É somente potencialmente interativo, pois não garante obrigatoriamente pelas suas interfaces (ferramentas) tal interatividade.

3.1.1. Dificuldades das abordagens de EAD

Por ser uma abordagem relativamente flexível e aliada muitas vezes a sua má utilização tanto por aprendizes como por formadores, a EAD encontra algumas barreiras em sua utilização como as descritas a seguir:

- a. Ausência do formador no processo:** parte das críticas à EAD tem como alvo a não-presença do formador no dia-a-dia dos aprendizes, atuando como motivador e fiscal das atividades. Esse talvez, seja o grande desafio dos formadores na educação a distância. Como os aprendizes que optam por este tipo de curso têm, em geral, um perfil mais autônomo no que diz respeito à condução dos seus estudos, a responsabilidade do formador aumenta, uma vez que precisa manter, mesmo estando distante, a motivação dos aprendizes.
- b. Forma de distribuição de materiais de apoio:** o paradigma da transmissão ou da distribuição de materiais vem se mantendo no mesmo modelo dos meios de distribuição em massa. O que se tem em geral é a banalização do ensino a distância e a subutilização das tecnologias digitais de comunicação (Okada e Santos, 2003). O ciberespaço vem sendo utilizado como uma mídia de massa que incorpora conteúdos, estas características são comumente observadas em experiências de EAD mediadas por impressos, televisão ou vídeos, onde a comunicação se restringe ao modelo “um para todos” (Santos, 2002). Pretto

(2000) afirma que a internet tende a se tornar o maior repositório de conhecimento humano, embora ainda mantendo o mesmo estilo de concentração na produção do conhecimento e na divulgação de informações dos chamados tradicionais meios de comunicação de massa.

- c. Reprodução de modelos tradicionais:** ambientes de EAD reproduzem o mesmo paradigma do ensino tradicional, em que se tem o formador responsável pela produção e pela transmissão do conhecimento. Mesmo os recursos como grupos de discussão e *emails*, são ainda, formas de integração muito pobres. Os cursos pela internet acabam considerando que as pessoas são recipientes de informação. A educação continua a ser, mesmo com os aparatos tecnológicos, o que ela sempre foi: uma obrigação chata e burocrática. Se o atual paradigma não mudar, as tecnologias acabam servindo para reafirmar o que já se faz no ensino tradicional (Blikstein, 2001).
- d. Separação de papéis:** Santos (2002) e Okada (2003) afirmam que existem muitas abordagens equivocadas em ambientes EAD, que separam burocraticamente a ação do formador em compartimentos como as descritas nos itens a seguir: Professor-Autor (é quem elabora conteúdos para materiais didáticos); Professor-Instrutor (é quem ministra aulas complementares ao material didático) e Professor-Tutor (é quem auxilia os autores e instrutores e, principalmente os aprendizes, no processo de ensino-aprendizagem). Dessa forma a autoria do formador reduz-se à elaboração de conteúdos a serem transmitidos como mensagens fechadas e imutáveis. A produção e a distribuição dos conteúdos e materiais são separadas do acompanhamento do processo de aprendizagem, não permitindo alterações dos conteúdos por parte dos sujeitos envolvidos. Ademais, a autoria se reduz a quem cria o material didático que circula no ambiente, fazendo do aprendiz e do formador recipientes de informação, ainda baseada na lógica da comunicação de massa.

Os espaços de aprendizagem não podem ser reduzidos a um repositório de informações, pois tratam-se de ambientes fecundos de inteligência coletiva. Diante de tais competências, os termos tutor ou facilitador não contemplam a complexidade que supõe a autoria do formador, seja de forma presencial ou a distância. A noção de espaço de

aprendizagem vai além dos limites do conceito de espaço/lugar. Com a emergência da “sociedade em rede”, novos espaços digitais e virtuais de aprendizagem vêm se estabelecendo a partir do acesso e do uso criativo das novas tecnologias da comunicação e da informação. Novas relações com o saber vão se instituindo num processo híbrido entre o homem e máquina, tecendo teias complexas de relacionamentos com o mundo (Santos, 2002).

3.1.2. Facilidades das abordagens de EAD

As novas possibilidades de aplicação das tecnologias aos sistemas de ensino favorecem a conformação de novos ambientes cognitivos, que podem contribuir, de forma efetiva, para o estabelecimento de novas formas de pensar e de aprender. Segundo Quadros e Martins (2005) a EAD em seu atual estágio de desenvolvimento é reconhecidamente considerada pela comunidade acadêmica internacional como estratégia privilegiada para a difusão, socialização e capilarização do conhecimento e valores em escala global, sendo observada as seguintes vantagens/possibilidades:

- a. uso intensivo de recursos de interatividade intrínsecos nas interfaces propiciadas pelos ambientes e ferramentas de aprendizagem baseadas em tecnologias *web*;
- b. uso intensivo e efetivo da imensa capilaridade das redes, particularmente a internet em termos institucionais, regionais, estaduais, nacionais e internacionais (estima-se um público global de 2 bilhões de indivíduos em 2005 com acesso direto às redes por meio de computadores, PDAs, equipamentos celulares e outros equipamentos afins);
- c. estímulo à realização de práticas pedagógicas renovadas, com ampla autonomia na manipulação (busca, armazenamento, modificação e seleção) do saber também propiciada pela enorme massa de dados e informações disponíveis na *web* e, também pela enorme capacidade de armazenamento de informação pelos computadores;
- d. familiarização com o uso das tecnologias da comunicação e da informação de maneira a promover a atualização com as tendências da contemporaneidade;

- e. maior flexibilidade, pois amplia as possibilidades de escolha de local e horário de estudo, permitindo maior adaptação ao ritmo de aprendizagem do participante;
- f. desenvolvimento de competências, tendo em vista que os aprendizes possuem uma maior autonomia de estudo e organização do trabalho intelectual, incentivo à pesquisa, troca de informações e experiências com os melhores profissionais da área e com os demais participantes;
- g. possibilidade de atender grande número de pessoas, situadas em diferentes localidades, simultaneamente, sem deslocamento de casa ou do trabalho.

Esse novo conjunto de recursos, principalmente de redes e equipamentos computacionais, pode propiciar um aprendizado significativo, crítico, vivencial, integrado, sem fronteiras, de baixo custo e customizado segundo a disponibilidade e perfil de cada indivíduo. Além disso, é um incentivo a uma postura autônoma do aprendiz e à co-autoria na construção do próprio conhecimento, fator importante na interdisciplinaridade e nas práticas pedagógicas de maneira geral.

3.2. O modelo Interdisciplinar

Segundo Quadros e Martins (2005) os conceitos como interdisciplinaridade e currículo integrado começam a se fazer, cada vez mais, presentes nos ambientes acadêmicos, sobretudo quando está em pauta a discussão sobre a necessidade de renovação dos processos educacionais. Não basta apenas alterar forma e conteúdo dos materiais ou estratégias de ensino, é necessário modificar o processo de comunicação dos envolvidos e articular os saberes multireferenciais dos envolvidos desde o projeto de desenho instrucional, vivência e dinâmica do curso (Okada e Santos, 2003).

Santos (2002) afirma que, com o avanço das tecnologias digitais, as instituições educacionais podem operacionalizar currículos que permitem ir além da distribuição de conteúdos a distância, garantindo novas práticas curriculares onde a interação formadores, aprendizes e conhecimento seja realmente possível, extrapolando, assim, a lógica da distribuição e prestação de contas de atividades individualizadas. É possível criar redes de relações que favoreçam a cooperação entre os grupos e sujeitos em espaços multireferenciais.

Okada e Santos (2003) afirmam que as práticas de EAD só serão mais produtivas e integradas quando houver o envolvimento interdisciplinar de toda uma equipe de produção que vai além da relação aprendiz e conteúdos. Onde é essencial envolver vários especialistas e competências tanto no processo de criação dos materiais e conteúdos até a utilização dos mesmos no processo de ensino-aprendizagem.

“Do ponto de vista estritamente didático, a interdisciplinaridade é um tipo de abordagem que conduz a uma ordenação específica do processo ensino-aprendizagem, notadamente no plano dos conteúdos e atividades. Nesse sentido, os professores devem proporcionar aos alunos uma aprendizagem simultânea dos saberes e dos métodos comuns a várias disciplinas ou campos do saber. Assim, a interdisciplinaridade reordena conhecimentos diversos e provoca um conhecimento novo, resultante do diálogo permanente entre teoria e prática e entre os diversos campos e dimensões do saber” (Quadros e Martins, 2005).

Para Okada (2003) o termo interdisciplinaridade vem ganhando significados equivocados por parte dos educadores que, muitas vezes, definem interdisciplinaridade como qualquer tentativa de comunicação entre as áreas de conhecimentos. Algumas abordagens curriculares, na prática, acabam por ganhar o status de interdisciplinar, sem na verdade contemplar o mínimo de critérios que o caracterizam como tal. Okada (2003) descreve e diferencia essas abordagens que são detalhadas nas subseções a seguir.

3.2.1. Abordagem Multidisciplinar

Quando uma prática curricular necessita apenas da participação de várias disciplinas na composição e exercício de um trabalho, quer de ensino, quer de pesquisa, sem estabelecer claramente os *links* de interligação entre elas, caracteriza-se assim uma modalidade multidisciplinar (Okada, 2003).

A multidisciplinaridade *“caracteriza-se pela justaposição de matérias diferentes, oferecidas da maneira simultânea, com a intenção de esclarecer alguns dos seus elementos comuns, mas na verdade nunca se explicam claramente as possíveis relações entre elas”* (Santomé, 1998). Nessa modalidade, o objeto de estudo é visto sobre diferentes olhares em forma de agrupamentos disciplinares, mas sem a integração de conceitos,

procedimentos e atitudes. O trabalho entre os sujeitos não é cooperativo, sendo que cada disciplina mantém seus próprios objetivos, formas e dinâmicas de trabalho.

3.2.2. Abordagem Pluridisciplinar

Segundo Okada (2003) se um modelo de currículo está estruturado pela arquitetura disciplinar e os sujeitos da ação (formadores, pesquisadores, etc.) estabelecem algumas relações em momentos específicos e pontuais, caracteriza-se esta abordagem como pluridisciplinar.

Santomé (1998) e Japiassu (1976) afirmam que a pluridisciplinaridade é caracterizada basicamente pela agregação de disciplinas e competências com alguma proximidade e na mesma hierarquia. Isso não significa que serão socializados conceitos, métodos e objetivos. Na verdade um especialista pode solicitar a intervenção de outro especialista na sua prática de trabalho.

Para Okada (2003) a justaposição de conhecimentos nas práticas curriculares nem sempre se fecha no mesmo nível hierárquico. Okada afirma que é muito comum, principalmente nas escolas, que especialistas de diferentes áreas de conhecimentos, também estabelecem pontuais momentos de comunicação. A problemática ainda se limita a momentos esporádicos. Há um certo nível de cooperação entre os especialistas, mas não uma coordenação intencional dos vínculos.

3.2.3. Abordagem Interdisciplinar

Para Okada (2003) a interdisciplinaridade acontece quando o trabalho é orientado por experiências intencionais de interação entre as disciplinas e especialistas que permitam intercâmbios, enriquecimentos mútuos e produção coletiva de conhecimentos. A interdisciplinaridade se caracteriza mais pela qualidade das relações, *“cada uma das disciplinas em contato são por sua vez modificadas e passam a depender claramente umas das outras”* (Santomé,1998), do que pelas quantidades de intercâmbios.

Bordini (2006) afirma que a interdisciplinaridade é uma abordagem de ensino voltado para a interação em uma disciplina, envolvendo duas ou mais disciplinas, num processo que pode ir da simples comunicação de idéias até a integração recíproca de finalidades, objetivos, conceitos, conteúdos, terminologia, metodologia, procedimentos,

dados e formas de organizá-los e sistematizá-los no processo de elaboração do conhecimento.

Os objetivos, conceitos, atitudes e procedimentos são (re)significados dentro e fora do limite de cada área do conhecimento. As relações deixam de ser remotas e/ou pontuais para serem estruturadas pela colaboração e coordenação intencional de um projeto coletivo de trabalho (Martins et al., 2006).

Para mediar à construção coletiva de conhecimento é necessária além da concepção de interdisciplinaridade uma postura comunicacional interativa, descrita por Silva (2000) no Quadro 3.1:

A COMUNICAÇÃO	
MODALIDADE UNIDIRECIONAL	MODALIDADE INTERATIVA
<p>MENSAGEM: fechada, imutável, linear, seqüencial;</p> <p>EMISSOR: “contador de histórias”, narrador que atrai o receptor (de maneira mais ou menos sedutora e/ou por imposição) para seu universo mental, seu imaginário, sua récita;</p> <p>RECEPTOR: assimilador passivo.</p>	<p>MENSAGEM: modificável, em mutação, na medida em que responde às solicitações daquele que a manipula;</p> <p>EMISSOR: “projetista de software”, constrói uma rede (não uma rota) e define um conjunto de territórios a explorar; ele não oferece uma história a ouvir, mas um conjunto intrincado (labirinto) de territórios abertos a navegações e dispostos a interferências, a modificações;</p> <p>RECEPTOR: “usuário”, manipula a mensagem como co-autor, co-criador, verdadeiro concepor.</p>

Quadro 3.1 – Modalidades de Comunicação (Silva, 2000).

Para Silva (2000) o desafio atual é concretizar a ação de uma comunicação interativa interdisciplinar. Tanto formadores quanto aprendizes podem ser autores e co-autores (emissores/receptores) de mensagens abertas e contextualizadas pela diferença nas suas singularidades.

Santos (2002) afirma que são urgentes a crítica e a criação de novas propostas de educação no ciberespaço que contemplem a ressignificação da autoria do formador e do aprendiz como co-autor. Para Santos é preciso estabelecer um modelo curricular que possibilite a comunicação interativa onde saber e fazer transcendam as separações burocráticas que compartimentalizam a autoria em quem elabora, quem ministra, quem tira

dúvidas e quem administra o processo da aprendizagem. Então, é preciso investir na formação de novas competências em comunicação. Santos advoga que neste modelo o formador pode ou não estar no centro, os aprendizes podem tomar a cena criando e co-criando situações de aprendizagem, nas quais os conteúdos disponibilizados e interfaces (ferramentas) tomam destaque no processo.

3.3. A EAD e a prática da Interdisciplinaridade

De forma direta ou indireta vem se buscando a prática interdisciplinar na concepção e/ou execução dos projetos pedagógicos atuais, ainda que muitas vezes no plano do discurso. No mundo acadêmico, grandes esforços vêm sendo empreendidos para a execução de projetos interdisciplinares e a medida do sucesso destes esforços varia enormemente em função da existência de culturas e valores mais ou menos compatíveis com a filosofia da proposta. Ainda são muitas as dificuldades enfrentadas para a execução de projetos dessa natureza, que implicam, muitas vezes, na necessidade de desconstrução de modelos anteriores fortemente cristalizados, que funcionam como forças de resistência para inviabilizá-los (Quadros e Martins, 2005).

Em se tratando de EAD, depara-se com o duplo desafio de instituir uma nova cultura educacional, baseada na abordagem interdisciplinar, ao tempo em que se tem como referência uma realidade ainda pouco explorada na qual “o estar presente” deixa de ser uma condição para a realização das práticas educativas (Martins, 2004).

Para Quadros e Martins (2005) nos últimos anos o perfil e status da EAD vêm mudando radicalmente em função da construção de novas propostas pedagógicas e do aproveitamento dos potenciais interativos das novas tecnologias da comunicação e da informação disponíveis, levando à possibilidade de superação de muitos dos fatores identificados até então como restritivos para a realização da prática interdisciplinar. Em função disto, a EAD vem sendo repensada e assumindo novo status em função do desenvolvimento das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), principalmente aquelas que utilizam redes de computadores, aplicações multimídia, serviços *web*, dentre outras existentes. Tais recursos possibilitam a realização de altos níveis de interatividade e integração das diversas mídias e dos sujeitos envolvidos no processo pedagógico.

Quadros e Martins (2005) afirmam que os elementos identificados como potencialmente dificultadores da realização da prática interdisciplinar nessa modalidade de ensino, principalmente o isolamento dos sujeitos envolvidos no processo educacional, podem ser superados mediante o uso das tecnologias que permitem altos níveis de interatividade (em alguns casos até superiores aos identificados no ensino presencial). O acompanhamento individualizado do aprendiz e a implementação de trabalhos de natureza colaborativa por meio de um conjunto variado de mecanismos e ferramentas, tais como:

- a. aplicações colaborativas (par a par ou cliente/ servidor);
- b. grupos de discussão, correio eletrônico, fóruns, *chats* e outros;
- c. ferramentas de conferência de vídeo, conferência de áudio e teleconferência;
- d. vídeo sob demanda e imagem sob demanda e outras facilidades de exportação e manipulação de mídias digitais;
- e. comunidades virtuais de aprendizagem.

Santos (2002) identifica que o grande problema está na gestão do processo. Em vez de todo o grupo conhecer todo o processo, potencializando os saberes das singularidades numa construção coletiva, as singularidades são convocadas apenas para compor o processo de divisão do trabalho. Toda rede de produção de saberes e conhecimentos é formada por diferenças e múltiplas competências singulares. Ninguém sabe tudo, todo mundo sabe alguma coisa diferente do outro e é exatamente essa diferença dos saberes que enriquece o coletivo inteligente.

3.4. Objetos de Aprendizagem

A fim de apoiar a natureza dos trabalhos cooperativos e ao mesmo tempo reforçar a idéia de integrar conhecimento surge o conceito de Objetos de Aprendizagem. Vários autores discorrem sobre objetos de aprendizagem, um dos autores frequentemente citados é Wiley (2001) que define objetos de aprendizagem “como quaisquer recursos digitais que possam ser reutilizados para assistir à aprendizagem e ao mesmo tempo serem distribuídos pela rede, sob demanda”.

Muzio (2001) utiliza o termo objeto de aprendizagem como um pedaço de informação reutilizável e independente de mídia que pode ser utilizado para propósitos instrucionais. Ainda, segundo este autor, os objetos de aprendizagem podem ser definidos como objetos de comunicação utilizados para propósitos instrucionais, como por exemplo: mapas, gráficos, demonstrações em vídeo, simulações interativas, etc.

Para Pimenta e Batista (2004) objetos de aprendizagem são pequenas unidades, desenhadas e desenvolvidas de forma a fomentar a sua reutilização, eventualmente em mais do que um curso ou em contextos diferenciados, e passíveis de combinação e/ou articulação com outros objetos de aprendizagem de modo a formar unidades mais complexas e extensas.

Shepherd (2000) e Wiley (2001) afirmam que os objetos de aprendizagem são aplicações da orientação a objetos no mundo da aprendizagem, para eles esses objetos são pequenos componentes reusáveis, tais como vídeo, demonstrações, tutoriais, procedimentos, histórias e simulações que não servem simplesmente para produzir ambientes, e sim, para desenvolver pessoas.

Uma das possibilidades para gerir as informações disponíveis na *web*, produzir conhecimento e aprendizagem e pontuar a interação do sujeito com outros sujeitos e a informação é o Repositório de Objetos de Aprendizagem (ROA). Os ROA vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de difundir a filosofia do software livre e diminuir os custos com o ensino *on-line* (Souza, 2005).

ROA podem constituir em uma biblioteca com um “*número indefinido, e talvez infinito, de galerias hexagonais*” (Borges apud Fidalgo, 1999) agregando textos imagéticos, sonoros e escritos, constituindo assim um acervo dinâmico para subsidiar diversas práticas pedagógicas, a exemplo de inúmeras Bibliotecas Virtuais existentes na internet. Essas bibliotecas compartilham objetos de aprendizagem, suas propriedades, informações sobre as interações além das produções geradas a partir desses objetos (Machado, 2002).

Os objetos são guardados de maneira organizada em banco ou repositórios de objetos, seguindo regras de catalogação que permita recuperá-los e reutilizá-los em diferentes situações.

Segundo Singh citado por Bettio e Martins (2002), um objeto de aprendizagem para ser bem estruturado deve ser dividido em três partes bem definidas:

- a. **Objetivos:** esta parte do objeto tem como intenção demonstrar ao aprendiz o que pode ser aprendido a partir do estudo desse objeto, além do pré-requisito para um bom aproveitamento do conteúdo.
- b. **Conteúdo instrucional:** parte que apresenta todo o material didático necessário para que no término o aprendiz possa atingir os objetivos definidos.
- c. **Prática e *Feedback*:** uma das características importantes do paradigma objetos de aprendizagem é que a cada final de utilização julga-se necessário que o aprendiz verifique se o seu desempenho atingiu as expectativas.

O conteúdo instrucional e os objetivos dos objetos de aprendizagem não seriam suficientes para diferenciar os objetos de aprendizagem de outras tecnologias educacionais, porém esses objetos permitem a simulação e a prática, que se constitui o seu grande diferencial.

Para Souza (2005) o ROA subsidiará o processo de construção do conhecimento de formadores e aprendizes em ambientes *on-line*, inclusive, em comunidades virtuais de aprendizagem (CVA). CVAs pressupõe relações entre os seus membros: a interatividade. Os participantes deverão ser emissores e receptores simultaneamente, pois sua garantia depende do uso que cada elo de ligação comunicativa fizer (Recuero, 2002), ou seja, apesar de precisar do meio, este não é suficiente para fazê-la acontecer.

Dessa forma, emerge a importância da interatividade ou da interação, que deve ser incentivada, no ROA, um celeiro do conhecimento, entre os membros das comunidades de aprendizagem. Além disso, a perspectiva de co-autoria deve ser enfatizada para possibilitar a construção colaborativa. É importante ressaltar que o trabalho individual é importante para a construção do conhecimento, porém o processo de aprendizagem ganha maior amplitude e dimensão, quando acontece também com o trabalho coletivo (Okada, 2003).

3.5. Considerações Finais do Capítulo

Este capítulo tentou elucidar de forma breve as características da EAD, mostrando que a utilização dessa abordagem equivocadamente pode acabar afastando aprendizes e

formadores de sua utilização. A filosofia do AVA proposto neste trabalho não está apenas em disponibilizar mídias em formato digital a seus utilizadores, mas também em gerenciar parte do processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para que tais ambientes não sejam transformados num mero repositório eletrônico de mídias. Fato amplamente criticado pelos pesquisadores da área.

Vale ressaltar que a proposta deste trabalho, em relação à concepção do AVA, não está vinculado a nenhuma modalidade específica de ensino no que diz respeito à localização física dos aprendizes e formadores, ou seja, ele poderá ser utilizado em modalidades de ensino: presencial, semipresencial e a distância, uma vez que foi concebido utilizando-se tecnologias que permitem que todos os seus recursos possam ser utilizados localmente ou via internet. Os detalhes sobre a arquitetura, funcionamento e recursos do AVA serão tratados nos capítulos 6 e 7 deste trabalho.

Quando utilizado na modalidade a distância o AVA aqui proposto, poderá amenizar o problema da ausência do formador no processo de ensino-aprendizagem utilizando recursos adicionais que permitam ao aprendiz encontrar mais facilmente conteúdos relacionados ao assunto que esteja estudando, por meio de consultas e utilização de objetos de aprendizagem de forma personalizada. A personalização objetiva reduzir o esforço cognitivo na busca por conteúdos ou materiais de apoio que se façam necessários para a construção do conhecimento, para isso o AVA disponibilizará em primeiro plano os elementos relacionados à disciplina em questão na interface do aprendiz, podendo o mesmo acrescentar outros elementos caso ache necessário.

Além dos mecanismos já citados, o aprendiz terá um canal de comunicação garantido com os formadores e outros aprendizes. O AVA possui um sistema de trocas de mensagens próprio que garante a entrega e validação das mensagens enviadas. Estas facilidades poderão minimizar a ausência dos formadores e ajudar o aprendiz a não sentir-se “sozinho” mesmo estando a distância.

No que diz respeito à interdisciplinaridade, este trabalho propõe a reutilização e integração de conteúdos entre disciplinas da mesma área de conhecimento ou que estejam conectadas por um conjunto de palavras-chave. Por exemplo, um aprendiz que esteja cursando a disciplina cálculo numérico e necessite fazer um revisão de algoritmos, para implementar um programa de computador que resolva problemas de sistemas lineares,

pode aproveitar alguns dos objetos de aprendizagem disponibilizados nas disciplinas algoritmos e técnicas de programação, mesmo que este aprendiz não tenha cursado tais disciplinas.

Além de contribuir com a prática da interdisciplinaridade, o AVA ajuda a quebrar a tradicional barreira da escola clássica que divide os aprendizes em compartimentos isolados como salas de aula e turmas formais. O problema de isolamento das disciplinas é bastante criticado por Gava (2003) que afirma que em ambientes de aprendizagem, sejam eles locais ou a distância, os conteúdos não são integrados e fazem com que os aprendizes tenham acesso a um conhecimento fragmentado.

Em relação à produção de conhecimento o AVA dará possibilidades para que aprendizes possam tornar-se autores de objetos de aprendizagem que serão utilizados no próprio AVA. Por exemplo, uma atividade distribuída por um formador, após ser avaliada, pode vir a tornar-se um objeto de aprendizagem se o formador assim o desejar sob o consentimento do aprendiz ou aprendizes que desenvolveram a atividade.

Vale ressaltar que a inserção de objetos de aprendizagem é de responsabilidade exclusiva dos formadores, principalmente para que o repositório de objetos de aprendizagem tenha conteúdos de qualidade dentro do AVA. O processo de gerência de objetos de aprendizagem, compartilhamento de conteúdos e atividades serão tratados com detalhes no capítulo 7 deste trabalho.

Este trabalho é parte do esforço conclamado por vários pesquisadores da área (Santos, 2002) em encontrar, propor e implementar melhorias as abordagens em EAD. As novas possibilidades de aplicação das tecnologias aos sistemas de ensino favorecem a conformação de novos ambientes cognitivos, que podem contribuir, de forma efetiva, para o estabelecimento de novas formas de pensar e de aprender.

4. Interfaces Humano-Computador

Este capítulo faz uma introdução à subárea da ciência da computação denominada Interfaces Humano-Computador (IHC), apresentando terminologias e conceitos envolvidos na mesma. O crescente interesse no projeto de interfaces do usuário é bastante claro nos mais variados tipos de sistemas, desde processadores de texto até aplicações para *web*, que oferecem inúmeras possibilidades para integração de diversos tipos de mídia para a comunicação.

No capítulo a ênfase maior será para os tópicos de projeto e avaliação de interfaces para *web*, já que o AVA proposto neste trabalho utilizou esta tecnologia em sua concepção. Buscou-se estudar recomendações de projeto e avaliação de interfaces para que o AVA proposto pudesse ser concebido de forma a atender usuários com diferentes níveis de conhecimento e experiência não importando sua área de conhecimento.

O objetivo maior é que o AVA seja utilizado com relativa facilidade por seus usuários requerendo um tempo mínimo de treinamento na utilização desse ambiente. Dessarte projetar um AVA com um elevado grau de usabilidade, que é uma medida de qualidade da interface no que diz respeito a sua facilidade de uso. Para tal foram utilizadas algumas diretrizes especificadas por autores e pesquisadores da área.

O capítulo descreve um estudo das principais recomendações e heurísticas que devem ser seguidas no projeto de boas interfaces. O número de recomendações no projeto de interfaces é relativamente grande, porém as recomendações mostradas no capítulo foram filtradas de forma a atender as características das interfaces do AVA proposto.

A organização do capítulo está estruturada da seguinte forma: a subseção 4.1 trata do histórico e das terminologias relacionadas a interface e interação; a subseção 4.2 trata do conceito de Usabilidade, que está relacionada com a qualidade das interfaces computacionais; a subseção 4.3 define as regras gerais de uma aplicação para que a mesma tenha um elevado grau de usabilidade; a subseção 4.4 descreve as principais recomendações no projeto de interfaces *web*, descrevendo como utilizar os componentes dessa interface; a subseção 4.5 descreve sucintamente as formas de avaliação de interfaces; a subseção 4.6 detalha o método de avaliação conhecido como Avaliação Heurística, que

será o método utilizado para avaliar o AVA proposto e finalmente a subseção 4.7 faz as considerações finais do capítulo.

4.1. Histórico e Definições

A cada ano, os seres humanos estão ligados ao uso de computadores e dispositivos eletrônicos; isto ocorre tanto nas atividades pessoais quanto no trabalho. A facilidade de utilização desses dispositivos já vem sendo parte do esforço despendido no projeto, tanto de software quanto de hardware, pelo simples fato de que dispositivos com interfaces ruins não são utilizados como deveriam ou simplesmente acabam tornando-se um fator determinante na hora de adquirir um produto. Interfaces mal projetadas podem ocasionar desperdício de tempo na execução de tarefas que deveriam ser simples e conseqüentemente ocasionam aumento da necessidade de treinamento.

Há fundamentação empírica que quantifica a redução de custo e aumento de produtividade com a melhora da usabilidade de uma interface. Diversos estudos (Brad, 1993 e Nielsen, 2000 e 2002) descrevem economias na escala de milhões de dólares atribuídas a melhoras decorrentes de investimento em desenvolvimento e aprimoramento de interfaces. A existência de especialistas em IHM em um projeto é apontada como um fator muito importante na melhora de facilidade de uso do produto resultante. Com base nestas importantes provas, a indústria e as organizações acadêmicas e estatais com atividades ligadas à computação têm voltado crescentemente seu interesse para esta área.

Em 1992, a ACM (*Association for Computing Machinery*) publicou um currículo de referência para cursos de graduação na área de interação homem-computador, desenvolvido pelo Grupo de Desenvolvimento de Currículo (CDG) do seu Grupo de Interesse Especial em Interação Humano-Computador (ACM SIGCHI). Na publicação é apresentada a seguinte definição “*A interação Humano-Computador é uma disciplina que diz respeito ao projeto, avaliação e implementação de sistemas de computador interativos para uso humano e ao estudo dos principais fenômenos que os cercam*” (Hewett et al., 1992).

A mesma publicação classifica a área como sendo interdisciplinar abrangendo disciplinas como: ciência da computação (aplicação, projeto e engenharia de interfaces humanas), psicologia (aplicação de teorias dos processos cognitivos e análise empírica do

comportamento do usuário de computadores), sociologia e antropologia (interações entre tecnologia, trabalho e organização) e projeto industrial (produtos interativos). Devido ao fato da interação homem-computador estudar o homem e a máquina em comunicação é necessário, ao estudioso da área, o conhecimento tanto de máquinas como do ser humano. Pelo lado das máquinas a área requer conhecimento de técnicas de computação gráfica, sistemas operacionais, linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento. Pelo lado do ser humano requer conhecimentos de teoria da comunicação, disciplinas de projeto gráfico e industrial, lingüística, ciências sociais, psicologia cognitiva e desempenho humano. Além disso, é relevante que se tenha conhecimento de métodos de projetos e de engenharia.

Para se ter uma caracterização da interação humano-computador como um campo, deve-se pensar que a área se interessa pelo desempenho conjunto das tarefas executadas pelos seres humanos e pelas máquinas; pelas estruturas de comunicação entre o homem e a máquina; pela capacidade humana de usar máquinas (incluindo a facilidade de entendimento das interfaces); pelos algoritmos e programas da própria interface; pelos conceitos de engenharia aplicados ao projeto e construção de interfaces e pelo processo de especificação, projeto e implementação de interfaces. A interação humano-computador, desta forma, tem aspectos de ciência, engenharia e projeto.

Depois de definida a abrangência e objetivos da área da interação humano-computador, pode-se passar ao estudo da interação e das interfaces que são os meios através dos quais se faz a interação entre humanos e computadores.

4.1.1. Interface

O termo interface é aplicado normalmente àquilo que interliga dois sistemas. Tradicionalmente, considera-se que uma interface homem-máquina é a parte de um artefato que permite a um usuário controlar e avaliar o funcionamento deste artefato por meio de dispositivos sensíveis às suas ações e capazes de estimular sua percepção. No processo de interação usuário-sistema a interface é o combinado de software e hardware necessário para viabilizar e facilitar os processos de comunicação entre o usuário e a aplicação. A interface entre usuários e sistemas computacionais diferencia-se das interfaces de máquinas convencionais por exigir dos usuários um maior esforço cognitivo em

atividades de interpretação e expressão das informações que o sistema processa (Norman, 1986).

Uma das definições históricas para interfaces foi a proposta por Moran (1981) que define interface como: “... *parte de um sistema computacional com a qual uma pessoa entra em contato físico e perceptivo*”. Nessa definição, Moran (1981) caracteriza que a interface com o usuário possui os componentes físico e conceitual. O componente físico é percebido e manipulado pelo usuário, por exemplo: teclas, *mouses* dispositivos sensíveis ao toque, etc., enquanto que o componente conceitual o usuário interpreta, processa e raciocina, por exemplo: as mensagens enviadas pela aplicação ao monitor de vídeo.

4.1.2. Interação

É um processo que engloba as ações do usuário sobre a interface de um sistema e suas interpretações sobre as respostas reveladas por esta interface (Souza et al., 1999). O processo de interação é descrito na Figura 4.1.

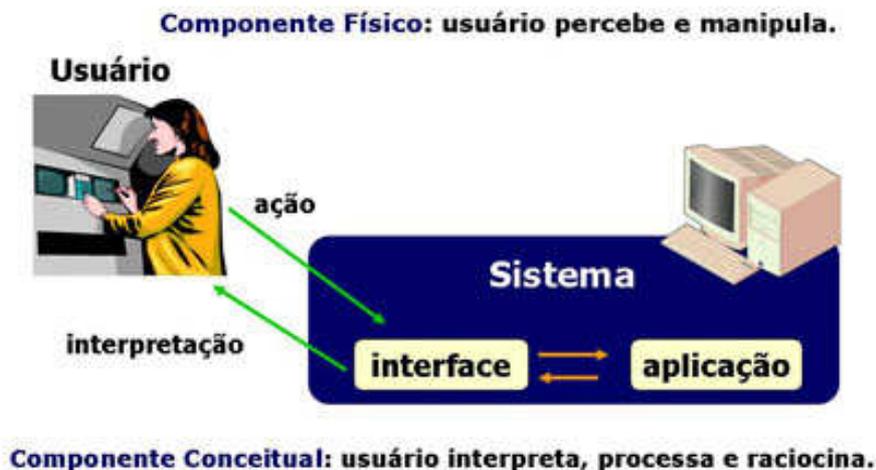


Figura 4.1 – Processo de interação Humano-Computador.

Os estilos de interação caracterizam a forma de apresentação da interface para a interação com o usuário. Os estilos de interação mais frequentemente utilizados nas plataformas computacionais atuais são: GUI (*Graphical User Interface*), e WUI (*Web User Interface*). O estilo GUI, também conhecido como interface WIMP (*Window, Icon, Menu, Pointer*) é o estilo mais popular, empregando os quatro elementos essenciais numa interface, isto é, janelas, ícones, menus e ponteiros. O estilo WUI, citado por alguns autores como interfaces *web* (Nielsen, 2000), é composto de marcações XML, folhas de estilo, linguagens de *scripting*, objetos embutidos e *plug-ins*. Este tipo de interface precisa

necessariamente de janelas GUI para ser exibido, essas janelas são conhecidas como navegadores ou *browsers*, onde várias janelas podem ser utilizadas para exibir informações.

4.2. Usabilidade

O termo usabilidade é utilizado para medir a qualidade das interfaces. Segundo Nielsen (1993), usabilidade está relacionada com facilidade de aprendizado, eficiência, facilidade de memorização, quantidade de erros e satisfação do usuário.

A usabilidade de um sistema é um conceito que se refere à qualidade da interação de sistemas com os usuários e depende de vários aspectos. Alguns destes fatores são:

- a. **Facilidade de aprendizado do sistema:** tempo e esforço necessários para que os usuários atinjam um determinado nível de desempenho.
- b. **Facilidade de uso:** avalia o esforço físico e cognitivo do usuário durante o processo de interação, medindo a velocidade e o número de erros cometidos durante a execução de uma determinada tarefa.
- c. **Satisfação do usuário:** avalia se o usuário gosta e sente prazer em trabalhar com este sistema.
- d. **Flexibilidade:** avalia a possibilidade de o usuário acrescentar e modificar as funções e o ambiente iniciais do sistema. Assim, este fator mede também a capacidade do usuário utilizar o sistema de maneira inteligente e criativa, realizando novas tarefas que não estavam previstas pelos desenvolvedores.
- e. **Produtividade:** se o uso do sistema permite ao usuário ser mais produtivo do que seria se não o utilizasse.

É importante que o projetista consiga identificar quais fatores devem ter prioridade sobre os outros, pois dificilmente será possível alcançar todos de forma equivalente (Souza et al., 1999). As decisões do projetista determinarão a forma de interação entre usuários e sistemas. A facilidade de uso é um aspecto que deve ser considerado no projeto de interfaces, porém não deve ser empregada de forma exagerada, de forma que seus usuários nunca (ou quase nunca) cometam erros e desta forma tornar o

sistema pouco flexível onde seus usuários não tenham opção de ação ou decisão. Adler e Winograd (1992) afirmam que tais sistemas são denominados de “sistemas a prova de idiotas” e advogam que novas tecnologias serão mais eficazes quando projetadas para aumentar, ao invés de substituir, as capacidades dos usuários. O desafio de usabilidade é projetar novas tecnologias que buscam explorar ao máximo as capacidades dos usuários na criação de ambientes de trabalho mais eficazes e produtivos.

Outros pesquisadores também têm ressaltado a importância dos sistemas computacionais ampliarem as capacidades do usuário. Norman (1991; 1993), um dos mais influentes pesquisadores e um dos pioneiros na aplicação de psicologia e ciência cognitiva ao *projeto* de interfaces de usuário, tem enfatizado que a tecnologia deve ser projetada com o objetivo de ajudar as pessoas a serem mais eficientes e inteligentes. Fischer (1998), por sua vez, argumenta que além de usabilidade o projetista deve buscar atingir também aplicabilidade, ou seja, a sua utilidade na resolução de problemas variados. Para Fischer, todo usuário é especialista em um domínio e uma aplicação de software deve servir à sua especialidade. Neste sentido ela deve funcionar como uma ferramenta para o usuário e não presumir que o usuário é quem deve atender às exigências de peculiaridades tecnológicas.

4.3. As regras gerais para prover Usabilidade na Web

Muitos autores definem um conjunto de regras básicas que devem ser aplicadas na construção de interfaces para *web*. A seguir são listadas um conjunto de sete regras que foram compiladas de artigos e livros de diversos autores (Shneiderman, 1998; Nielsen, 2000; Nielsen e Tahir, 2002; Norman, 2002; Krug, 2006), estas regras são senso comum dos autores no quesito recomendações ou regras para construção de interfaces com elevado grau de usabilidade e foram filtradas para que pudessem ser aplicadas no desenvolvimento do AVA aqui proposto:

- a. **Na *web* o usuário é quem manda:** isto quer dizer que sem usuário uma página “morre logo”. É melhor tomar conta desses usuários e dar-lhes aquilo que pedem, de outra forma o *website* será abandonado.
- b. **Na *web* a qualidade baseia-se na rapidez e na confiabilidade:** é importante que as páginas sejam mais rápidas do que bonitas; mais confiáveis do que modernas e mais simples do que complexa, ou seja, diretas.

- c. **Os links são peças chaves nas interfaces web:** os *links* tornam possível que os usuários possam ir de um lugar a outro conforme sua necessidade, a navegação do *website* deve ser planejada, principalmente para não aumentar a complexidade de interação, outro aspecto importante é a monitoração constante dos *links*, convém não perder um só visitante por ter um *link* quebrado. É melhor sair com algo simples e ir complicando pouco a pouco, que tentar sair com tudo e ver “o quê é que acontece”. Pouco a pouco e com o *feedback* dos usuários, a página pode ir ganhando complexidade.
- d. **Um página boa é simples, pequena e otimizada:** é melhor produzir *websites* simples, com elementos de interação de fácil identificação do que *websites* que utilizam as últimas tecnologias disponíveis, que normalmente são pesadas e necessitam de programas auxiliares (*plugins*) para serem utilizadas.
- e. **Colocar as conclusões ao início:** O usuário sente-se mais confortável se vê os objetivos no início. Desta forma não terá de procurar aquilo que necessita e perderá menos tempo em completar a sua tarefa. Se este usuário completar sua tarefa em menos tempo sentir-se-á mais à vontade e se gostar provavelmente irá explorar todo *website* ou o recomendará a alguém.
- f. **O usuário não deve perder tempo com coisas que não precisam:** cuidado ao misturar elementos no *website*. É desejável que haja um mínimo de hierarquia no que diz respeito à navegação a partir da página principal.
- g. **Bons conteúdos:** escrever bem para a *web* é uma arte. Seguindo as regras básicas de: **a)** por as conclusões no início e **b)** escrever 25% menos do que se faria ao colocar papel, pode-se chegar longe. Ler da tela é muito cansativo, textos para a *web* devem ser breves e estruturados.

4.4. Recomendações no Projeto de Interfaces para Web

A subseção anterior listou um conjunto de regras gerais relacionadas com a usabilidade de interfaces para *web*, estas regras gerais norteiam a construção de interfaces para *web*. De forma a complementar estas regras Nielsen (2000) define um conjunto de recomendações relacionadas aos principais componentes das interfaces *web* e que foram

seguidas no desenvolvimento do AVA proposto neste trabalho. Estas regras são descritas nos quadros 4.1, 4.2 e 4.3 a seguir:

Elemento da Interface	Recomendações
Páginas web	<ul style="list-style-type: none"> • preferir usar a resolução 800 X 600 (480.000 <i>pixels</i>), pois esta ainda é a resolução preferida dos usuários; • não desperdiçar espaço com elementos redundantes (ex: elementos de navegação que já existem nos próprios navegadores não deveriam estar presentes na interface); • o conteúdo deve corresponder a pelo menos 50% do espaço reservado na tela; • evitar projetar páginas que utilizem a última tecnologia disponível, pois os usuários demoram a atualizar seus navegadores.
Preenchimento de Formulários	<ul style="list-style-type: none"> • cortar questões e campos desnecessários. (por exemplo, solicitar endereço de uma pessoa que solicita uma cotação de preços, se a resposta vai por <i>e-mail</i>); • não exigir campos obrigatórios, se estes não forem absolutamente necessários. Se um campo for obrigatório ele deve vir com alguma marca que o identifique como obrigatório, por exemplo, usando cor ou um caractere como o asterisco (“*”) ao lado do campo; • permitir campos auto preenchidos onde possível; • ajustar o foco do teclado para o primeiro campo quando o formulário é mostrado; • permitir entrada flexível para telefones, cartões de créditos e similares. (alguns usuários preferem digitar dados numéricos continuamente ao invés de blocos de 3 ou 4; a formatação pode vir depois).

Quadro 4.1 - Elementos da Interface e recomendações de utilização na Web (a) (Nielsen, 2000).

Elemento da Interface	Recomendações
Uso de Cores	<ul style="list-style-type: none"> • agrupar diferentes tipos de informação na página na <i>web</i>, se possível agrupar em pequenos números “7 mais ou menos 2” de categorias (Miller, 1956); • usar cores e ícones para atrair a atenção na página. O olho é sempre atraído por elementos coloridos antes dos elementos em preto e branco e por desenhos antes do texto; • respeitar as convenções de <i>layout</i> de leitura da informação; • quando a informação for posicionada verticalmente, alinhar os <i>links</i> por suas extremidades esquerdas (em países ocidentais); • tratar as informações respeitando sua hierarquia.
Layout	<ul style="list-style-type: none"> • as cores de uma página <i>web</i> não devem ser selecionadas de forma separada, e sim, dentro de um contexto geral; • se for usado um fundo colorido, selecionar as cores do texto de modo a obter contraste mais forte entre o texto e o fundo; • não usar várias cores em uma única página, isso distrai a atenção do usuário e causa a perda de foco na atividade principal; • usar cores monocromáticas para o texto sempre que for possível; • para agrupar elementos relacionados usar a mesma cor.
Fontes	<ul style="list-style-type: none"> • limitar o número de fontes e estilos em uma mesma página. Usar no máximo duas fontes (por exemplo, <i>Arial</i> e <i>Verdana</i>), duas inclinações (normal e itálico), dois pesos (regular e negrito), e quatro tamanhos (título principal, subtítulo, texto e nota de rodapé); • não utilizar fontes muito grandes; • usar fontes com caixas alta e baixa. Fontes com caixas alta e baixa de forma combinada são mais legíveis e compreensíveis. • usar fontes que estejam disponíveis na maioria dos sistemas operacionais, por exemplo: <i>arial</i>, <i>verdana</i> e <i>times new roman</i>.
HOMEPAGE (Página Principal)	<ul style="list-style-type: none"> • jamais animar elementos críticos da página principal, tais como logotipos, <i>slogans</i> ou títulos. Os usuários terão dificuldades em vê-los; • não utilizar componentes de interface como parte da tela, a menos que eles sejam clicáveis. Ex: uso de marcadores gráficos ao lado de texto; • não utilizar telas <i>splash</i> (telas de abertura), e evitar janelas <i>pop-up</i>. Isto irrita o usuário e muitas vezes eles passam direto por elas ou abandonam o <i>site</i>.

Quadro 4.2 – Elementos da Interface e recomendações de utilização na *Web* (Nielsen, 2000) (continuação).

Elemento da Interface	Recomendações
Navegação	<ul style="list-style-type: none"> • alocar a área de navegação principal em um local bastante destacado, de preferência imediatamente ao lado esquerdo do corpo principal da página (em países ocidentais); • não incluir um <i>link</i> ativo para <i>homepage</i> na própria <i>homepage</i>; • fornecer informações sobre o contexto em que se encontra o usuário. Utilizar barras de navegação no <i>site</i> que responda as perguntas: Onde estou? Onde estive? Onde posso ir?; • manter a uniformidade das facilidades de navegação; • manter um número de cliques reduzidos para o usuário chegar as informações que busca, por exemplo: recomenda-se três cliques para informações importantes ou freqüentemente consultadas; quatro ou cinco cliques para 80% das informações do documento e sete cliques para atingir qualquer parte do documento.
Capacidade de Busca	<ul style="list-style-type: none"> • disponibilizar um caixa de entrada para pesquisa na <i>homepage</i>, ao invés de oferecer um <i>link</i> para uma página de pesquisa; • utilizar caixas onde os usuários possam ver e editar suas consultas no <i>site</i> (o tamanho da caixa deve suportar pelo menos 25 caracteres visíveis); • a menos que pesquisas avançadas sejam regra geral no <i>site</i>, forneça pesquisa simples, se necessário forneça um <i>link</i> para acessar a pesquisa avançada ou dicas de pesquisa se existirem; • a pesquisa na <i>homepage</i> deve pesquisar no <i>site</i> inteiro. Não se deve limitar a capacidade de busca, pois os usuários pressupõem, quase sempre, que a busca é completa; • não oferecer o recurso de pesquisar na <i>web</i>, no <i>site</i>, caso os usuários necessitem disso eles usarão os seus favoritos, além de tornar a pesquisa mais complexa.
Personalização	<ul style="list-style-type: none"> • a personalização pode funcionar bem, desde que não exija nenhum esforço de configuração por parte dos usuários; • se for possível fazer recomendações relevantes, com base no comportamento anterior do usuário, eles ficarão gratos; • não disponibilizar recursos para personalizar a aparência básica da interface, é melhor concentrar-se em recursos que sejam mais eficientes para a maioria dos usuários.

Quadro 4.3 – Elementos da Interface e recomendações de utilização na *Web* (Nielsen, 2000) (continuação).

4.5. Avaliação de Interfaces

Antes de declarar um software pronto para uso, é importante saber se ele apóia adequadamente os usuários, nas suas tarefas e no ambiente em que será utilizado. Assim como testes de funcionalidade são necessários para se verificar a robustez da implementação, a avaliação de interface é necessária para se analisar a qualidade de uso de

um software. Quanto mais cedo forem encontrados os problemas de interação ou de interface, menor o custo de se consertá-los.

Um projetista não deve supor que basta seguir métodos e princípios de projeto de interfaces para garantir uma alta qualidade de uso de seu software. Além disto, também não deve presumir que os usuários são como ele próprio, e que portanto bastaria sua avaliação individual para atestar esta qualidade. Alguns dos principais objetivos de se realizar avaliação de sistemas interativos são:

- a. identificar as necessidades de usuários ou verificar o entendimento dos projetistas sobre estas necessidades;
- b. identificar problemas de interação ou de interface;
- c. investigar como uma interface afeta a forma de trabalhar dos usuários;
- d. comparar alternativas de projeto de interface;
- e. alcançar objetivos quantificáveis em métricas de usabilidade;
- f. verificar conformidade com um padrão ou conjunto de heurísticas.

Diferentes tipos de avaliação são necessários em diferentes estágios do projeto. Nos estágios iniciais onde idéias estão sendo exploradas e tentadas, muitas vezes testes bastante informais são suficientes. Outras vezes, principalmente em estágios um pouco mais avançados do processo, avaliações mais formais devem ser planejadas.

Segundo Rocha e Baranauskas (2003) de forma resumida a avaliação tem três grandes objetivos:

- a. **Avaliar a funcionalidade do sistema:** é importante observar se o sistema está adequado aos requisitos da tarefa do usuário, ou seja, permite que o usuário execute sua tarefa de modo fácil e rápido;
- b. **Avaliar o efeito da interface junto ao usuário:** tentar identificar partes da interface que quando usadas causam resultados inesperados ou geram dúvidas nos usuários;

- c. **Identificar problemas específicos do sistema:** é necessário avaliar a usabilidade das interfaces, ou seja, avaliar a facilidade de uso, identificar áreas da interface que sobrecarregam o usuário de alguma forma, etc.

Em relação a estes objetivos Rocha e Baranauskas (2003) classificam as técnicas de avaliação baseando-se em dois critérios: **a)** participação dos usuários nos testes e **b)** se a interface está ou não implementada. De acordo com o critério escolhido uma técnica de avaliação deverá ser selecionada. Se os usuários não participam dos testes a técnica mais indicada é a inspeção de usabilidade, caso contrário a técnica mais indicada denomina-se testes de usabilidade.

4.5.1. Inspeção de Usabilidade

Esta técnica pode ser utilizada em qualquer fase do desenvolvimento do sistema, estando implementado ou não. A técnica de inspeção de usabilidade pode usar quatro métodos de avaliação da interface:

- a. **Avaliação heurística:** faz uma inspeção na interface tendo como base uma lista de heurísticas de usabilidade. A avaliação heurística é uma das formas de avaliação mais utilizadas, por apresentar melhores resultados práticos, facilidade de aprendizagem, além de ter a uma excelente relação custo benéfico (Nielsen e Molich, 1990; Rocha e Baranauska, 2003);
- b. **Revisão de *guideline*:** a interface é analisada no sentido de verificar se está de acordo com uma lista de *guidelines* de usabilidade. Geralmente essa lista contém uma seqüência de 1.000 *guidelines*, o que torna o uso deste método muito raro dada a experiência que é exigida pelo revisor;
- c. **Inspeção de consistência:** a avaliador verifica a consistência dentro de uma família de interfaces, quanto à terminologia, cores, formatos de entrada e saída, *layout* e todos os outros elementos que fazem parte da interface, se o sistema possui muitas interfaces e controles este método consome muito tempo de avaliação;
- d. **Percurso cognitivo:** o avaliador simula o usuário caminhando na interface para executar tarefas típicas. O foco principal do método é avaliar as

interfaces no que diz respeito a facilidade de aprendizagem. O método recebe críticas exatamente por focar apenas um atributo de usabilidade que é a facilidade de aprendizagem, deixando de testar os demais atributos.

4.5.2. Testes de Usabilidade

Utilizam métodos centrados no usuário, como por exemplo:

- a. **Observação direta:** o avaliador está ao lado do usuário observando suas interações com o sistema, o que poder algo não muito confortável para o usuário;
- b. **Observação indireta:** o usuário pode estar sendo monitorado por uma câmera de vídeo enquanto interage com o sistema (laboratórios de usabilidade);
- c. **Elaboração de questionários sobre a utilização do sistema pelo usuário final:** este método requer a existência de uma implementação real do sistema em algum formato que pode ser desde um protótipo que simule a capacidade interativa do sistema, sem nenhuma funcionalidade, um protótipo com um número limitado de funcionalidades ou até a implementação completa do sistema.

Os testes de usabilidade geralmente consomem muito tempo dos avaliadores e é necessário um investimento razoável para sua realização.

Durante o desenvolvimento deste trabalho optou-se pela técnica de inspeção de usabilidade, apoiada pelo método de avaliação heurística. A avaliação do AVA foi feita por especialistas ligados à área da computação. Os avaliadores escolhidos foram professores universitários e projetistas de software. Os resultados da inspeção de usabilidade serão descritos no capítulo 8 deste trabalho.

A escolha do método se deu principalmente pela sua facilidade de utilização e requisitar poucos avaliadores para analisar a interface, estas e outras facilidades fazem com que este seja um método bastante utilizado por vários pesquisadores da área (Winckler, 2000; Rocha e Baranauska, 2003). Vale ressaltar que a escolha do método não impede ou invalida que testes de usabilidade sejam realizados com usuários finais numa fase posterior, muito pelo contrário a estratégia aqui adotada visa encontrar a maioria dos

problemas sob a ótica de especialistas antes que o AVA proposto seja utilizado por usuários reais. E desta forma minimizar significativamente os possíveis problemas que estes usuários encontrariam se a inspeção de usabilidade não fosse realizada. O método será detalhado na subseção 4.6 a seguir.

4.6. Avaliação Heurística

A Avaliação Heurística é um método analítico que visa identificar problemas de usabilidade na interface, baseando-se em um conjunto de heurísticas ou diretivas propostas por Nielsen e Molich (1990; 1994b). Este método envolve um conjunto reduzido de avaliadores (de 3 a 5) que examinam a interface e emitem um julgamento baseado em princípios de usabilidade. Embora simples e relativamente rápido, o método requer conhecimento do avaliador para aplicação das heurísticas.

Na fase de preparação desse método, define-se de que forma a interface será apresentada aos avaliadores: protótipo executável, uma versão da aplicação, ou até mesmo uma especificação em papel em forma de painéis. A fase de preparação também pode incluir a edição de hipóteses sobre os usuários e de um cenário de tarefas (Prates et al., 2003).

Inicialmente, os avaliadores analisam as interfaces individualmente verificando a conformidade da interface com as dez heurísticas compiladas por Nielsen (1990; 1994b):

- a. **Visibilidade do status do sistema:** O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo com *feedback* apropriado e em um tempo razoável.
- b. **Compatibilidade entre sistema e mundo real:** O sistema deve utilizar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares para ele, ao invés de termos específicos de sistemas. Seguir convenções do mundo real, fazendo com que a informação apareça em uma ordem lógica e natural.
- c. **Controle e liberdade para o usuário:** Estão relacionados à situação em que os usuários frequentemente escolhem as funções do sistema por engano e então necessitam de "uma saída de emergência" claramente definida para sair

do estado não desejado sem ter que percorrer um longo diálogo, ou seja, é necessário suporte a *undo* e *redo*.

- d. Consistência e padrões:** Referem-se ao fato de que os usuários não deveriam ter acesso a diferentes situações, palavras ou ações representando a mesma coisa. A interface deve ter convenções não-ambíguas.
- e. Prevenção de erros:** Os erros são as principais fontes de frustração, ineficiência e ineficácia durante a utilização do sistema.
- f. Reconhecimento em lugar de lembrança:** Tornar objetos, ações, opções visíveis e coerentes. O usuário não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra. Instruções para o uso do sistema devem estar visíveis ou facilmente acessíveis.
- g. Flexibilidade e eficiência de uso:** A ineficiência nas tarefas pode reduzir a eficácia do usuário e causar-lhes frustração. O sistema deve ser adequado tanto para usuários inexperientes quanto para usuários experientes.
- h. Projeto minimalista e estético:** Os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com unidades relevantes e diminui sua visibilidade relativa.
- i. Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros:** Mensagens de erro devem ser expressas em linguagem natural (sem códigos), indicando precisamente o erro e sugerindo uma solução.
- j. Ajuda e documentação:** Mesmo que seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, pode ser necessário fornecer ajuda e documentação. Tais informações devem ser fáceis de encontrar, ser centradas na tarefa do usuário, listar passos concretos a serem seguidos e não ser muito grandes. A ajuda deve estar facilmente acessível e *on-line*.

Durante a avaliação, os avaliadores registram itens da interface que não estão de acordo com as heurísticas. Para cada problema encontrado, ou seja, para cada heurística

violada, deve-se definir ainda a localização do problema (onde ela ocorre na interface) e sua gravidade (Prates et al., 2003).

Quanto à localização, o problema pode estar:

- a. Em um único local da interface;
- b. Em dois ou mais locais da interface;
- c. Na estrutura geral, de forma sistemática;
- d. Pode não estar presente na interface. A falta de alguns itens que facilitariam o uso, também pode gerar um problema de usabilidade.

A gravidade de um problema é fruto da combinação de três fatores:

- a. A frequência com que ele ocorre: é um problema comum ou raro?
- b. O impacto do problema quando o mesmo ocorre: é fácil ou difícil para o usuário superá-lo?
- c. A persistência do problema: é um problema que ocorre uma única vez e que o usuário pode superar desde que saiba que ele existe ou os usuários serão repetidamente incomodados por ele?

Em uma análise crítica sobre a utilização do método de Avaliação Heurística Winckler (2000) afirma que: o método é de fácil aprendizado; mostra-se de fácil adaptação, permitindo que os avaliadores possam criar heurísticas específicas do domínio; avaliadores tendem a dar soluções para os problemas, comentando inclusive quais restrições do uso de tais soluções, dando margem a um melhor aproveitamento dos conhecimentos do profissional; o avaliador tem total liberdade de explanação e de investigação e desta forma o avaliador pode inferir todo o seu conhecimento sobre o problema em si; a classificação dos problemas dá uma idéia clara de prioridade de solução; há uma otimização no tempo de participação dos consultores no projeto. Com tantos positivos a Avaliação Heurística é uma técnica bastante utilizada para analisar e corrigir problemas de usabilidade em interfaces (Lima, 2003).

Depois da consolidação dos resultados das avaliações e identificado os problemas de usabilidade, esses problemas devem ser classificados de acordo com sua severidade num escala que vai de 0 à 4, essa escala é detalhada na Quadro 4.4.

Grau de severidade	Tipo	Descrição
0	Sem importância	Não afeta a operação da interface
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de solução
2	Simples	Problema de baixa prioridade (<u>pode</u> ser reparado)
3	Grave	Problema de alta prioridade (<u>deve</u> ser reparado)
4	Catastrófico	Muito grave, deve ser reparado de qualquer forma.

Quadro 4.4 - Grau de severidade dos problemas de usabilidade.

Dessa forma, ao final da avaliação individual tem-se uma lista de problemas detectados, sua localização e gravidade.

Após a avaliação individual, os avaliadores se reúnem e discutem os problemas levantados em cada lista. Ao final dessa reunião, uma única lista de problemas é gerada com suas respectivas gravidades. Esse método não apresenta técnicas de correção dos problemas, porém sugere uma reunião para buscar soluções para os problemas encontrados.

A seguir apresenta-se um roteiro para aplicação de Avaliações Heurística:

- a. Caracterização dos usuários e definição das tarefas que serão avaliadas;
- b. Definição do modo de apresentação da interface;
- c. Realização das tarefas determinadas no passo **a**, baseando-se no perfil do usuário e verificando se nenhuma heurística é violada;
- d. Listagem dos problemas encontrados e classificação dos mesmos segundo local e gravidade;
- e. Reunião com outros avaliadores;
- f. Elaboração da lista final de problemas.

Vale ressaltar que o objetivo da Avaliação Heurística não é chegar a resultados estatisticamente válidos, mas se ter indicações de como melhorar a qualidade de uso da interface. Tipicamente em testes com usuários se envolve de 5 a 12 usuários (Dumas e Redish, 1999). Nielsen (2000b) por sua vez recomenda que 5 usuários participem da avaliação, pois segundo seus estudos este número apresenta a melhor relação custo-

benefício. Isto porque o teste com um usuário é capaz de identificar aproximadamente 31% dos problemas da aplicação.

Em suas pesquisas Nielsen (2000b) afirma que cada novo usuário encontra 31% de problemas, destes 31% só uma parte representa novos problemas, enquanto a outra representa problemas encontrados pelos usuários anteriores. Desta forma, a cada novo teste se reduz o número de novos problemas, e se aumenta o número de problemas já encontrados.

O número de problemas (**P**) encontrados em um teste de usabilidade é dado por:

$$P = N(1-(1-L)^n).$$

Onde **n** é o número usuários envolvidos no teste; **N** é o número total de problemas da usabilidade encontrados no projeto e **L** é a proporção dos problemas da usabilidade descobertos ao realizar os testes com um único usuário. O valor típico de **L** é 31%, este valor foi encontrado tirando-se a média dos testes realizados pelo próprio Nielsen (2000b). Traçando a curva para **L** = 31% obtem-se o gráfico ilustrado na Figura 4.2.

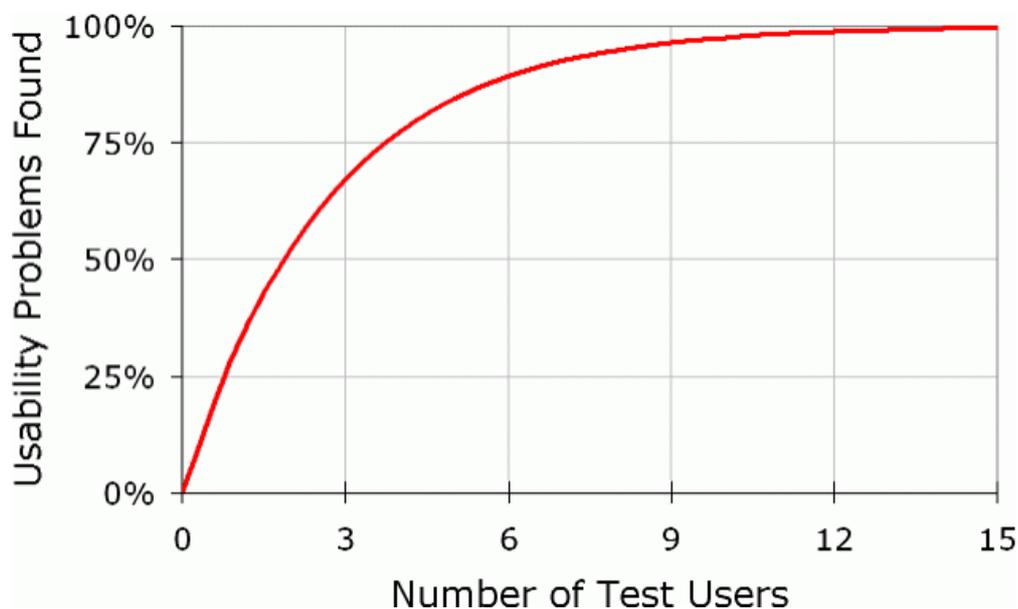


Figura 4.2 – Problemas encontrados na avaliação X número de avaliadores (Nielsen, 2000b).

Com 5 usuários é possível encontrar aproximadamente 85% dos problemas da aplicação e o benefício dos novos erros encontrados vale o custo do teste executado. A Figura 4.2 ilustra a relação custo/benefício dos testes em função dos números de problemas encontrados e do número de testes executados. Nos casos onde a aplicação destina-se a

usuários de perfis distintos, é recomendável que para cada perfil identificado se faça a avaliação com 3 (três) usuários. Isto porque muitas vezes usuários de perfis distintos identificam os mesmos problemas.

Nielsen (2000b) ressalta ainda que, embora um teste com 15 usuários permita potencialmente que se encontre todos os problemas de uma aplicação (ver Figura 4.2), vale mais a pena fazer três testes com 5 usuários do que um com 15. Isto porque em testes com 15 usuários, todos os problemas poderão ser encontrados, mas a solução a ser desenvolvida após o teste não será avaliada e pode conter novos problemas. Em contrapartida três testes com 5 usuários, permitirá que se encontre potencialmente 85% dos problemas da aplicação no primeiro teste. A solução desenvolvida será também avaliada, e 85% dos problemas desta nova solução, sejam eles inseridos pela nova solução, sejam eles já existentes na versão anterior, mas não detectados pelo teste anterior, serão descobertos. Assim, incrementalmente se caminha para uma melhor solução final. Os quadros 4.5, 4.6 e 4.7, a seguir, mostram um exemplo de questionário de Avaliação Heurística.

1. Visibilidade do status do sistema	
Verificação: Os usuários são mantidos informados sobre o progresso do sistema com apropriado feedback em um tempo razoável?	Grau de severidade <input type="checkbox"/> Sem importância - 0 <input type="checkbox"/> Cosmético - 1 <input type="checkbox"/> Simples - 2 <input type="checkbox"/> Grave - 3 <input type="checkbox"/> Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	
2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	
Verificação: O sistema utiliza conceitos e linguagem familiar com o usuário em vez de termos orientados ao sistema? O sistema utiliza convenções do mundo real, exibindo informações com uma ordem lógica e natural?	Grau de severidade <input type="checkbox"/> Sem importância - 0 <input type="checkbox"/> Cosmético - 1 <input type="checkbox"/> Simples - 2 <input type="checkbox"/> Grave - 3 <input type="checkbox"/> Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	
3. Liberdade e controle do usuário	
Verificação: Os usuários podem fazer o que querem quando querem?	Grau de severidade <input type="checkbox"/> Sem importância - 0 <input type="checkbox"/> Cosmético - 1 <input type="checkbox"/> Simples - 2 <input type="checkbox"/> Grave - 3 <input type="checkbox"/> Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	

Quadro 4.5 - Heurísticas de Nielsen – Exemplo de questionário de avaliação.

4. Consistência e padrões	
Verificação: O projeto de elementos como objetos e ações tem o mesmo significado ou efeito em diferentes situações?	Grau de severidade () Sem importância - 0 () Cosmético - 1 () Simples - 2 () Grave - 3 () Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	
5. Prevenção contra erros	
Verificação: Os usuários podem cometer erros dos quais bons projetos poderiam prevenir?	Grau de severidade () Sem importância - 0 () Cosmético - 1 () Simples - 2 () Grave - 3 () Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	
6. Reconhecimento em lugar de lembrança	
Verificação: Os elementos de projeto como objetos, ações e opções são possíveis? O usuário é forçado a lembrar informações de uma parte do sistema para outra?	Grau de severidade () Sem importância - 0 () Cosmético - 1 () Simples - 2 () Grave - 3 () Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	
7. Flexibilidade e eficiência de uso	
Verificação: As tarefas de usuário são eficientes e podem se adaptar ao gosto do usuário em suas ações mais frequentes ou ele utiliza atalhos?	Grau de severidade () Sem importância - 0 () Cosmético - 1 () Simples - 2 () Grave - 3 () Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	
8. Projeto minimalista e estético	
Verificação: Os diálogos contêm informações irrelevantes ou raramente necessárias?	Grau de severidade () Sem importância - 0 () Cosmético - 1 () Simples - 2 () Grave - 3 () Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	

Quadro 4.6 - Heurísticas de Nielsen – Exemplo de questionário de avaliação (continuação).

9. Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros	
Verificação: As mensagens de erro são expressas em linguagem simples (sem códigos) descrevendo exatamente o problema e sugerindo uma solução?	Grau de severidade () Sem importância - 0 () Cosmético - 1 () Simples - 2 () Grave - 3 () Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	
10. Ajuda e documentação	
Verificação: São fornecidas apropriadas informações de ajuda, e estas informações são fáceis de procurar e de focalizar nas tarefas do usuário?	Grau de severidade () Sem importância - 0 () Cosmético - 1 () Simples - 2 () Grave - 3 () Catastrófico - 4
Descrição do problema (se encontrado):	

Quadro 4.7 - Heurísticas de Nielsen – Exemplo de questionário de avaliação (continuação).

4.7. Considerações Finais do Capítulo

O desenvolvimento de boas interfaces acrescenta uma complexidade significativa à implementação de qualquer software e as pesquisas no campo das Interfaces Humano-Computador (IHC) têm contribuído para seu aperfeiçoamento. Com a expansão tecnológica, diferentes formas de interação estarão sempre surgindo, e exigindo cada vez mais estudos nesta área para atender um mercado cada vez mais informatizado e dinâmico.

O capítulo buscou fazer uma síntese das recomendações propostas por vários autores da área no que diz respeito ao projeto de interfaces, o estudo dessas recomendações ajudou na elaboração do AVA aqui proposto, principalmente porque o mesmo possui uma estrutura genérica que pode ser aplicada na maioria das instituições de ensino. Para ter essa flexibilidade as interfaces do AVA foram elaboradas segundo critérios de usabilidade para tentar atender a maioria de seus usuários.

Além das recomendações citadas e aplicadas ao AVA em questão, o capítulo buscou mostrar alguns métodos de avaliação de interfaces, dando ênfase as Avaliações Heurísticas, uma vez que estas serão as utilizadas para avaliar o AVA proposto em função dos motivos já expostos nas subseções 4.5 e 4.6 deste capítulo. As avaliações foram baseadas nas dez heurísticas propostas por Nielsen e Molich (1990; 1994b), e cada uma delas será aplicada de acordo com as características do AVA.

O questionário mostrado no final do capítulo (quadros 4.5 a 4.7) servirá como base para elaboração do questionário aplicado na avaliação do AVA. No que diz respeito às heurísticas propostas, as perguntas elaboradas no questionário estarão relacionadas à execução das principais tarefas por parte dos aprendizes e formadores que utilizarão o ambiente e o resultado final da avaliação será mostrado no capítulo 8 deste trabalho.

5. Sistemas Hiperímias Adaptativos

Este capítulo descreve as principais características dos Sistemas Adaptativos (SA), Sistemas Hiperímia (SH) e a junção das duas tecnologias que formam os Sistemas Hiperímia Adaptativos (SHA). A fundamentação teórica dos SHAs servirá, principalmente, para fundamentar os capítulos 6 e 7 deste trabalho cujo AVA proposto pode ser considerado um SHA voltado para a educação, ou Sistema Hiperímia Adaptativo Educacional (SHAE).

Este capítulo está estruturado da seguinte forma: a subseção 5.1 descreve os Sistemas Adaptativos (SA); a subseção 5.2 detalha os Sistemas Hiperímia (SH); a subseção 5.3 é dedicada aos Sistemas Hiperímia Adaptativos (SHA) descrevendo sua arquitetura e vantagens; a subseção 5.4 trata da classificação das formas de adaptação em SHAs; a subseção 5.5 trata da modelagem do usuário que é o elemento chave no processo de adaptação em interfaces; a subseção 5.6 é dedicada aos SHAs Educacionais (SHAE) descrevendo suas características e as direções de pesquisa nessa área; o capítulo encerra-se na subseção 5.7 com as considerações finais.

5.1. Sistemas Adaptativos (SA)

Segundo o dicionário Aurélio (Ferreira, 2004), o termo adaptar significa *“amoldar, ajustar, conformar, tornar mais acessível ao público a que se destina”*. Sistemas adaptativos atuam em ambientes dinâmicos, ou seja, monitoram o ambiente e obtém alterações em relação às suas mudanças. Os Sistemas Adaptativos (SA) alteram o seu conteúdo ou aparência de acordo com o perfil do usuário que o utiliza.

SA são aqueles que podem alterar aspectos de sua estrutura, funcionalidade ou interface para acomodar as necessidades e diferenças individuais de quem os utiliza (Benyon et al., 1987; 1988; 1993). Os primeiros sistemas apareceram nos anos 50 e mostravam o conhecimento de forma linear, ou seja, nenhum fator poderia mudar a ordem estabelecida da instrução pelo programador (Loinaz, 2001). No fim dos anos 60 e início dos anos 70 surgiu o interesse pelos sistemas adaptativos que se preocupam com a adaptação dos sistemas às necessidades de seus usuários.

Nos anos 80 com o surgimento do estudo da inteligência artificial, deu-se início o desenvolvimento dos SA para a educação, conhecidos como Sistemas Tutores Inteligentes.

Segundo Benyon e Murray (1987; 1988; 1993), (Loiñaz, 2001) e Leitão (2003) os elementos comuns na arquitetura da maioria dos SA são:

- a. **Modelo do Usuário:** contém as características e as preferências individuais dos usuários do sistema. De acordo com o modelo, as informações sobre o usuário podem ser modificadas ou manipuladas pelo próprio usuário ou o sistema poderá fazer recomendações de acordo com o comportamento previamente monitorado do usuário. O sistema tenta inferir quais os objetivos e interesses do usuário e utiliza este conhecimento para facilitar a interação usuário-sistema.
- b. **Modelo de Domínio:** Define os aspectos da aplicação que podem ser adaptados a novas situações ou necessários para a operação do sistema. Os assuntos relacionados com o que vai ser utilizado ficam representados neste modelo. Ele também possui a base das inferências feitas pelo sistema a partir das interações realizadas por seus usuários. Esta base nada mais é que um conjunto de regras utilizadas para descobrir ações que o sistema deve tomar.
- c. **Modelo da Interação:** Descreve as adaptações reais que o sistema faz. Uma interação pode ser vista como uma situação onde um usuário troca "experiências" com o sistema. A informação coletada nesse monitoramento pode ser utilizada para se fazer inferências sobre o usuário e como consequência disparar novos aspectos da aplicação ou modificar aspectos existentes, caracterizando assim a adaptação do sistema. Os dados coletados devem ser armazenados e representados de alguma forma em uma base de conhecimentos. Os modelos do usuário e do domínio determinam o que pode ser inferido a partir da base.

5.2. Sistemas Hipermissão

Os sistemas computacionais tradicionais oferecem uma estrutura de acesso relativamente limitada, normalmente hierárquica e de acesso linear, no entanto existe uma série de aplicações que requerem interfaces com sofisticados recursos de interação. Uma das bases tecnológicas para prover tais recursos está nas aplicações hipermissão, que provêm uma estrutura de interação flexível, cuja principal característica está na forma de

acesso não-linear, acrescentando o conceito de profundidade na interação, ou seja, as informações podem ser buscadas em diversos níveis de acordo com a necessidade de seus usuários. Os sistemas que implementam tais características são conhecidos como Sistemas Hipermídia (SH).

A compreensão dos SH passa pela compreensão do conceito de hipertexto e para melhor entender o conceito de hipertexto pode-se fazer uma comparação com os textos tradicionais impressos em papel, que são essencialmente seqüenciais, o que significa dizer que existe apenas uma seqüência linear que determina a ordem em que o texto pode ser lido (Nielsen, 1990). Ao contrário dos textos tradicionais, os hipertextos rompem com a linearidade de acesso às informações. As informações ficam organizadas em forma de rede semântica com os nós contendo certa quantidade de texto e conectados por *links* semânticos, denominados dessa maneira porque representam o relacionamento semântico entre os nós envolvidos na conexão (Conklin, 1987). Os *links* são operacionalizados por meios de palavras, frases ou áreas específicas dos hipertextos que quando acionadas levam à apresentação do nó associado correspondente. A Figura 5.1 ilustra uma possível organização de um sistema de hipertexto típico.

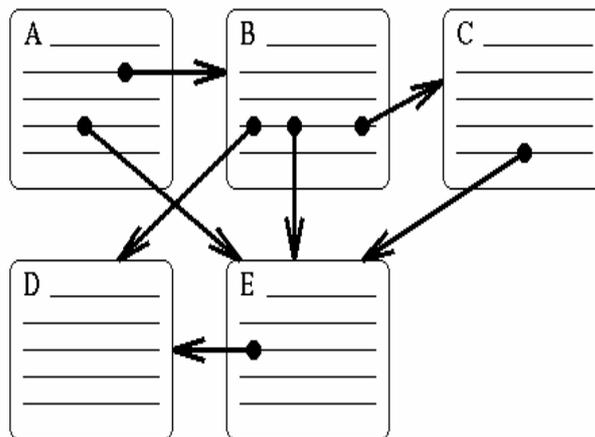


Figura 5.1 - Diagrama simplificado de um hipertexto.

Com o avanço da tecnologia dos computadores, o conceito de hipertexto evoluiu para comportar outros tipos de mídia, tais como: vídeo, áudio, gráfico, animação e foto. O termo utilizado para representar essa evolução foi o de Hipermídia (Chaves, 1991).

5.2.1. Estrutura Básica de um SH

Um sistema hipermídia típico contempla três elementos básicos:

- a. **Conteúdo:** refere-se às informações contidas no sistema, estas informações podem ser textos, imagens, vídeos, animações, etc.;
- b. **Forma de navegação (estrutura) sobre o referido conteúdo:** representa a forma de organização do conteúdo com a especificação de quais itens poderão ser vistos, em que ordem eles deverão aparecer e como eles se relacionam;
- c. **Forma de visualização (apresentação) do conteúdo e da estrutura de navegação:** define os atributos de apresentação da interface tais como: cores, tipos e tamanhos das fontes que são utilizados para representar conteúdo e estrutura.

A Figura 5.2 ilustra por meio de um mapa conceitual⁴ como estes elementos se relacionam.

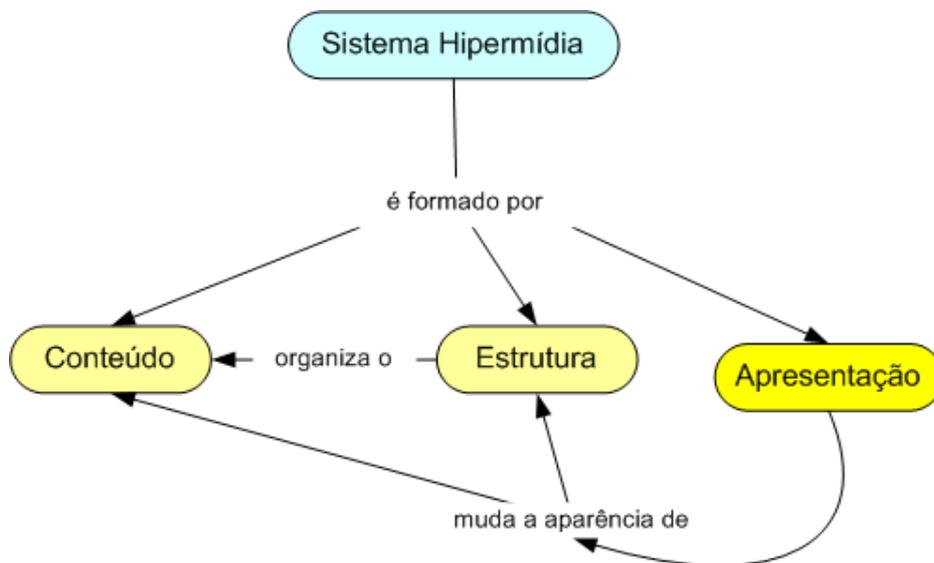


Figura 5.2 – Mapa Conceitual da estrutura de um Sistema Hipermídia.

⁴ Mapas conceituais são representações não-lingüísticas que auxiliam nos processos de ensino e de aprendizagem assim como na representação do conhecimento (Novak & Gowin, 1984).

5.2.2. Problemas em SH

Em SH o controle de navegação e conteúdo fica sob responsabilidade total de seus usuários. É o próprio usuário quem seleciona como será a navegação sobre os conteúdos disponibilizados pelo sistema. É desta forma que se comporta a maioria dos sistemas atualmente existentes na *web*. Como as escolhas de conteúdo e navegação são feitas pelo próprio usuário, muito frequentemente estes usuários ficam propensos em se perder no hiperespaço durante a navegação enfrentando problemas de desorientação, decisões pobres, escolhas erradas, aprendizado falho ou errôneo devido a grande variação de capacidade navegacional individual. Outro problema constatado é a falta de auxílio navegacional nas diferentes hipermídias nesse hiperespaço (Mann, 1999).

A desorientação surge da necessidade do leitor saber em que ponto da rede está, de onde veio e para onde ir. Sumários com os números dos nós, índices com palavras-chave e páginas marcadas são estratégias usadas para apoiar à navegação. Em documentos grandes, tais estratégias são praticamente inúteis, sendo necessários recursos mais eficientes. O usuário tem sobrecarga mental suplementar ao tomar contínuas decisões sobre quais ligações seguir e quais descartar, dadas às escolhas disponíveis.

5.3. Sistemas Hipermídia Adaptativos

No início da década de 90 surgem os primeiros trabalhos sobre Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA), porém o interesse dos pesquisadores do mundo todo pelo assunto só se deu com a expansão da internet. Principalmente devido às características da internet como ferramenta de acesso fácil a um vasto repertório de assuntos.

Outro fator que deve ser levado em conta também é o grande número de pesquisas realizadas antes de 1996, formando uma base sólida para as demais pesquisas por meio de propostas de diversos métodos e técnicas a serem aplicados em SHAs.

A partir de 1996, diversos pesquisadores começaram a interagir e trocar idéias por meio de conferências de Modelagem de Usuário e dos primeiros *workshops* e eventos específicos da área, como o evento bienal "*International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems*".

Alguns dos métodos e técnicas de SHAs foram descritos por Brusilovsky (1996 e 1997) e ratificados por Palazzo (2000), estes trabalhos apresentam uma classificação inicial quanto à forma de adaptação. Esta classificação será detalhada na subseção 5.4 deste capítulo.

Segundo Brusilovsky et al. (2001) a base dos SHAs está nos Sistemas Hiperfídia e nos Sistemas Adaptativos originando a partir desses componentes cinco áreas de aplicação: Sistemas Hiperfídias Educacionais (SHAE); Sistemas Hiperfídia Institucionais; Sistemas de Informação *On-line*, Sistemas de Ajuda *On-line* e Sistemas de Recuperação de Informação como mostra a Figura 5.3.

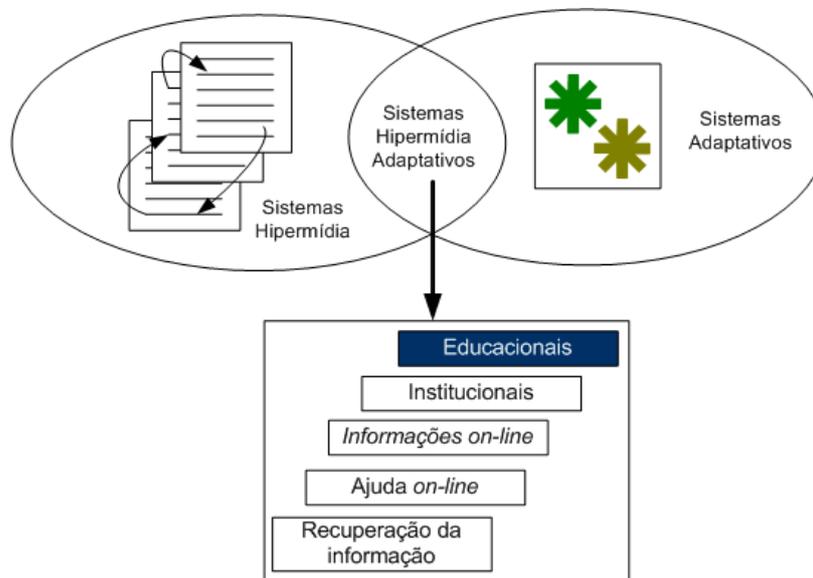


Figura 5.3 – Origem dos SHAs e suas principais áreas de atuação.

A área relacionada aos SHAE, vem recebendo uma forte atenção da comunidade científica e é um dos focos abordados neste trabalho. A subseção 5.6 deste capítulo descreve as características destas aplicações com maiores detalhes.

Os SHAs surgem como uma alternativa para diminuir a lacuna existente entre a grande quantidade de informação que compõe um documento hiperfídia e a forma de apresentação destas informações. SHAs constroem um modelo dos objetivos, preferências e conhecimentos de cada usuário e utilizam esse modelo na interação usuário-sistema visando adaptar-se às necessidades de cada usuário (Brusilovsky, 1996, 1997). SHAs vêm sendo utilizados em diversas áreas de aplicação, principalmente onde o domínio da aplicação é grande e neste domínio existem usuários com diferentes objetivos e

conhecimentos. Dessa forma tais sistemas podem funcionar como guias, filtros de informação e ligação entre pedaços de texto e outras mídias.

A evolução das preferências do usuário e de seu conhecimento pode ser deduzida de seus acessos. Às vezes o sistema necessita utilizar questionários ou testes para ter uma impressão mais exata do estado do usuário. A maioria da adaptação, entretanto é baseada nas ações de navegação do usuário, e possivelmente também no comportamento de outros usuários (De Bra, 2000).

Para Brusilovsky (1996) e Kavcic (2002) um SHA é todo sistema que contém: sistema de hipertexto ou hipermídia; modelos do usuário, do domínio e de adaptação; e capacidade de adaptação do hipermeio com este modelo.

Para implementação de um SHA é necessária uma infra-estrutura mínima que possua os seguintes componentes: navegador (*browser*); servidor WWW para prover os elementos que compõem uma página *web* (textos, imagens, sons, vídeos, etc.); um banco de dados para criar, manter e manipular os dados que serão disponibilizados aos usuários.

Brusilovsky (1996) descreve o modelo clássico de adaptação em SHAs. O funcionamento geral do modelo é um ciclo. Primeiro o sistema coleta ou recebe dados do usuário; em seguida ele processa os dados resultando em um modelo conceitual (por exemplo, o modelo de usuário); finalmente o processamento do modelo gera os conteúdos adaptados, a Figura 5.4 ilustra este processo.

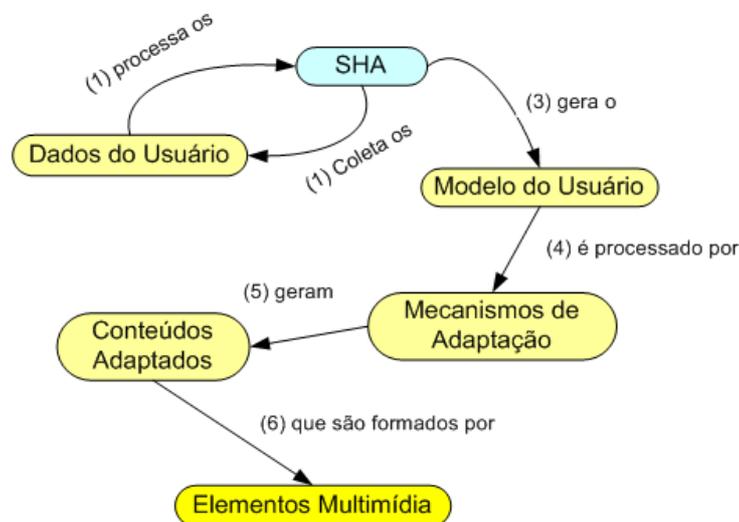


Figura 5.4 - Ciclo clássico dos sistemas adaptativos.

A modelagem do usuário é a fase onde o sistema, após ter coletado os dados do usuário, os incorpora ao seu modelo. Nessa fase ocorre o mapeamento dos eventos ocorridos na interface do sistema para um modelo que representa as características de cada usuário.

Sempre que o modelo do usuário é alterado, o sistema passa a considerar as alterações, visando estabelecer as adaptações devidas. A etapa de adaptação disponibiliza ao usuário novas opções de interação com o sistema por meio de possíveis alterações na interface, representando o novo estado do modelo do usuário.

O modelo proposto por Brusilovsky (1996) é cíclico, onde a cada nova interação, outros processos de modelagem e adaptação ocorrem, proporcionando uma nova interação com o sistema, prosseguindo continuamente até o fim da sessão do usuário.

5.3.1. Arquitetura básica de um SHA

Ainda não existe um modelo clássico para SHA amplamente aceito. Apesar disso, parece haver um consenso mínimo quanto a uma estrutura genérica (Brusilovsky, 1996; Henze e Nejd, 2000; Palazzo, 2002) como mostra a Figura 5.5.

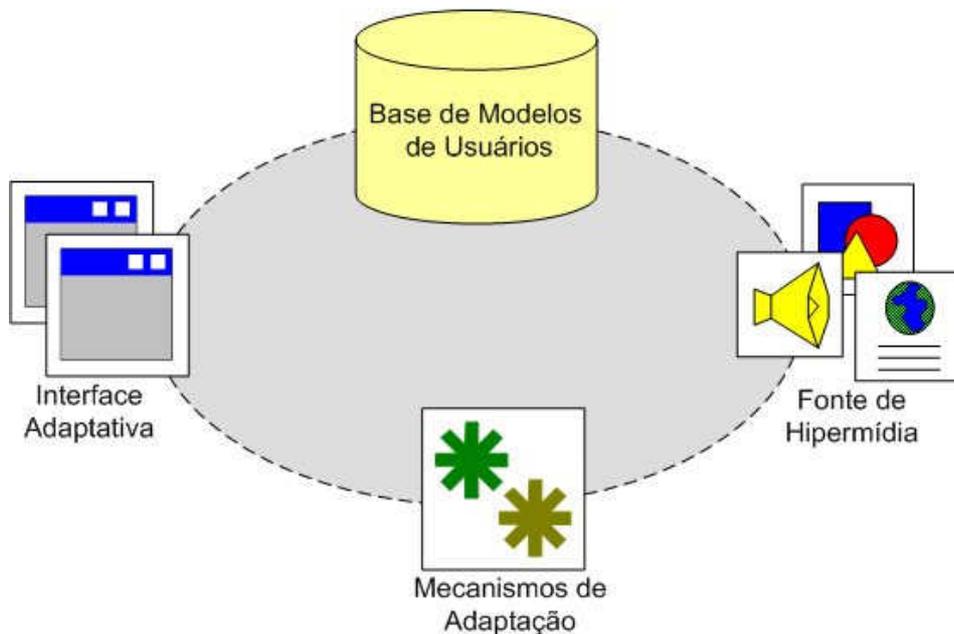


Figura 5.5 – Arquitetura Básica de um SHA (Palazzo, 2002).

Os elementos fundamentais de todo SHA são: a interface, a base de modelo do usuário e a fonte de hipermídia (*links*, imagens, vídeo, etc., além de todo conteúdo que

puder ser recuperado da internet), esses três componentes se integram de forma cooperativa como mostrado na Figura 5.5. As interações do usuário com o sistema ocorrem através da interface adaptativa que executa dois processos de grande importância: a apresentação de conteúdos e navegação que são adaptados ao modelo do usuário e a coleta de informações relevantes para manter o modelo de usuário sempre atualizado.

A interface é construída a partir das informações sobre o usuário armazenadas na base de modelo do usuário. Para compor o modelo do usuário é necessário conhecer as características de cada usuário da aplicação, estas características podem ser capturadas de várias fontes, desde dados cadastrais até a navegação observada do usuário enquanto interage com sistema. Estas características irão compor o modelo do usuário que é armazenado em uma base de modelos de usuários.

O modelo do usuário comporta-se como um filtro para os conteúdos e a estrutura de navegação do SHA, uma das características desse modelo é que ele é dinâmico, ou seja, sofre mudanças à medida que o usuário interage com o sistema, tornando a adaptação mais precisa ao longo do tempo uma vez que a cada nova sessão esse modelo é atualizado.

A base de modelos de usuário é uma das principais componentes dos SHAs, por meio dessa base de modelos o sistema pode fazer recomendações personalizadas, identificar usuários com interesses em comum além de poder disponibilizar diversas informações estatísticas.

5.3.2. Vantagens na utilização de SHAs

- a. SHAs tentam antecipar as necessidades e desejos do usuário, usando o modelo do usuário para gerar textos condicionais e adaptar a estrutura de links e conteúdos (Bra e Calvi, 1998);
- b. Sistemas hipermídia convencionais oferecem algumas páginas hipermídia e conjuntos de ligações para todos os usuários, enquanto que muitos usuários necessitariam de um tipo de informação diferenciada. Os usuários deveriam ter, a seu dispor, as informações que realmente procuram, em lugar de um conjunto de ligações não relevantes para o momento, aumentando desta forma o seu esforço para guardar caminhos e telas. A maneira de superar este problema é usar a informação do usuário que está representada em seu modelo

de usuário, para adaptar a informação e ligações inicialmente apresentadas ao leitor (Apresentação Adaptativa) (Brusilovsky et al. 1996b; Linard e Zeiliger, 1996);

- c. Mecanismos de Adaptação minimizam o problema do usuário de ficar "perdido no hiperespaço", problema comum nas grandes hipermídias. Sabendo os objetivos do usuário, um SHA pode oferecer apoio à navegação, limitando seu espaço de navegação e oferecendo comentário nas ligações visíveis ou sugestões de qual ligação seguir (Brusilovsky et al. 1996; Linard e Zeiliger, 1996);
- d. A utilização de SHAs pode significar um salto qualitativo na educação tendo em vista que oferecem facilidades como: aprendizagem individualizada, trabalho cooperativo, facilidade de manipular as informações armazenadas em diferentes mídias propiciando uma aprendizagem multisensorial, desenvolvimento de espírito crítico e novas perspectivas para o trabalho do formador (Santibañez e Fernandes, 1998);
- e. A personalização na *web* acompanha o usuário, esteja ele onde estiver; com conteúdo já direcionado pelo próprio sistema, e conseqüente redução no tempo gasto em buscas pelo conteúdo desejado; redução do tráfego de informações na rede, visto que apenas o conteúdo personalizado será transmitido e finalmente a satisfação por parte do usuário, ampliando e facilitando a usabilidade do sistema (Lima, 2002).

5.4. Taxonomia das Formas de Adaptação em SHAs

Como visto na subseção 5.2 a estrutura básica de um SH é formada por: conteúdo, estrutura e apresentação. Os SHAs utilizam métodos e técnicas para facilitar a interação com os usuários, estes métodos e técnicas têm por objetivo adaptar a estrutura básica de um SH às necessidades individuais de seus usuários, e classificam-se em: *adaptação de conteúdo*, *adaptação da estrutura (navegação)* e *adaptação na estética* que serão destacadas a nas subseções a seguir (Brusilovsky et al., 1996, 2001; Kobsa et al., 2001 e Koch, 2001).

5.4.1. Adaptação de Conteúdo

De forma resumida a adaptação de conteúdo consiste, essencialmente, em prover conteúdos adicionais, comparativos ou alternativos, além de habilitar ou desabilitar partes desses conteúdos para os usuários de um SHA de acordo com o seu perfil (Gasparini, 2001, 2002).

Na literatura de SHAs foram encontrados vários métodos aplicados na adaptação de conteúdo, cada um deles com suas particularidades que estão associadas principalmente ao modelo do usuário, ou seja, de acordo com o perfil do usuário um método ou outro poderá ser aplicado, ou até mesmo a combinação de um ou mais métodos (Brusilovsky et al., 1996,2001; Kobsa et al., 2001; Koch, 2001 e Palazzo, 2002).

A proposta da adaptação de conteúdo (Brusilovsky et al., 1996, 2001 e Kobsa, 2001) é muito interessante, porém acredita-se que é uma forma de adaptação com um elevado *overhead* tanto para o SHA bem como para os especialistas (formadores) que terão a árdua tarefa de selecionar e fragmentar conteúdos de acordo com o domínio do assunto em questão para que os mecanismos de adaptação dos SHAs possam prover estes conteúdos de acordo com o perfil dos usuários. Este tipo de adaptação de conteúdo, que necessita de um alto grau de fragmentação da informação toma muito tempo tanto na estruturação do conteúdo quanto na alimentação do banco de dados do SHA, característica esta que provavelmente seria uma barreira a mais para os formadores optarem por não utilizar o sistema.

Este trabalho não descarta a adaptação de conteúdo, porém não serão utilizadas as mesmas propostas de Brusilovsky et al. (1996, 2001), Kobsa et al. (2001), Koch (2001) e Palazzo (2002) pelo motivo exposto no parágrafo anterior. O trabalho proposto fará recomendação de conteúdo, mas não de forma fragmentada, as recomendações serão feitas em forma de objetos de aprendizagem, e será o próprio aprendiz quem decidirá se deseja ou não utilizar os objetos recomendados. Maiores detalhes sobre os mecanismos de recomendação de conteúdo proposto serão detalhados no capítulo 7 deste trabalho.

5.4.2. Adaptação da Estrutura

Adaptar estrutura em um SHA é dar apoio à navegação do usuário prevenindo-os de seguir caminhos irrelevantes para suas tarefas e metas. É necessário que o sistema

conheça o modelo do usuário para sugerir de forma dinâmica a melhor apresentação de *links* na estrutura de navegação do hiperdocumento.

Os métodos de suporte para adaptação da estrutura podem ser resumidos como: condução global, condução local, suporte à orientação local, suporte à orientação global e visões personalizadas. Esses métodos de adaptação serão detalhados nas subseções a seguir.

5.4.2.1. Condução Global

O objetivo da condução global é ajudar o usuário a encontrar o menor caminho para a informação que ele está procurando ou quer aprender. A forma mais clara de oferecer condução global é, para cada passo da navegação, sugerir ao usuário os *links* mais apropriados a atingir a partir da página corrente. Outra forma de apoio à condução global é a *classificação dos links* que sugere ao usuário uma ordem de relevância (observando o modelo do usuário).

A classificação dos links consiste em ordenar o conjunto de âncoras para os *links* que são apresentados em ordem decrescente de relevância para o usuário. A desvantagem desse método (ordenação adaptativa) é que cada vez que o usuário entra na mesma página (mesmo conceito), a ordem dos *links* pode estar diferente.

Esta técnica é tipicamente usada em sistemas onde é necessário gerar uma lista de *links* para páginas. De maneira geral, duas áreas de aplicações podem utilizar essa técnica: sistemas de recuperação de informações, que classificam *links* para páginas de acordo com um critério relevante; e aplicações educacionais onde o usuário seleciona um objetivo de aprendizagem e o sistema gera uma lista de páginas para estudar, ordenada de acordo com o relacionamento de seus pré-requisitos.

Além da classificação de links, outra técnica pode ser utilizada em conjunto que é a remoção de links. Esta técnica consiste em simplesmente excluir *links* que não sejam relevantes aos interesses do usuário ou que o usuário ainda não esteja preparado para visualizá-lo (pré-requisitos). Esta técnica é freqüentemente combinada com a de *classificação de links*, porém, apenas os primeiros *links* (os mais relevantes) serão mostrados, os demais serão removidos da página.

5.4.2.2. Condução Local

O objetivo do método de condução local é ajudar o usuário em seu próximo passo de navegação, isto é, encontrar o(s) melhor(es) *link(s)* a seguir a partir da página corrente (Koch, 2001). A condução local sugere os melhores *links* de acordo com as preferências dos usuários, seus conhecimentos e seu *background*, tudo que seja importante para a aplicação. Uma forma de obter a condução local é classificar os *links* de acordo com as preferências do usuário ou/e de acordo com seu *background*.

5.4.2.3. Suporte à Orientação Local

O objetivo deste método é apoiar o usuário para que este entenda as diferentes possibilidades de navegação de uma determinada posição significativa e ajudá-lo a seguir o *link* apropriado.

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

Uma forma simples de se concretizar este método é mostrar somente os *links* relevantes para as preferências estabelecidas dos usuários. Uma forma mais popularmente empregada é a que considera o objetivo corrente do usuário. Outra forma, consiste em mostrar mais *links* para os usuários com maior experiência no hiperespaço. Os usuários novatos vêem somente um número menor de *links*, que vai aumentando à medida que sua experiência aumenta (Brusilovsky, 1996; Palazzo, 2002).

5.4.2.4. Suporte à Orientação Global

O objetivo deste método é apoiar o usuário a entender a estrutura de todo o hiperespaço e sua posição dentro dele. Em sistemas não-adaptativos isso é obtido por marcas visuais e mapas globais que auxiliam o usuário a se localizar em relação ao contexto global. Os SHAs podem oferecer um suporte maior para o usuário utilizando as tecnologias de ocultação e anotação. A anotação funciona como uma marca, uma vez que os usuários podem perceber mais facilmente as páginas já visitadas e assim reconhecer

onde está no hiperespaço. A ocultação reduz o número de *links* visíveis no hiperespaço e pode simplificar o aprendizado e auxiliar na orientação.

5.4.2.5. Visões Personalizadas

O método de Visões Personalizadas consiste em gerar e atualizar o hiperespaço de acordo com as características dos usuários. Estas visões geram interfaces dinâmicas, que na verdade reúne a combinação das técnicas de adaptação aplicadas de acordo com a característica do usuário, onde itens podem aparecer, desaparecer e evoluir. Um sistema que utiliza esse método é o BASAR, que emprega agentes de software para coletar dados dos usuários e manter a interface consistente de acordo com o que foi observado nas interações usuário-sistema (Brusilovsky, 1996). Os agentes executam pesquisas regularmente por novos itens relevantes para cada usuário e verificam também itens que não existem mais ou atualizam os mesmos baseando-se no modelo do usuário.

5.4.3. Adaptação na Estética

O objetivo da adaptação na estética da interface é adaptar o *layout* de acordo com as preferências ou necessidades dos usuários. Métodos para adaptar a apresentação auxiliam o usuário com o *layout* ou linguagem apropriados. A adaptação consiste basicamente em mudanças estéticas na apresentação da interface. Algumas dessas mudanças acontecem simultaneamente com a adaptação de conteúdo e de navegação.

Uma das vantagens das técnicas de adaptação de estrutura é que o SHA faz todo o trabalho de recomendação baseado no perfil do usuário, que vai se moldando a medida que o usuário interage com o sistema. Basicamente, o sistema precisa ser alimentado com os conteúdos, que normalmente já utilizam na modalidade tradicional de ensino e ficará a cargo do SHA a melhor forma de disponibilizá-los.

A Figura 5.6 faz um resumo das principais formas de apresentação e das técnicas utilizadas em sua implementação.

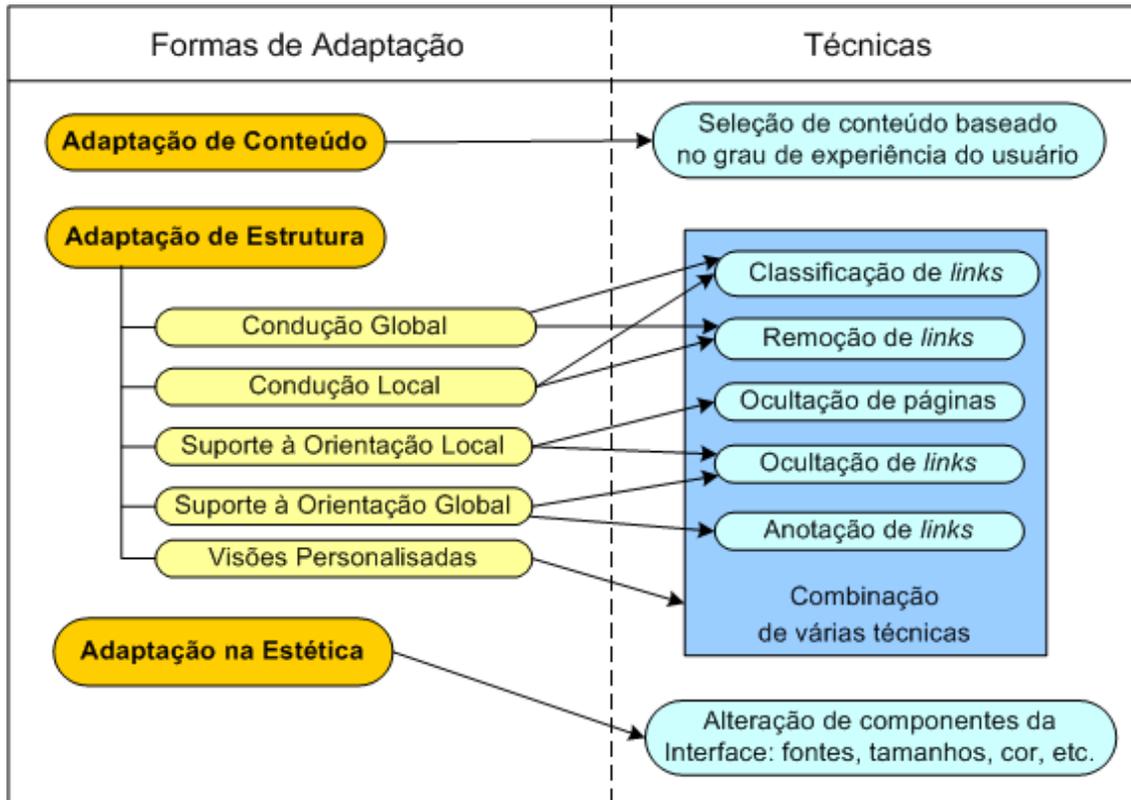


Figura 5.6 - Resumo das Formas e Técnicas de Adaptação utilizadas em SHAs.

Nesta subsecção buscou-se dar uma visão geral das formas e técnicas utilizadas em SHAs. O trabalho proposto fará uso de duas dessas formas, adaptação de conteúdo e adaptação de estrutura, apoiadas pelas suas respectivas técnicas e também propõe algumas adaptações e melhorias em algumas. Não será utilizada a forma de adaptação na estética uma vez que este recurso afeta apenas os aspectos visuais dos conteúdos e navegação já disponibilizados pelo SHA. Por ser uma forma de adaptação meramente estética não contribui de forma direta com o processo de ensino-aprendizagem que é uma das metas deste trabalho. Além disso, o uso indevido dessa facilidade poderia alterar aspectos visuais da aplicação que não seriam a melhor alternativa para os usuários, acredita-se que o aspecto visual deve ficar a cargo do projetista da interface.

5.5. Modelagem do Usuário

Segundo Palazzo (2002) há pelo menos seis características associadas a um usuário que podem ser levadas em conta por um sistema adaptativo: **a)** seu conhecimento, **b)** objetivos, **c)** história, **d)** experiência, **e)** preferências e **f)** velocidade de aprendizado. Estas características são todas de algum modo dinâmicas, tornando necessário ajustar

continuamente o modelo do usuário para garantir sua permanente atualização. A seguir comenta-se brevemente cada uma delas.

- a. **Conhecimento:** quase todas as técnicas de apresentação adaptativa utilizam o conhecimento do usuário como fonte de adaptação. Como este conhecimento é dinâmico, o sistema deve ser capaz de reconhecer as modificações no conhecimento do usuário e atualizar adequadamente o seu modelo.
- b. **Objetivos:** o objetivo do usuário é a característica mais sujeita a mudanças. Quase sempre se modifica de uma sessão para outra e freqüentemente pode mudar diversas vezes dentro de uma mesma sessão. Por exemplo, em sistemas de aprendizado os objetivos são: aprendizado geral, aprendizado específico, tarefas práticas e solução de problemas.
- c. **História e Experiência:** por **história do usuário** se quer significar toda informação relacionada com a experiência anterior do usuário, fora do assunto abordado pelo SHA que seja suficientemente relevante para ser considerada. Já por **experiência do usuário** se quer denotar a familiaridade do usuário com a estrutura e navegação no hiperespaço considerado. Segundo Vassileva (1996), isto não é a mesma coisa que o conhecimento do usuário acerca do assunto considerado. Usuários com pleno conhecimento do assunto tratado no domínio podem ser totalmente ignorantes quanto à sua estrutura e, vice-versa, também é possível que o usuário domine perfeitamente a estrutura do domínio sem, entretanto, possuir qualquer conhecimento do assunto ali tratado.
- d. **Preferências:** usuários possuem diferentes preferências, por exemplo, quanto a tipos de fonte, cores, imagens e tipos de exemplos preferidos. Essas características não podem ser estimadas pelo sistema, devendo ser informadas e sintonizadas pelo usuário. É uma informação importante para a ergonomia da interface e o conforto do usuário no processo de aprendizado. Porém o SHA pode oferecer um conjunto mínimo de elementos e conteúdos ao usuário baseado em algumas informações de seu perfil, esta informação poderia ser obtida por meio de um modelo de grupo de usuários. Um modelo de grupo poderia ser um excelente modelo inicial para um novo membro recém

chegado ao grupo. Modelos de grupos são também importantes para o trabalho colaborativo.

- e. **Velocidade de Aprendizado:** característica proposta por Henze e Nejd (2000), que identificou sua importância em sistemas educacionais. Pode ser medida utilizando testes diretos ou observando a interação do usuário com o sistema. É uma característica pessoal e uma vez estabelecida não deve se alterar com facilidade para usuários adultos.

5.5.1. Fases para o Desenvolvimento do Modelo do Usuário

Palazzo (2000) propõe três fases para o desenvolvimento do Modelo do Usuário que são descritas no quadro 5.1 a seguir:

F A S E 1	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo do público alvo do SHA para a definição de atributos e composição de perfis; • Alguns atributos comuns na a definição de um perfil são: idade, sexo, nacionalidade, grau de instrução, etc.; • Os atributos devem ser selecionados levando em conta sua importância para os objetivos do sistema.
F A S E 2	<ul style="list-style-type: none"> • Algumas informações no modelo do usuário precisam ser obtidas por vias indiretas (por exemplo: o nível intelectual do usuário); • A captura de tais informações precisa ser planejada e executada separadamente, por meio de instrumentos específicos; • Essas informações podem ser críticas para o sucesso do SHA e não podem ser ignoradas no projeto do Modelo do Usuário.
F A S E 3	<ul style="list-style-type: none"> • O Modelo do Usuário é uma entidade dinâmica e precisa ser mantido atualizado ao longo do tempo. • É importante realizar essa atualização sem ou com mínima interferência do usuário. • A interação do usuário com o sistema deve ser observada, assim como o usuário deve ter condições de manifestar facilmente ao sistema algum novo interesse, prioridade de informação, preferência, opinião, etc.

Quadro 5.1 - Fases para o Desenvolvimento do Modelo do Usuário (Palazzo, 2000).

5.6. Sistemas Hiperídia Adaptativos Educacionais (SHAE)

Os SHAE são sistemas que utilizam a hiperídia adaptativa no ensino de um determinado domínio. O objetivo maior é fazer com que o processo ensino-aprendizagem possa atingir a todos os aprendizes, respeitando suas características de aprendizado. Os aprendizes podem navegar dentro do SHAE conforme suas metas, conhecimento e preferências sem que seja necessário seguir um único caminho de aprendizado previamente determinado pelo formador (Oliveira e Fernandes, 2004).

Na falta de uma maneira uniforme de se caracterizar SHAE, Henze e Nejdí (2003) propõem caracterizá-los como SHA com algum tipo de aplicação educacional, onde os ambientes de apoio à aprendizagem são uma das principais aplicações dos SHAE.

Os SHAE devem ser vistos como uma ferramenta que facilita a comunicação entre aprendizes e formadores. É desejável que o sistema não seja a parte central do processo de aprendizagem. As necessidades do usuário devem estar em primeiro plano, desta forma o sistema deve monitorar seus usuários a fim de propor os melhores caminhos para interação.

SHAE são apoiados por várias tecnologias e normalmente são utilizados por uma comunidade composta basicamente de aprendizes e formadores. O principal objetivo a ser alcançado é facilitar o aprendizado dos aprendizes, fornecendo facilidades que apoiem a navegação dentro dos conteúdos de forma eficiente, tanto no sentido navegacional quanto em termos de alcançar os objetivos educacionais.

A partir de 1996, no âmbito da Hiperímia Educacional, começou-se a adotar a *web* como ambiente de apresentação e navegação no conhecimento. Por exemplo, o sistema ELM-ART (Weber e Brusilovsky, 2001) utilizaram técnicas de Navegação Adaptativa, descritas na subseção 5.4 deste trabalho. Essas técnicas permitiram implementar os métodos de condução local, suporte à orientação local, a partir do conhecimento e objetivos do usuário e suporte à orientação global. Basicamente, esses métodos visam fornecer ao usuário uma idéia de onde ele está dentro das possíveis páginas a serem visitadas, reduzindo-se desse modo à desorientação sentida pelo usuário ao navegar pelo domínio de conhecimento em questão.

Brusilovsky et al. (1996b) também contribuíram com o início do desenvolvimento da Hiperímia Educacional ao empregar técnicas de navegação adaptativa no sistema *Interbook*. Essas e outras técnicas contemporâneas forneceram a base para o aparecimento de variações nos sistemas desenvolvidos após 1996, e favoreceram o desenvolvimento de novas técnicas. Como, por exemplo, as técnicas de ocultação de *links* e desabilitação de *links* citadas na subseção 5.4 deste trabalho.

A principal desvantagem de um SHAE aparece quando o sistema não define corretamente suas estratégias para adaptar o conteúdo e a navegação para o aprendiz,

fazendo muitas vezes com que a interface do sistema sofra freqüentes modificações em função do modelo do usuário, que sofre modificações a cada nova descoberta sobre o usuário. Assim, quando o usuário se acostuma com a interface e se torna hábil em sua utilização, a interface muda e todo o processo de aprendizado recomeça novamente. Todavia, interfaces adaptativas podem servir para manter homogeneidade para tarefas similares e aumentar a consistência entre as aplicações.

5.7. Considerações finais do Capítulo

A desorientação do leitor e a sobrecarga cognitiva são problemas comumente relacionados à navegação em documentos hipermídia tradicionais. Como visto neste capítulo existem várias alternativas para minimizar estes e outros problemas com o uso de mecanismos de adaptação.

SHAs têm procurado incorporar um requisito muito desejável para tentar diminuir a lacuna existente entre a grande quantidade de informação que compõe um documento multimídia e sua apresentação em dispositivos com capacidades heterogêneas. Esse requisito diz respeito à presença de mecanismos que realizem a adaptação do documento, ou seja, sejam capazes de realizar algum tipo de transformação em um hiperdocumento com base nas informações extraídas do modelo do usuário.

Para Palazzo (2002) os SHAs estão cada vez mais presentes no cenário das aplicações *on-line* e distribuídas. Ao mesmo tempo, novos métodos e técnicas de adaptação surgem e se aperfeiçoam. É possível antever para estes sistemas um amplo espaço de pesquisa e desenvolvimento nos próximos tempos, tendo em vista seu potencial em diversas novas aplicações que estão surgindo agora.

Dentre tais aplicações, destacam-se as que propõem uma interação de longo prazo. Estas conseguem estabelecer um modelo mais preciso de seus usuários, retribuindo com adaptação de melhor qualidade. Enquadram-se nesta classe as aplicações educacionais, comunidades virtuais de qualquer natureza, sistemas de *marketing* dirigido, assistentes pessoais, etc.

Desenvolver SHAs capazes de promover a universalização do acesso e a personalização imediata representa hoje um grande desafio para a engenharia de software. Para vencê-lo é necessário não somente empregar modelos de grande expressividade e

capacidade inferencial, como também viabilizar a reutilização do modelo do usuário, garantindo ao mesmo tempo sua privacidade e segurança.

Uma das contribuições deste trabalho é propor um AVA que também pode ser considerado um SHA. As técnicas de adaptação que serão utilizadas serão inspiradas em técnicas já propostas por outros autores como descrita na **subseção 5.4** deste trabalho. O trabalho propõe uma arquitetura que combina as características de um AVA com um SHA, incluindo todos os elementos de um SHA clássico que são as interfaces adaptativas, mecanismos de adaptação, utilização de elementos hipermídia, modelo do usuário e modelo do domínio. O capítulo 6 detalha a arquitetura proposta bem como os seus componentes.

6. Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - ACAI

Este capítulo aborda o ambiente proposto neste trabalho denominado de Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar (ACAI). Buscou-se fazer um levantamento preliminar nos capítulos 2 e 3 sobre AVA, EAD e o conceito de Interdisciplinaridade com o objetivo principal de identificar problemas existentes nas atuais abordagens de AVAs, bem como levantar críticas e sugestões de pesquisadores da área a fim de encontrar subsídios para propor um AVA que resolva parte dos problemas encontrados nas abordagens pesquisadas e possibilite por meio de recursos computacionais integrar os conceitos relacionados com a Educação, como por exemplo: aprendizagem colaborativa e interdisciplinaridade.

O presente capítulo dará ênfase aos seguintes pontos: revisão dos problemas encontrados em AVAs; características do ambiente proposto para resolver ou minimizar os problemas listados; definição e detalhamento das entidades envolvidas e seus relacionamentos; definição e detalhamento da estrutura interna do AVA (arquitetura) e finalmente a formalização dos modelos que foram utilizados na construção do AVA. O capítulo foi estruturado como descrito a seguir: a subseção 6.1 detalha as entidades que compõem o ambiente proposto, a subseção 6.2 descreve as características do ACAI, a subseção 6.3 detalha sua arquitetura, a subseção 6.4 descreve a modelagem do ACAI por meio de três modelos formais de representação que são: os Diagramas de Caso de Uso, o Diagrama Entidade Relacionamento (DER) e o Diagrama de Modelagem de Tarefas e finalmente a subseção 6.5 faz as considerações finais do capítulo.

6.1. As entidades que compõem o ACAI

Antes de detalhar a arquitetura, o funcionamento e os processos relacionados ao ACAI, a seguir será feita uma breve descrição das principais entidades que compõem o ambiente:

- a. **Administrador:** são os usuários que terão perfil de administrador do ambiente, estes usuários poderão realizar quaisquer operações dentro do ambiente;

- b. **Instituição:** é a entidade onde reside o ambiente, tais como universidades, escolas, etc.;
- c. **Curso:** é entidade que representa os cursos existentes na instituição;
- d. **Tipo de curso:** caracteriza o tipo de curso, como por exemplo: graduação, pós-graduação, extensão, etc.;
- e. **Disciplina:** representa as disciplinas que estão relacionadas aos cursos existentes na instituição;
- f. **Turma:** representa o conjunto de aprendizes que estão ligados a um curso;
- g. **Área de conhecimento:** representa as áreas de conhecimento relacionadas a cursos e disciplinas;
- h. **Aprendiz:** conjunto formado pelos aprendizes ligados à instituição;
- i. **Formador:** conjunto formado pelos formadores ligados à instituição;
- j. **Atividade:** conjunto de atividades existentes no ambiente que podem ser disponibilizadas pelos formadores aos aprendizes;
- k. **Objetos de aprendizagem:** conjunto de materiais didáticos (que possam ser representados de forma digital) existentes no ambiente que podem ser disponibilizadas pelos formadores aos aprendizes, como por exemplo: simuladores, artigos, apostilas, notas de aula, etc.;
- l. **Comunidade:** representam as comunidades criadas pelos usuários do ambiente, sejam eles formadores ou aprendizes.

A Figura 6.1 mostra um mapa conceitual auto-explicativo com as entidades e suas relações dentro do ACAI.

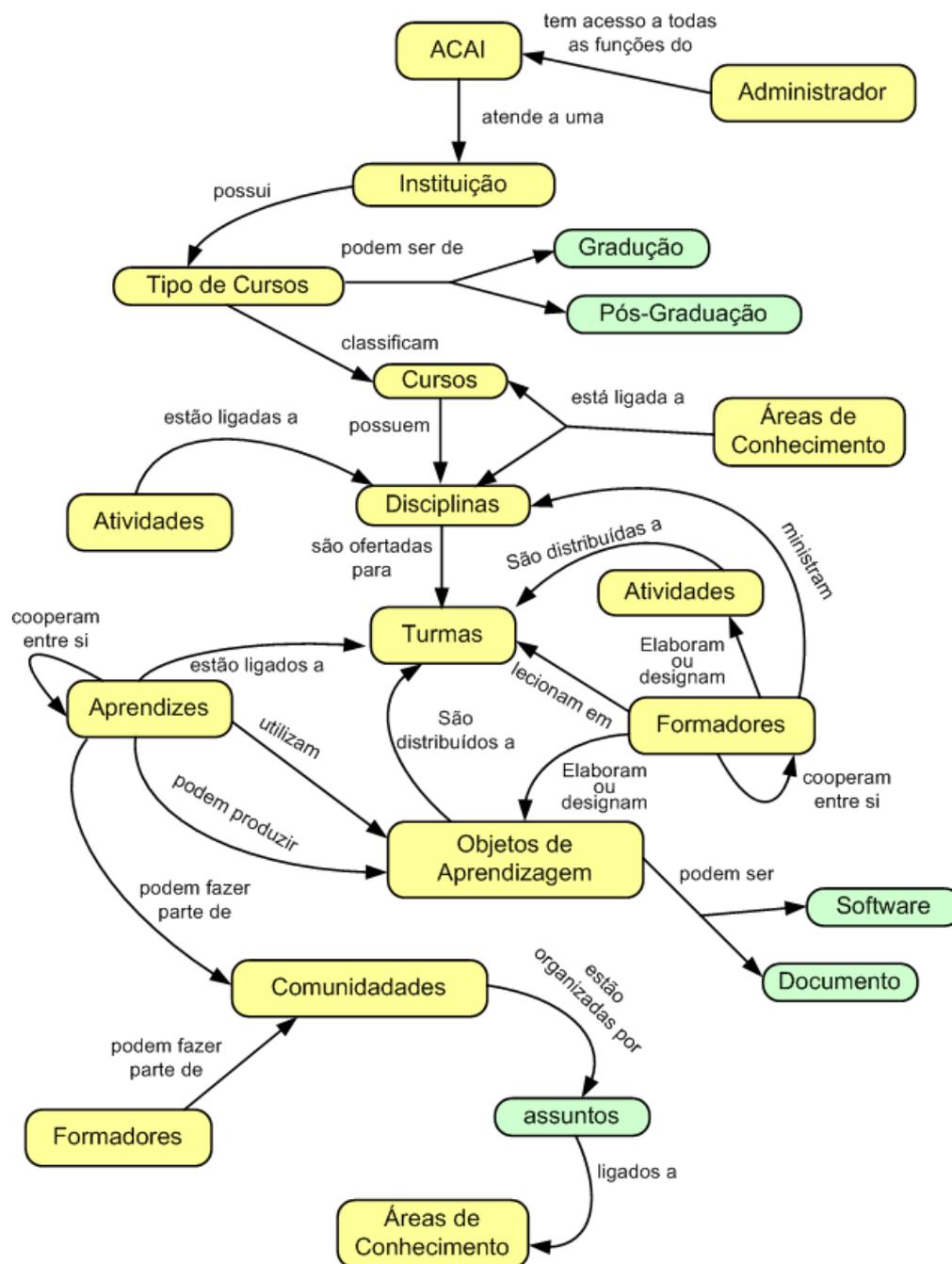


Figura 6.1 – Entidades que compõem o ACAI.

6.2. Características do ACAI

Buscando resolver e/ou minimizar os problemas citados no capítulo 1 deste trabalho, o ACAI tem por objetivo equacionar as dificuldades encontradas nas abordagens de AVAs encontradas na literatura. Vale ressaltar que o ACAI considera o desenvolvimento de cursos segundo duas abordagens pedagógicas distintas:

- a. **Cursos orientados a conteúdo:** onde o processo de ensino-aprendizagem é relacionado ao estudo de um conteúdo específico. Todas as atividades propostas estarão relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo em particular (Gava, 2002). Para dar suporte a esta abordagem o ambiente disponibiliza objetos de aprendizagem, que permitem interações entre os envolvidos no processo (aprendizes e formadores) para o esclarecimento de dúvidas, troca de informações e o desenvolvimento de atividades.

- b. **Cursos orientados a projeto:** como o próprio nome sugere, têm seu foco no desenvolvimento de um projeto de aprendizagem. Este desenvolvimento é feito em grupos de interesse. Isto possibilita que vários projetos distintos possam ser desenvolvidos de forma simultânea. Por exemplo, uma turma pode ser dividida em grupos de trabalho onde cada grupo é responsável pelo desenvolvimento de um projeto específico. Cursos orientados a projeto requerem um maior controle por parte do ambiente, com ferramentas de apoio ao processo de colaboração entre os envolvidos nos projetos.

O ACAI implementa algumas facilidades para o desenvolvimento cooperativo como um gerenciador de mensagens entre os participantes e o compartilhamento de objetos de aprendizagem com os integrantes de um grupo ou até mesmo com a própria turma. Os membros do grupo podem interagir entre si, e com seus formadores. Cursos orientados a projeto podem ou não ter material de apoio associado, a sua principal característica é que cada grupo busca seu próprio material usando diversas fontes para o desenvolvimento dos projetos, como a própria internet. Esta abordagem de curso traz normalmente como produto final a produção de artefatos que evidenciem a produção acadêmica dos aprendizes (Gava, 2002).

Os itens a seguir descrevem as principais características do ACAI:

- a. Cada aprendiz possui uma estação de trabalho. Nessa estação é possível ter acesso aos recursos compartilhados dentro do próprio ACAI, além dos recursos disponíveis na própria internet;

- b.** Utiliza filtros de conteúdo e navegação tanto para os aprendizes quanto para formadores, em função desses filtros é possível disponibilizar apenas as informações relacionadas ao perfil do usuário;
- c.** Utiliza o conceito de objetos de aprendizagem e interdisciplinaridade. Cada objeto de aprendizagem existente no ambiente estará ligado a uma área de conhecimento e a um conjunto de palavras-chave. É recomendável, para se ter qualidade de informação, que a classificação dos objetos de aprendizagem seja sempre feita por um especialista da área em questão. A partir dessa classificação os mecanismos de recomendação do ambiente farão sugestões de conteúdos/ferramentas baseando-se nas interconexões entre áreas e subáreas, tornando possível que os aprendizes extrapolem as tradicionais barreiras existentes na maioria dos AVAs.
- d.** Para solucionar o problema da cooperação na produção de conteúdos, o ACAI conta com um repositório compartilhado de conteúdos e ferramentas classificados por áreas de conhecimento, onde um formador pode disponibilizá-los relacionando a uma disciplina ou área de conhecimento. Esta produção não fica restrita apenas ao autor, todos os formadores ligados às áreas de conhecimento podem dar sugestões e fazer alterações em conteúdos já existentes de forma colaborativa. Da mesma forma os aprendizes podem colaborar com o repositório de conteúdos e ferramentas do ACAI. Sempre que um conteúdo produzido por um aprendiz for considerado de qualidade, este conteúdo pode torna-se parte do repositório do ACAI, desde que o aprendiz autorize o compartilhamento do material por ele produzido.
- e.** Reforçando a abordagem de utilização de filtros de conteúdo e navegação o ACAI utiliza um mecanismo de personalização de interfaces que identifica cada um de seus usuários e monta dinamicamente a interface baseado no perfil e comportamento dos aprendizes.
- f.** O ACAI pode ser utilizado como uma ferramenta de gestão pelos formadores e coordenadores de uma instituição uma vez que todo material produzido pelo aprendiz por meio de uma atividade, ficará armazenado em seu banco de dados. Sempre que desejar, o formador poderá acessar o perfil de cada

aprendiz e por meio de sua produção identificar, por exemplo, em que perfil profissional/acadêmico ele se encaixa e ainda verificar o rendimento de um aprendiz a partir de um período desejado.

- g.** O conteúdo disponibilizado no ACAI será direcionado ao perfil do aprendiz. A preocupação está exatamente em direcionar conteúdos de acordo com o nível em que está o aprendiz. Adicionalmente tudo que ele produzir ficará relacionado a cada disciplina cursada ou ainda em curso e poderá ser acessado de forma histórica. Toda informação a ser disponibilizada aos aprendizes será feita por um módulo de distribuição de conteúdos, onde o formador escolhe os objetos de aprendizagem e atividades que deseja designar aos aprendizes e as turmas.
- h.** Os usuários poderão criar suas próprias comunidades de aprendizagem. Para gerar conteúdos e trocar informações com outros usuários. Ao dar um nome a comunidade o ambiente fará uma verificação prévia e mostrará se já existem comunidades que tratem do mesmo tópico, ou que possuam alguma semelhança no nome. Isto irá minimizar redundâncias dentro do ambiente.
- i.** O ACAI não trata de forma diferenciada os formadores, como em muitas abordagens existentes. O processo de criação e/ou recomendação de conteúdos para o ambiente será feito de forma colaborativa, sem a necessidade de separações por perfis ou atividades desempenhadas dentro do ambiente.
- j.** Para facilitar o acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem, o ACAI possui um pequeno sistema de *workflow* que fará o controle dos fluxos de informações desde a distribuição de uma atividade, a um aprendiz ou turma, até sua entrega e avaliação final. Podendo ainda sugerir que a atividade se transforme em objeto de aprendizado pronto e acabado de acordo com uma avaliação prévia do formador.

6.3. Arquitetura proposta para o ACAI

A arquitetura proposta para o ACAI é composta de três camadas distintas: camada de interface, onde os aprendizes, formadores e administradores realizam as interações com o ambiente; os módulos de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, que contém os

mecanismos que controlam, acompanham, fazem recomendações, emitem alertas e personalizam as interfaces. Esses módulos formam a camada intermediária entre as interfaces com os usuários e os repositórios de dados do ambiente; o repositório de artefatos do ambiente, este repositório armazena todos os dados manipulados pelo AVA. A arquitetura proposta na Figura 6.2 detalha apenas os componentes que estão relacionados ao processo de ensino-aprendizagem, os mecanismos e repositórios de apoio não serão abordados. As subseções a seguir, comentam as funcionalidades de cada um dos componentes da arquitetura proposta.

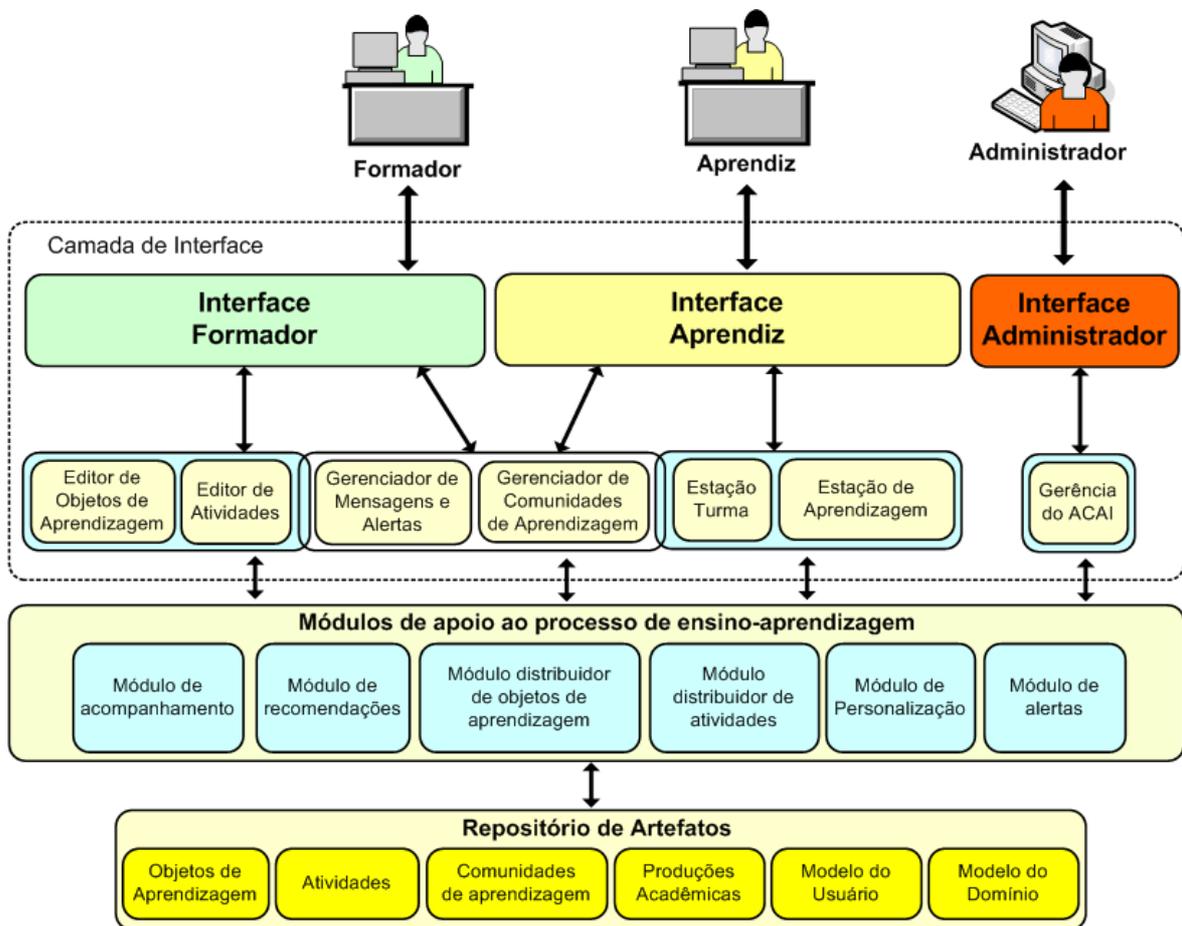


Figura 6.2 - Arquitetura proposta para o ACAI.

6.3.1. Camada de Interface

Representa as diferentes visões dentro do ambiente, estas visões são criadas a partir do perfil de seu utilizador, como formador, administrador e aprendiz. Cada visão dá acesso a um subconjunto de funções relacionadas ao perfil do utilizador. Nesta camada existe uma interseção da interface formador com a interface aprendiz, esta interseção está

representa na Figura 6.2 pelo gerenciador de mensagens e alertas e pelo gerenciador de comunidades de aprendizagem. Estes componentes têm as mesmas funcionalidades e independem da visão do utilizador por serem componentes comuns, sendo detalhados a seguir.

- a. Gerenciador de Mensagens e Alertas:** utilizado pelo formador/aprendiz para compor e receber mensagens. Estas mensagens podem ser de qualquer utilizador do ambiente ou até mesmo uma mensagem gerada por um dos mecanismos do módulo do processo de ensino-aprendizagem, tais como: uma recomendação de objeto de aprendizagem a ser utilizado, um novo conteúdo inserido, uma atividade que foi entregue, etc.
- b. Gerenciador de Comunidades de Aprendizagem:** utilizado pelo formador/aprendiz para criar ou participar de uma ou mais comunidades de aprendizagem. Permite também pesquisar quais as comunidades existentes e exhibe quais as comunidades de aprendizagem estão ligadas ao formador /aprendiz em questão.

A seguir serão detalhados de forma específica as funcionalidades das interfaces do formador, aprendiz e administrador.

6.3.1.1. Interface Formador

Permite aos formadores gerenciar objetos de aprendizagem e atividades. Nessa interface o formador tem acesso a quatro ferramentas: **a)** editor de objetos de aprendizagem; **b)** editor de atividades; **c)** módulo de consultas (objetos de aprendizagem, atividades, desempenho dos aprendizes e desempenho das turmas) e **d)** módulo de monitoramento (objetos de aprendizagem e atividades).

a) Editor de Objetos de Aprendizagem

Esta ferramenta permite que o formador crie um objeto ou simplesmente utilize um dos objetos já existentes no repositório de objetos de aprendizagem. Os objetos de aprendizagem servirão como apoio no processo ensino-aprendizagem, sejam eles ferramentas, conteúdos, vídeos, simuladores, etc. Por exemplo, um formador que irá ministrar a disciplina Banco de Dados poderá escolher previamente quais objetos deseja

utilizar no decorrer do curso. Para isso ele busca objetos relacionados à área de conhecimento em questão por meio de consultas e os disponibiliza para as turmas relacionadas à disciplina. No momento em que os aprendizes acessarem o ambiente eles terão em sua estação de aprendizagem todos os objetos associados a cada uma das disciplinas que estiverem cursando naquele ano/semestre.

O Editor de Objetos de aprendizagem permite realizar quatro operações básicas:

1. **Consulta:** permite ao formador realizar uma busca no repositório de objetos de aprendizagem para localizar um objeto que deseja utilizar ou recomendar para uma turma;
2. **Inclusão:** se depois de realizada a busca no repositório de objetos de aprendizagem o formador não encontrar o que deseja ele poderá incluir um novo objeto, que fará parte do repositório de objetos e poderá ser utilizado por outros formadores.
3. **Recomendações de melhorias:** ao encontrar um objeto de aprendizagem, que não seja de sua autoria, o formador pode recomendar modificações nesse objeto. Essas recomendações serão enviadas ao formador que criou o objeto e caso ele as aprove poderá editar o objeto implementando as modificações sugeridas.
4. **Distribuição:** ao iniciar uma disciplina o formador poderá selecionar os objetos de aprendizagem que utilizará em uma disciplina e distribuí-los as suas respectivas turmas.

São associados a um objeto de aprendizagem os seguintes atributos: a disciplina a ele relacionada; o nome do objeto; o tipo de objeto que será criado (ferramenta ou documento); palavras-chave; dados do autor; sua localização e tipo de compartilhamento. Vale ressaltar que os objetos não ficarão associados de forma rígida a um curso ou disciplina específica, essa atribuição é feita apenas para facilitar futuras buscas e por questões de desempenho no momento da pesquisa. O que classifica o objeto de aprendizagem é sua área principal de conhecimento bem como as palavras-chave a ele associadas. Isto permite que a busca dos objetos de aprendizagem seja feita por vários critérios de pesquisa.

b) Editor de Atividades

A ferramenta de edição de atividades permite que os formadores criem atividades relacionadas a uma ou mais disciplinas. O princípio de funcionamento da ferramenta é o mesmo do editor de objetos de aprendizagem, ou seja, quando uma atividade é criada ela passa a fazer parte de um repositório de atividades que pode ser utilizado por qualquer formador relacionado à área principal dessa atividade e que poderá designá-la a uma ou mais turmas.

As operações que podem ser realizadas no editor de atividades são as mesmas descritas no editor de objetos de aprendizagem com a inclusão da operação de avaliação, esta operação é utilizada para avaliar e comentar uma atividade quando entregue por um aprendiz. Os atributos associados a uma atividade são: a disciplina a ela relacionada; o seu nome; o tipo de objeto que será criado (software ou documento); e seus objetivos. Assim como no editor de objetos de aprendizagem, o que classifica uma atividade são os atributos: área principal de conhecimento e palavras-chave.

c) Módulo de Consultas: que se subdivide em: consulta de objetos de aprendizagem e atividades e consulta de desempenho dos aprendizes e das turmas.

c.1) Módulo de Consulta de Objetos de Aprendizagem e Atividades

O formador poderá realizar buscas nos repositórios de objetos de aprendizagem e atividades utilizando vários critérios que podem ou não ser combinados. Se nenhum critério for especificado a consulta é feita a partir da área ao qual o formador está ligado, ou seja, os primeiros resultados da busca serão em função do perfil do formador. Caso o formador especifique os critérios de busca estes serão utilizados como parâmetros adicionais na consulta.

c.2) Módulo de Consulta de Desempenho dos Aprendizes e das Turmas

O formador poderá visualizar o desempenho de um dado aprendiz, em uma ou mais disciplinas e por área de conhecimento, o mesmo podendo ser feito para uma turma em particular.

d) Módulo de Monitoramento de Objetos de Aprendizagem e Atividades

Este módulo permite que o formador visualize quantas vezes um dado objeto de aprendizagem ou atividade foi utilizado por um aprendiz ou turma.

6.3.1.2. Interface Aprendiz

A interface Aprendiz é a principal forma de interação dos aprendizes com o ACAI. Na arquitetura proposta, esta interface divide-se em duas, mas de fato é única. A diferença está somente na visualização da interface pelo aprendiz, se nenhuma interação foi realizada com a interface ela é denominada Estação Turma; à medida que o aprendiz interage com a estação turma, ela então sofre modificações e neste momento passa a ser denominada Estação de Aprendizagem.

Estação Turma

Exibe os objetos de aprendizagem e as atividades que foram previamente relacionados às disciplinas, essas disciplinas por sua vez estão relacionadas aos aprendizes matriculados em uma determinada turma.

À medida que utilizam a estação turma, esta tende a adequar-se às características de cada aprendiz. As interações do aprendiz são armazenadas em seu modelo de usuário, que também armazena toda e qualquer modificação feita pelo próprio aprendiz nessa estação, como por exemplo, novos conteúdos inseridos. Os elementos que compõem a interface estarão organizados de acordo com o estágio no qual se encontra o aprendiz, quanto mais um aprendiz interage com sua estação mais essa estação tende a se adaptar as suas particularidades (personalização) dando origem à estação de aprendizagem.

Estação de Aprendizagem

Após as primeiras interações com a estação turma, os efeitos das ações de cada aprendiz já podem ser observados pelos demais aprendizes após cada sessão no ambiente, estas ações refletem na estação de aprendizagem. Os módulos de apoio ao processo de ensino/aprendizagem monitoram as ações dos aprendizes para prover adaptação da interface. Um dos efeitos da adaptação na interface é, por exemplo, o posicionamento dos itens mais acessados, que estarão sendo monitorados a cada interação, e terão prioridade de apresentação sobre os outros itens existentes na interface. Esta ação contribui para aliviar a

carga cognitiva do usuário e diminuir a complexidade na interação da interface. Este recurso pode ainda ser utilizado pelos formadores para detectar o número de vezes que um dado objeto de aprendizagem ou atividade foi acessado por um aprendiz ou por uma turma.

Ao observar as interações dos aprendizes, as interfaces podem adaptar-se às necessidades identificadas pelo perfil de seu utilizador, estabelecendo padrões de uso mais adequados. Cada estação de aprendizagem terá características próprias em função principalmente de sua utilização, além é claro de receber elementos de interação de forma automática propostos pelo próprio ambiente. A idéia central é que as interfaces tenham características pró-ativas, detectando as ações do usuário no ambiente.

6.3.1.3. Interface Administrador

As interfaces administrativas são acessadas por formadores com perfis administrativos, que permitem ao seu utilizador alimentar as tabelas básicas do ambiente. As tabelas básicas são essenciais para o funcionamento inicial do ambiente. Por meio dessa interface é possível informar os detalhes de todas as entidades que compõem o ambiente tais como: dados cadastrais de aprendizes, turmas, disciplinas, formadores, áreas de conhecimento, etc.

6.3.2. Módulo de apoio ao processo de ensino-aprendizagem

É o módulo que irá auxiliar aprendizes e formadores enquanto interagem com o ambiente e é composto de sete submódulos, com funções específicas, mas que trabalham de forma integrada para disponibilizar informações de acordo com as necessidades dos utilizadores do ambiente e de seu perfil. As funcionalidades dos submódulos são descritas a seguir:

- a. Submódulo de acompanhamento (*workflow*):** responsável pelo controle e acompanhamento das atividades distribuídas aos aprendizes, desde a distribuição da atividade até a entrega da mesma para ser avaliada pelo formador;
- b. Submódulo de recomendações:** responsável por recomendar conteúdos aos aprendizes e formadores de acordo com cada perfil, sempre que um novo objeto de aprendizagem for inserido no ambiente;

- c. **Submódulo distribuidor de objeto de aprendizagem:** responsável pela entrega dos objetos de aprendizagem aos aprendizes que estão relacionados a uma disciplina/turma específica;
- d. **Submódulo distribuidor de atividades:** responsável pela distribuição de atividades, sejam estas atividades individuais ou em grupo, aos aprendizes que estão relacionados a uma disciplina/turma específica;
- e. **Submódulo de personalização:** responsável por filtrar previamente o conteúdo que será disponibilizado ao aprendiz e/ou formador de acordo com cada perfil;
- f. **Módulo de alertas:** responsável por enviar mensagens aos formadores e aprendizes, dando apoio a todos os outros módulos, estas mensagens podem ser: mensagens geradas por um aprendiz ou formador, recomendações feitas pelo ambiente, um alerta comunicando que um prazo está se esgotando para entregar uma ou mais atividades, etc.

6.3.3. Repositório de Artefatos

São todos os artefatos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem criados por formadores e aprendizes dentro do ambiente, os artefatos são descritos a seguir:

- a. **Objetos de aprendizagem:** repositório que contém todos os objetos de aprendizagem disponibilizados no ACAI, estes objetos podem ser: um software, o texto do código fonte de um programa, um artigo, um *hiperlink*, etc. Cada objeto tem um conjunto de atributos utilizados para sua classificação dentro do ACAI;
- b. **Atividades:** repositório que contém todas as atividades existentes no ACAI, podendo ser atribuídas a turmas, grupos ou aprendizes. Cada atividade do repositório está ligada a uma disciplina e pode ser visualizada ou distribuída por qualquer formador que também esteja ligado à disciplina em questão;
- c. **Comunidades:** repositório que contém todas as comunidades informais de aprendizagem do ACAI. Uma comunidade informal para o ACAI é qualquer comunidade que não seja criada por um perfil administrador, ou seja, que

tenha sido criada por um aprendiz ou formador. Nas comunidades informais os usuários definem seus nomes, o tópico principal e podem trocar informações entre os membros das comunidades;

- d. Produções Acadêmicas:** repositório que contém a produção acadêmica de todos os aprendizes do ACAI, originadas a partir de atividades concluídas pelo aprendiz. Ao final do processo de avaliação da atividade, esta passará a constar do banco de produções acadêmicas de cada aprendiz (portfólio⁵);
- e. Modelo do Usuário:** repositório que contém as características dos usuários do ACAI, e que em conjunto com o modelo do domínio provê interfaces personalizadas e faz recomendações a seus utilizadores;
- f. Modelo do Domínio:** repositório que contém as características da instituição onde reside o AVA tais como turmas, cursos, disciplinas, etc. Além de algumas regras que determinam como será feita a personalização das interfaces além de definir o funcionamento dos mecanismos de recomendação do ambiente. Os modelos do usuário e do domínio são formados pela combinação de outros repositórios que combinados fornecem informações aos mecanismos de controle para prover serviços aos utilizadores do AVA.

6.4. Modelagem do ACAI

Esta subseção descreve a modelagem do ACAI utilizando três modelos formais de representação:

- a. Diagramas de Caso de Uso (*Use Case*):** foram propostos inicialmente por Jacobson (1996) em sua metodologia de desenvolvimento de sistemas orientados a objetos OOSE. Posteriormente foi incorporado à *Unified Modeling Language* (UML) tornando seu uso uma prática freqüente na identificação de requisitos de um sistema (Booch et al., 2006 e Wikipédia, 2006);

⁵ Portfólio é um resumo das produções acadêmicas de cada aprendiz, pode ser considerado um currículo acadêmico do aprendiz.

- b. Diagrama Entidade Relacionamento (DER):** é usado para mostrar visualmente o relacionamento entre as tabelas de um banco de dados. As relações são construídas através da associação de um ou mais atributos dessas tabelas. Atualmente, diferentes versões do modelo ER são propostas por ferramentas de modelagem de banco de dados. Cada ferramenta toma por base o modelo original proposto por Chen (1976) porém utilizam diferentes notações diagramáticas e algumas extensões que variam de fabricante para fabricante.
- c. Diagrama de Modelagem de Tarefas:** baseado na notação *Concurrent Task Trees* ou resumidamente *ConcurTaskTrees* (CTT) proposto por Paternó (1997). Esta notação foi escolhida pela sua capacidade de expressão na modelagem de sistemas interativos, além de estar sendo muito difundida e utilizada pela comunidade internacional de IHC (Winckler e Pimenta, 2004).

Nas subseções a seguir faz-se um pequeno resumo sobre a notação dos modelos citados em seguida são apresentadas às respectivas notações gráficas dos modelos para modelar o ACAI.

6.4.1. Casos de Uso

O Diagrama de Caso de Uso descreve a funcionalidade proposta para o novo sistema. Um Caso de Uso representa uma unidade discreta da interação entre um usuário (humano ou máquina) e o sistema. Um Caso de Uso é uma unidade de um trabalho significativo. Por exemplo: o "login para o sistema", "registrar no sistema" e "criar pedidos" são todos Casos de Uso. Cada Caso de Uso tem uma descrição da funcionalidade que irá ser construída no sistema proposto. Um Caso de Uso pode "incluir" outra funcionalidade de Caso de Uso ou "estender" outro Caso de Uso com seu próprio comportamento. Casos de Uso são tipicamente relacionados a "atores". Um ator é um humano ou entidade máquina que interage com o sistema para executar um significativo trabalho (Booch et al., 2006 e Wikipédia, 2006).

Os elementos que compõem um caso de uso são: ator: elemento externo do sistema que sempre inicia o uso ou recebe um valor do caso de uso (representado pelo desenho de um boneco); caso de uso: serviço que o sistema fornece aos usuários

(representado por uma elipse); interação: estímulos recebidos pelo sistema (representado por uma linha com setas); e pacote: contexto aonde o caso de uso é utilizado, corresponde a uma classe ou um conjunto de classes (representado por um retângulo com uma pequena aba).

Os tipos de interação em caso de uso são: comunicação: representa quais atores estão ligados as quais casos de uso; inclusão (*uses*): um caso de uso depende obrigatoriamente de outro; extensão (*extends*): por meio de um caso de uso o outro pode opcionalmente ser acessado; e generalização (Herança): permite que um caso de uso ou ator herdem atributos e operações de outros casos de uso ou ator respectivamente.

6.4.1.1. Caso de Uso Principal

O caso de uso principal descreve os atores envolvidos na utilização do ACAI, o caso de uso genérico (validar usuário) ligado ao ator genérico (usuário ACAI), os três atores especializados (formador, aprendiz e administrador) e os pacotes ligados a cada ator (módulo de formadores, estação de aprendizagem e o módulo administrativo). A Figura 6.3 descreve este caso de uso.

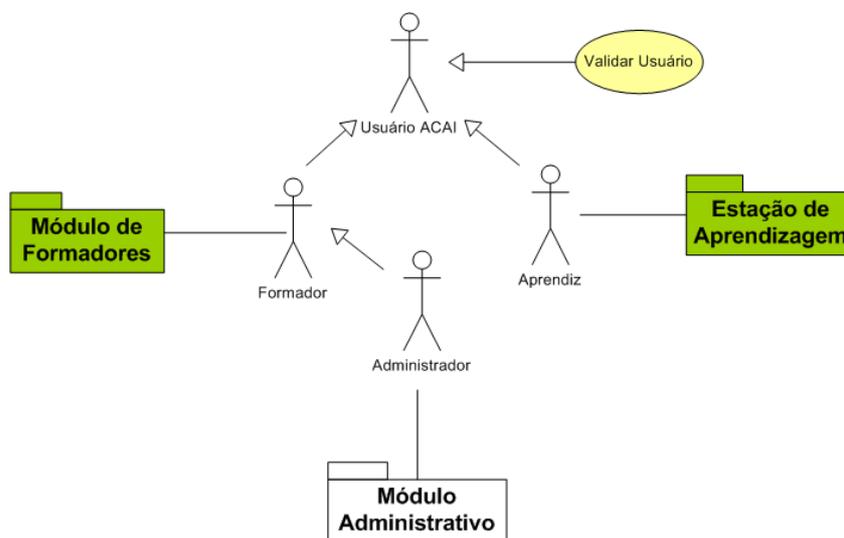


Figura 6.3 – Caso de Uso principal do ACAI.

Nas próximas subseções são detalhados os casos de uso relacionados aos pacotes acessados pelos seus respectivos atores. Este trabalho limita-se a detalhar apenas os casos de uso relacionados aos pacotes do Módulo de Formadores e Estação de Aprendizagem, por serem os casos de uso que têm maior relevância para o trabalho. Os casos de uso

relacionados ao pacote do Módulo Administrativo serão apenas demonstrados graficamente sem maiores detalhes.

Os casos de uso ilustrados nas Figuras 6.4 e 6.5 que aparecem com seus nomes sublinhados representam os casos de uso principais na interação com o respectivo ator, os outros são casos de uso periféricos vinculados aos casos de uso principais, ao qual se relacionam. As interfaces e processos envolvidos nos casos de uso que envolvem os atores Formadores e Aprendizes serão detalhados nos capítulo 7 e 8 deste trabalho.

6.4.1.2. Casos de Uso do Módulo de Formadores

O módulo de formadores é acessado pelo ator formador que interage com os casos de uso representados na Figura 6.4. A seguir são descritos de forma resumida os casos de uso envolvidos nesse módulo.

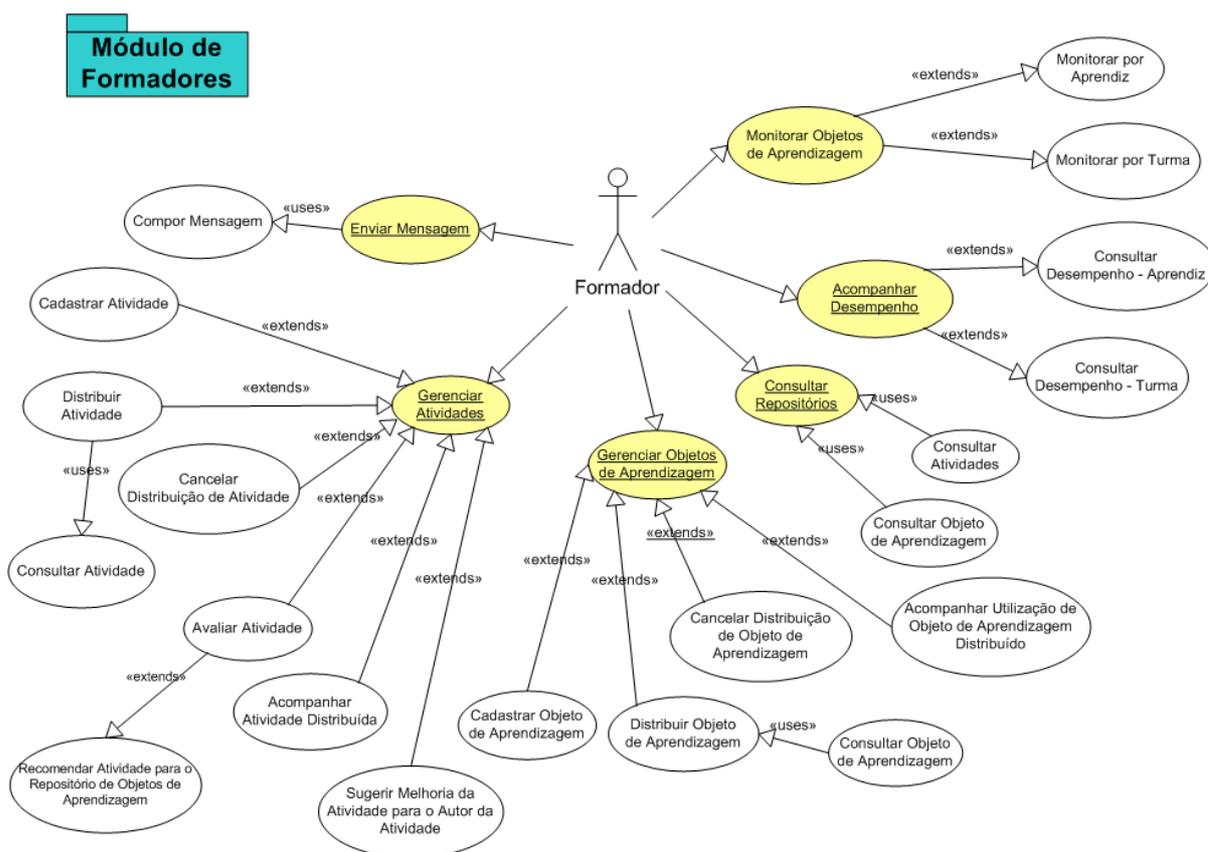


Figura 6.4 – Casos de Uso do Módulo de Formadores.

Enviar Mensagem: este caso de uso é utilizado para o envio de mensagens internas ao AVA. Vale ressaltar que estas mensagens não dependem de nenhum programa externo de correio eletrônico, desta forma garante-se a entrega da mensagem bem como a

utilização de mecanismos de controle sobre a mensagem, tais mecanismos são utilizados para prover um retorno, por exemplo: se a mensagem foi entregue ao receptor e quando o mesmo abriu a mensagem. Este caso de uso utiliza o caso de uso Compor Mensagem, que nada mais é que o editor de mensagens do ACAI.

Gerenciar Atividades: este caso de uso é composto de 6 casos de uso com funções específicas, detalhados a seguir:

- a. **Cadastrar Atividade:** utilizado para inserir uma nova atividade no repositório de atividades.
- b. **Distribuir Atividade:** utilizado quando um formador deseja designar uma atividade a um grupo ou turma específica, este caso de uso utiliza o caso de uso Consultar Atividade que é o caso de uso responsável por localizar atividades no repositório de atividades utilizando critérios fornecidos pelo formador para a localização da atividade.
- c. **Cancelar Distribuição de Atividade:** utilizado quando o formador designa uma atividade por engano a uma turma e deseja reverter o processo de envio.
- d. **Avaliar Atividade:** utilizado quando uma atividade é entregue ao formador. Neste caso de uso uma nota será atribuída a atividade entregue e caso a mesma receba nota máxima é acionado o caso de uso Recomendar Atividade para o Repositório de Objetos de Aprendizagem que enviará uma mensagem ao aprendiz ou grupo que produziu a atividade solicitando autorização para que esta atividade possa fazer parte repositório.
- e. **Acompanhar Atividade Distribuída:** utilizado quando um aprendiz solicita uma avaliação prévia de uma atividade que foi designada pelo formador. Esta avaliação prévia constitui um fluxo de dados (interação/colaboração) entre o formador que designou a atividade e os aprendizes que a estão desenvolvendo.
- f. **Sugerir Melhoria da Atividade para o Autor da Atividade:** utilizado quando o formador deseja fazer recomendações, inclusões de conteúdos ou ajustes em uma atividade que já esteja armazenada no repositório de atividades, mas que não é de sua autoria.

Gerenciar Objetos de Aprendizagem: utilizado para cadastrar, distribuir, cancelar e acompanhar a utilização de objetos de aprendizagem é composto de 4 funções específicas descritas a seguir.

- a. **Cadastrar Objetos de Aprendizagem:** utilizado para inserir um novo objeto de aprendizagem no repositório de objetos de aprendizagem.
- b. **Distribuir Objetos de Aprendizagem:** utilizado quando um formador deseja designar um objeto de aprendizagem a um grupo ou turma específica. Este caso de uso utiliza o caso de uso Consultar Objetos de Aprendizagem, que é o caso de uso responsável por localizar objetos de aprendizagem no repositório de objetos de aprendizagem utilizando critérios fornecidos pelo formador para a localização do referido objeto.
- c. **Cancelar Distribuição de Objeto de Aprendizagem:** utilizado quando o formador designa um objeto de aprendizagem por engano a uma turma e deseja reverter o processo de envio.
- d. **Acompanhar Utilização de Objeto de Aprendizagem Designado:** utilizado quando o formador deseja ter uma estatística de utilização dos objetos de aprendizagem por ele designados como, por exemplo: quantos aprendizes já acessaram o referido objeto, quantos por cento da turma já utilizou o referido objeto, etc.

Consultar Repositórios: utilizado para realizar consultas nos repositórios de objetos de aprendizagem e atividades, é descomposto em duas consultas descritas a seguir.

- a. **Consultar Objetos de Aprendizagem:** utilizado para realizar buscas no repositório de objetos empregando vários critérios de pesquisa.
- b. **Consultar Atividades:** utilizado para realizar buscas no repositório de atividades empregando vários critérios de pesquisa.

Acompanhar Desempenho: utilizado para realizar consultas de desempenho de aprendizes e turmas.

- a. **Consultar Desempenho – Aprendiz:** utilizado para consultar o desempenho de um aprendiz nas atividades já realizadas pelo mesmo.
- b. **Consultar Desempenho – Turma:** utilizado para consultar o desempenho de uma turma nas atividades designadas.

Monitorar Objetos de Aprendizagem: utilizado para determinar quantas vezes um objeto de aprendizagem foi acessado por um aprendiz ou turma.

6.4.1.3. Casos de Uso do Módulo de Aprendizes (Estação de Aprendizagem)

O módulo de aprendizes é acessado pelo ator aprendiz quando o mesmo interage com sua estação de aprendizagem, os casos de uso envolvidos nessa interação estão representados na Figura 6.5.

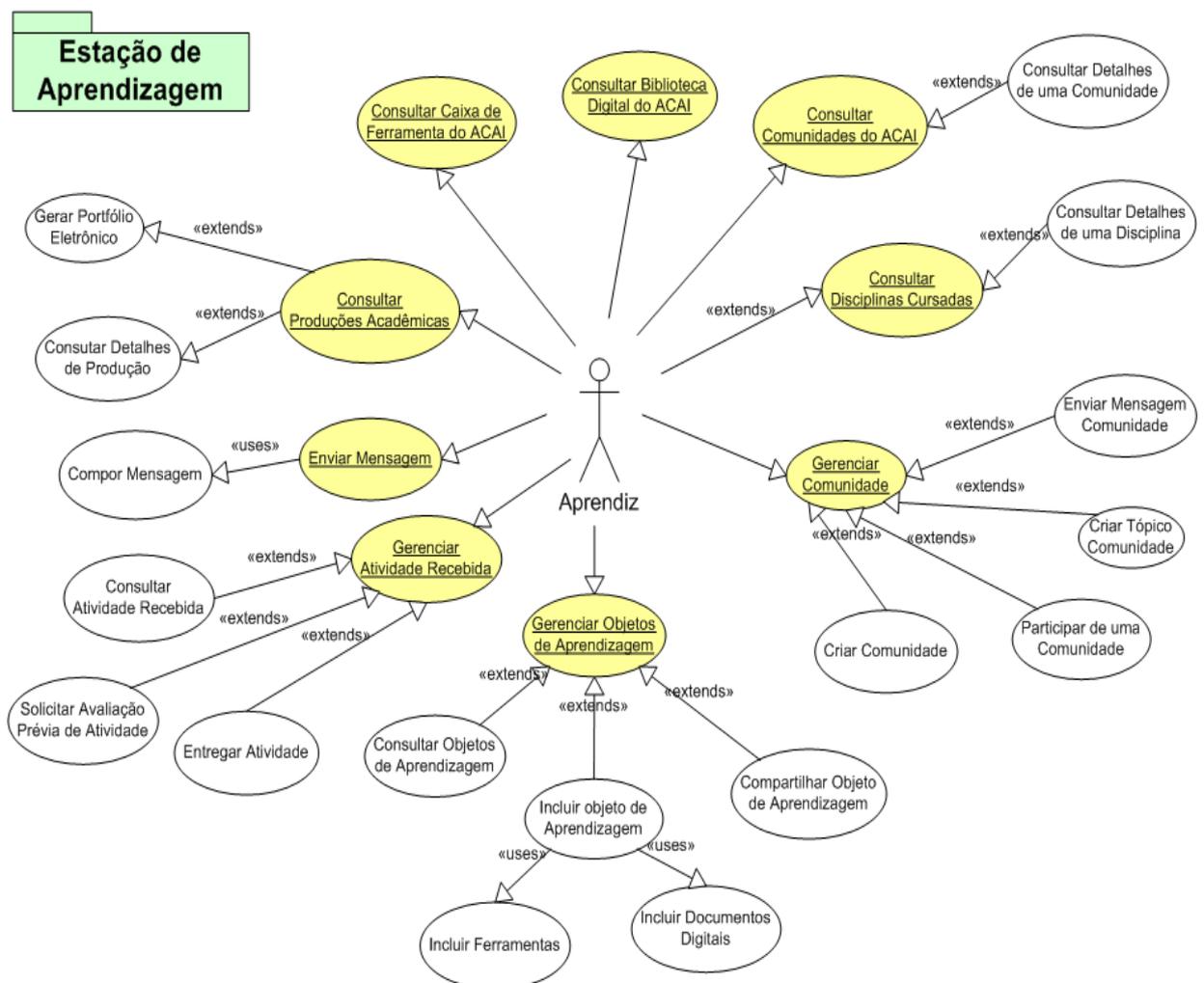


Figura 6.5 – Casos de Uso do Módulo de Aprendizes.

Consultar Disciplinas Cursadas: utilizado para listar as disciplinas em curso ou já cursadas pelo aprendiz até a data da consulta. Este caso de uso acessa o caso de uso **Consultar Detalhe de uma Disciplina**, utilizado para consultar os detalhes de uma disciplina em particular, esta consulta exibe todos os atributos relacionados à disciplina.

Consultar Comunidades do ACAI: utilizado para pesquisar as comunidades virtuais existentes no ACAI.

Consultar Biblioteca Digital do ACAI: utilizado para pesquisar os recursos existentes na Biblioteca Digital do ACAI.

Consultar Caixa de Ferramenta do ACAI: utilizado para pesquisar os recursos existentes na Caixa de Ferramenta Digital do ACAI.

Consultar Produções Acadêmicas: utilizado para consultar as produções acadêmicas do aprendiz. Divide-se em dois casos de uso:

- a. **Gerar Portfólio Eletrônico:** utilizado para montar o portfólio eletrônico do aprendiz. Este portfólio eletrônico monta um currículo resumido do aprendiz detalhando suas produções acadêmicas relacionadas com as disciplinas já cursadas.
- b. **Consultar Detalhes de Produção:** caso de uso utilizado para mostrar todos os atributos relacionados com uma produção específica desenvolvida pelo aprendiz.

Enviar Mensagem: idem caso de uso Enviar Mensagem já detalhado na subseção 6.5.1.2 deste trabalho.

Gerenciar Atividade Recebida: utilizado para interagir com as atividades designadas pelo formador, divide-se em dois casos de uso:

- a. **Consultar Atividade Recebida:** utilizado para consultar os detalhes de uma atividade previamente designada pelo formador.
- b. **Solicitar Avaliação Prévia de Atividade:** utilizado como ferramenta “tira dúvidas”, ou seja, ao receber uma atividade ou até mesmo durante o processo

de desenvolvimento dessa atividade o aprendiz poderá solicitar avaliações prévias ou esclarecer dúvidas com o formador, gerando desta forma um fluxo de perguntas e respostas (interação) até a entrega final da atividade.

- c. **Entregar Atividade:** caso de uso que encerra o processo de avaliação de uma atividade. Neste caso de uso o aprendiz entrega sua atividade para avaliação final pelo formador.

Gerenciar Objetos de Aprendizagem: caso de uso utilizado para interagir com os objetos de aprendizagem designados pelo formador ou incluídos pelo próprio aprendiz, divide-se em dois casos de uso:

- a. **Consultar Objetos de Aprendizagem:** utilizado para consultar os detalhes de um objeto de aprendizagem previamente designados pelo formador.
- b. **Incluir objeto de Aprendizagem:** utilizado pelo aprendiz para incluir seus próprios objetos de aprendizagem em seu repositório particular de objetos de aprendizagem. São os objetos que cada aprendiz considera importante para dar apoio a aprendizagem de uma tarefa ou disciplina específica. Estes objetos podem ser pequenos softwares, artigos, simuladores, etc. Neste trabalho serão abordados dois tipos de objetos de aprendizagem (ferramentas ou documentos digitais). Isto não impede que um novo tipo de objeto (ou classificação) seja incluído no ACAI, pois o mesmo foi concebido de modo a suportar diversos tipos de objetos (classificações) sem a necessidade de alterações estruturais no ambiente.
 - i. **Incluir Ferramentas:** utilizado para incluir objetos de aprendizagem especificamente caracterizados como um software, por exemplo, um simulador, um editor gráfico, uma apresentação multimídia, etc.
 - ii. **Incluir Documentos Digitais:** utilizado para incluir objetos de aprendizagem especificamente caracterizados como um documento digital em qualquer formato, por exemplo, um artigo, um *hiperlink* para um documento, um livro eletrônico, etc.

- iii. **Compartilhar Objeto de Aprendizagem:** utilizado pelo aprendiz para compartilhar um objeto de aprendizagem, que o mesmo tenha incluído em seu repositório particular de objetos de aprendizagem, com a turma, com o ambiente, ou com um outro aprendiz.

Gerenciar Comunidade: Este caso de uso é utilizado pelos aprendizes e formadores para criar, participar e interagir com os participantes de uma comunidade.

- a. **Criar Comunidade:** este caso de uso é utilizado quando o aprendiz deseja criar uma comunidade de aprendizagem baseado em algum assunto de seu interesse.
- b. **Participar de uma Comunidade:** caso de uso utilizado quando o aprendiz encontra uma comunidade de seu interesse e deseja associar-se a ela.
- c. **Criar Tópico Comunidade:** caso de uso utilizado quando o aprendiz deseja criar um tópico para discussão dentro de uma comunidade que esteja associado.
- d. **Enviar Mensagem Comunidade:** caso de uso utilizado para enviar mensagens a uma comunidade a qual o aprendiz esteja associado.

6.4.1.4. Casos de Uso do Módulo de Administradores

O módulo de formadores é acessado pelo ator administrador e interage com os casos de uso representados na Figura 6.6. Apesar de terem sido todos implementados nesta versão do ACAI, estes casos de uso não foram detalhados por não serem o foco principal deste trabalho.

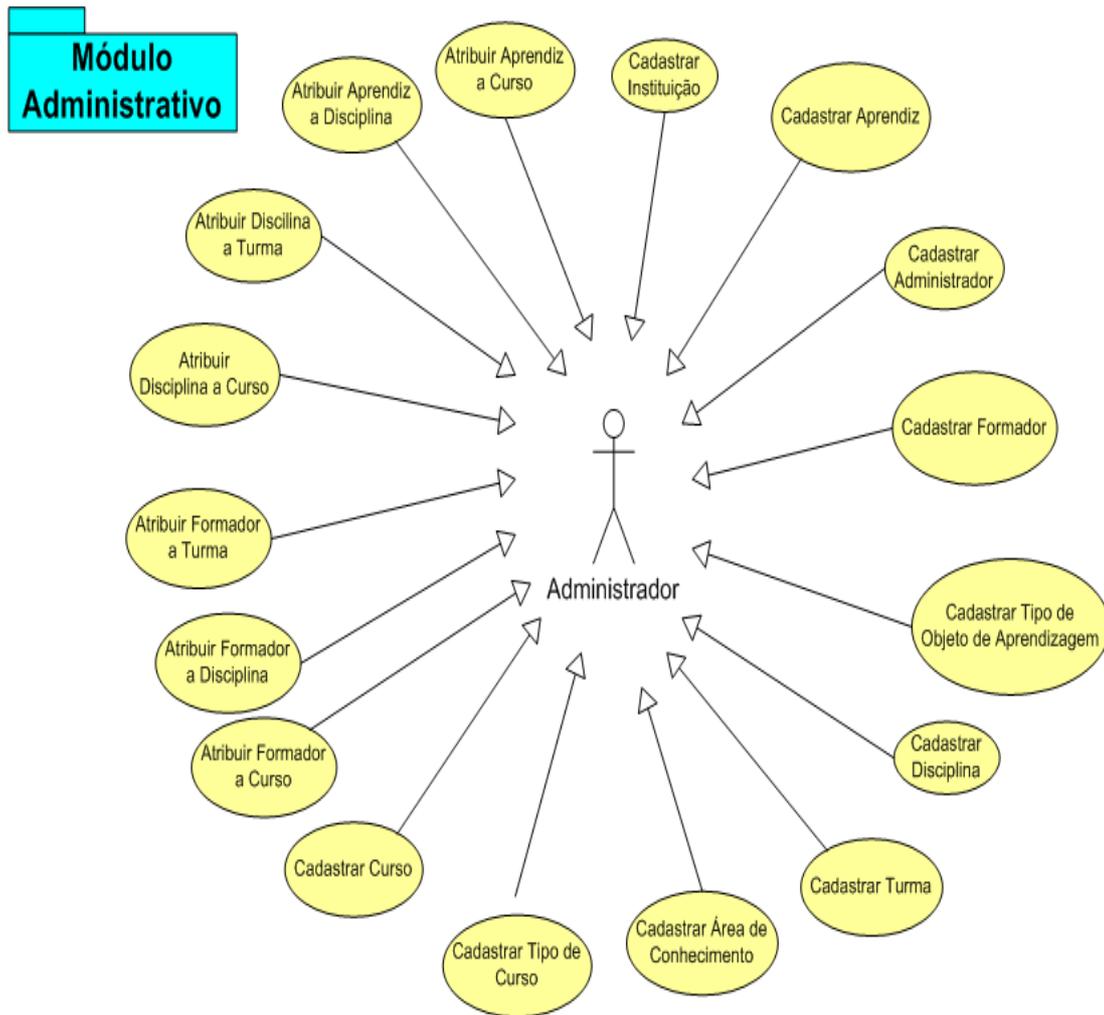


Figura 6.6 – Casos de Uso do Módulo de Aprendizes.

6.4.2. Diagrama Entidade Relacionamento do ACAI

Em função da grande quantidade de entidades e relacionamentos envolvidos na modelagem do ACAI, optou-se por dividir o diagrama em visões, apenas, para facilitar a leitura do mesmo. Cada visão trata de um subdomínio específico e são detalhadas nas subseções a seguir.

6.4.2.1. Visão Tabelas Pai

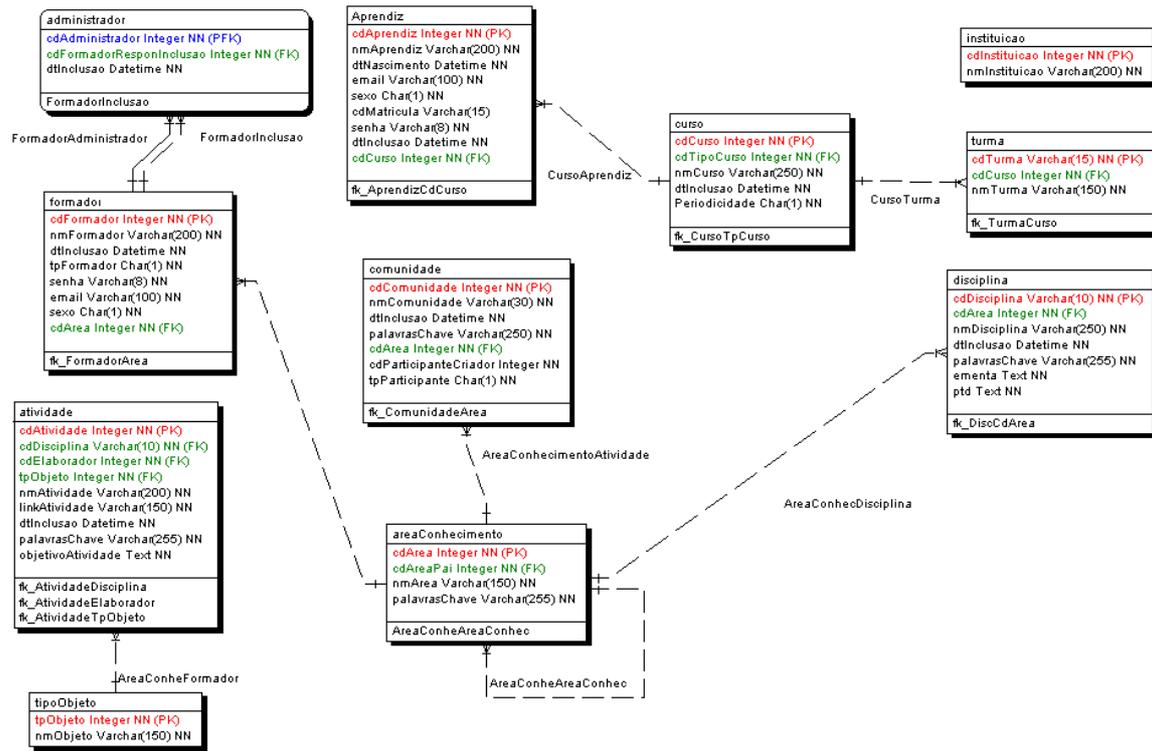


Figura 6.7 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Tabelas Pai.

6.4.2.2. Visão Tabelas Básicas

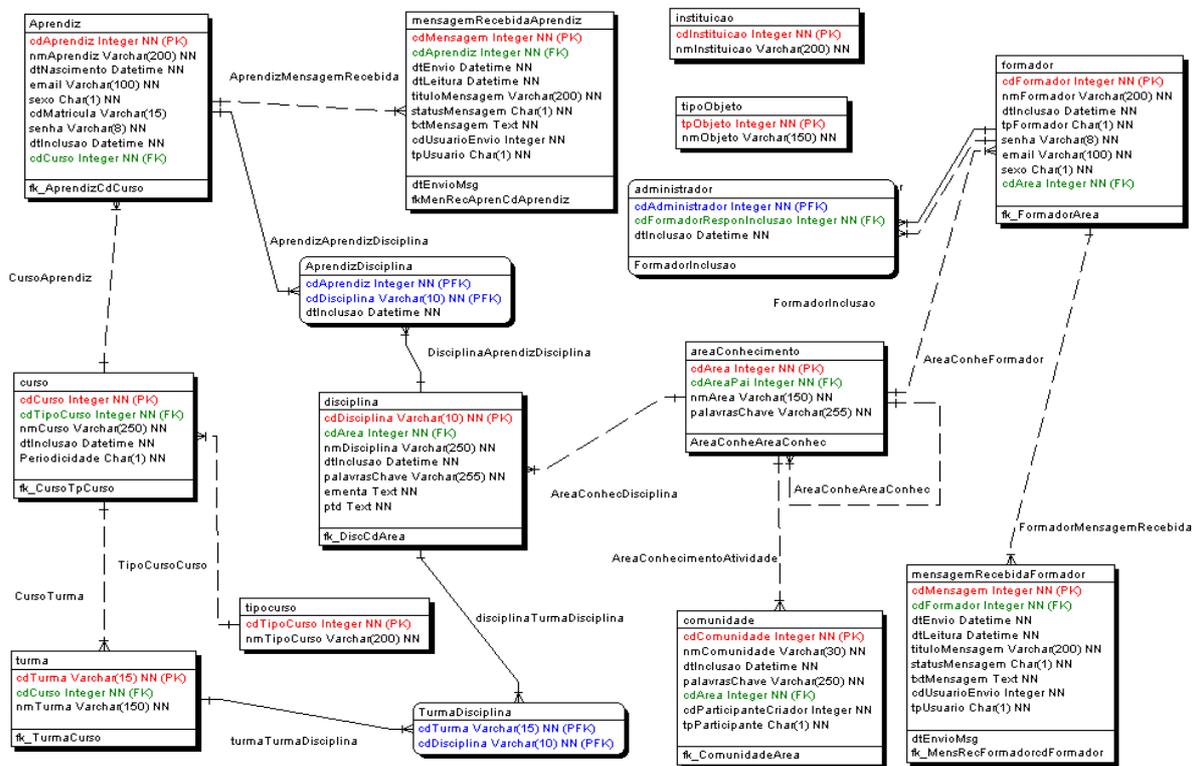


Figura 6.8 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Tabelas Básicas.

6.4.2.3. Visão Aprendizes (Modelo do Usuário Aprendiz)

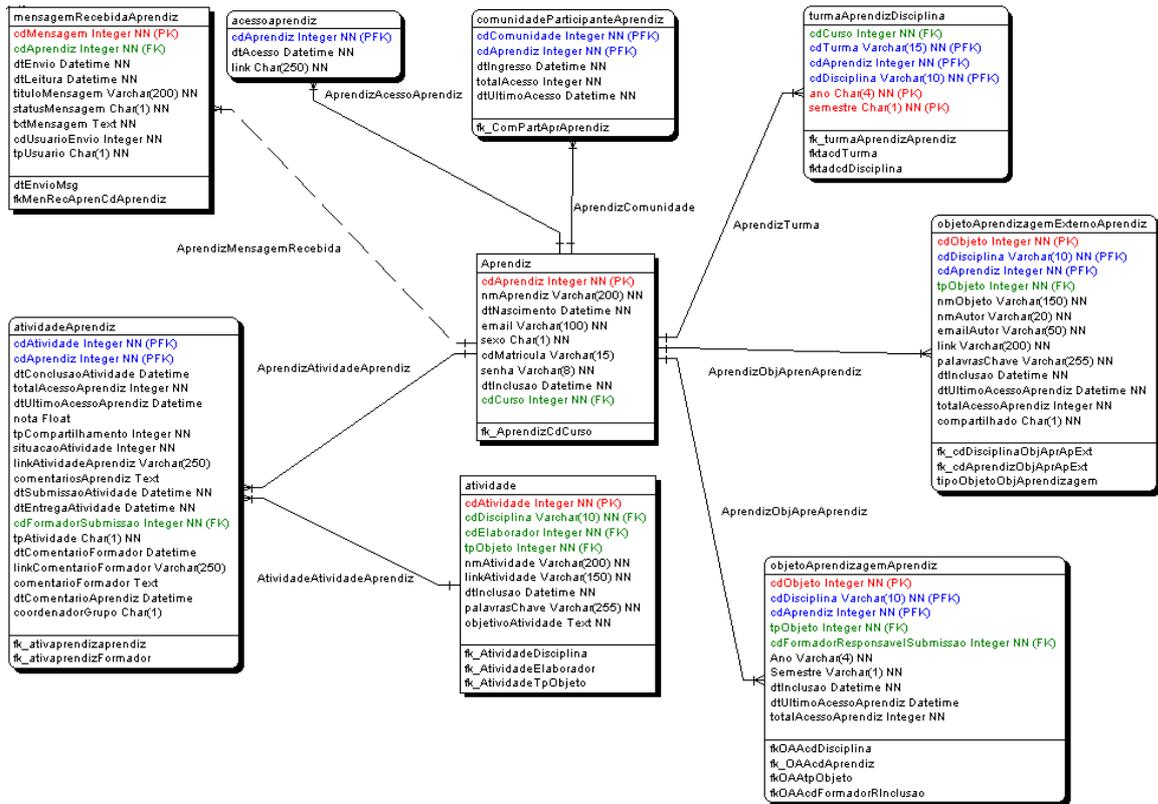


Figura 6.9 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Aprendizes.

6.4.2.4. Visão Formadores (Modelo do Usuário Formador)

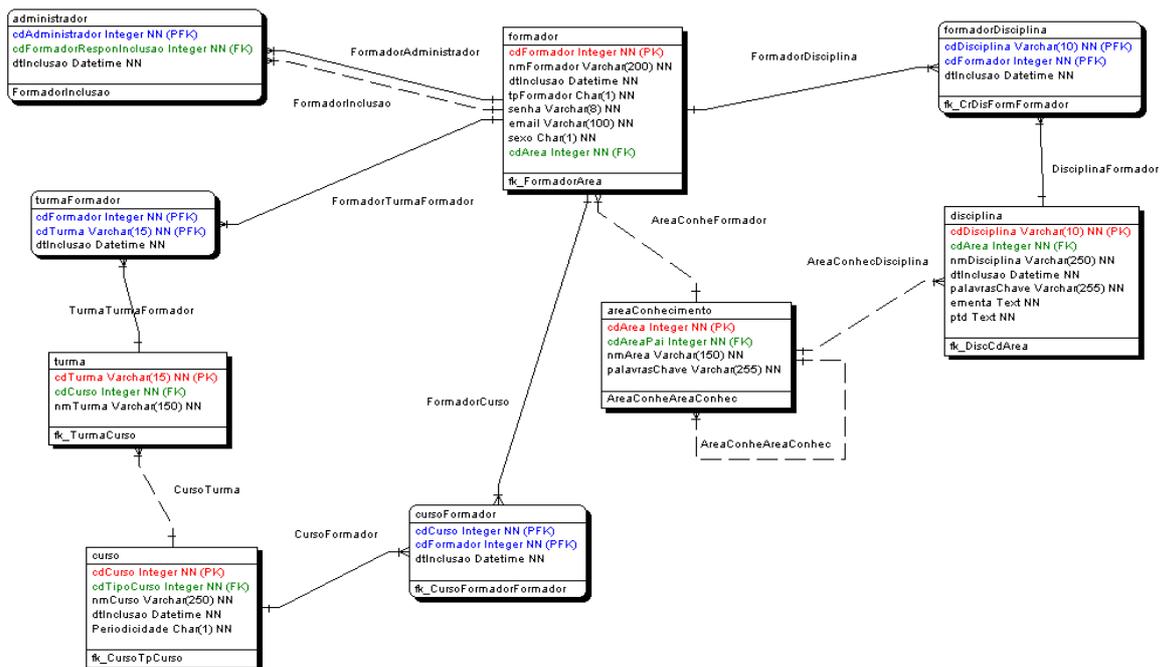


Figura 6.10 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Formadores.

6.4.2.5. Visão Atividades

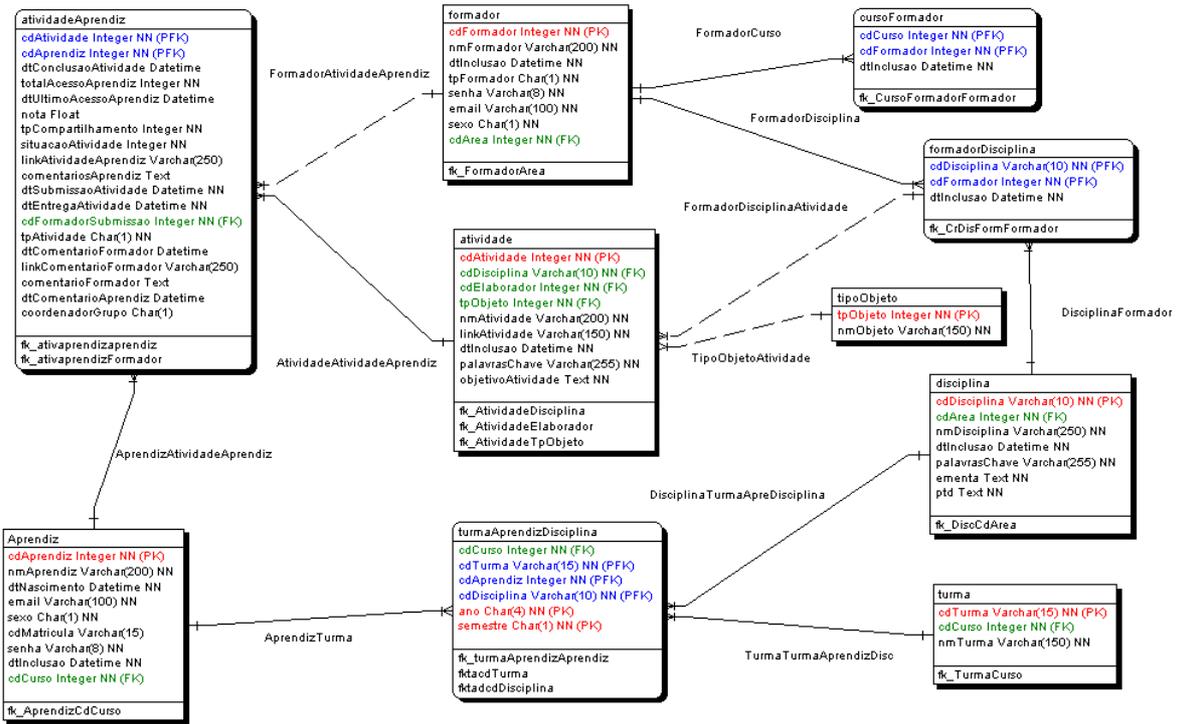


Figura 6.11 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Atividades.

6.4.2.6. Visão Objetos de Aprendizagem

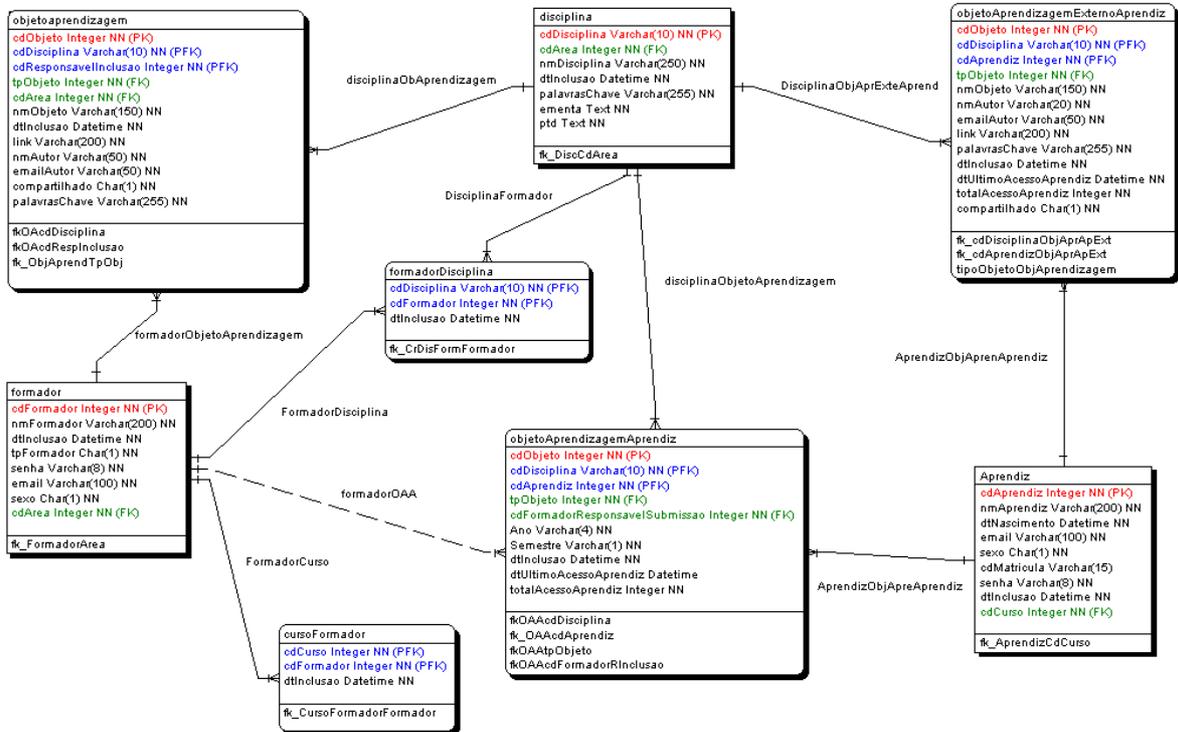


Figura 6.12 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Objetos de Aprendizagem.

6.4.2.7. Visão Comunidades

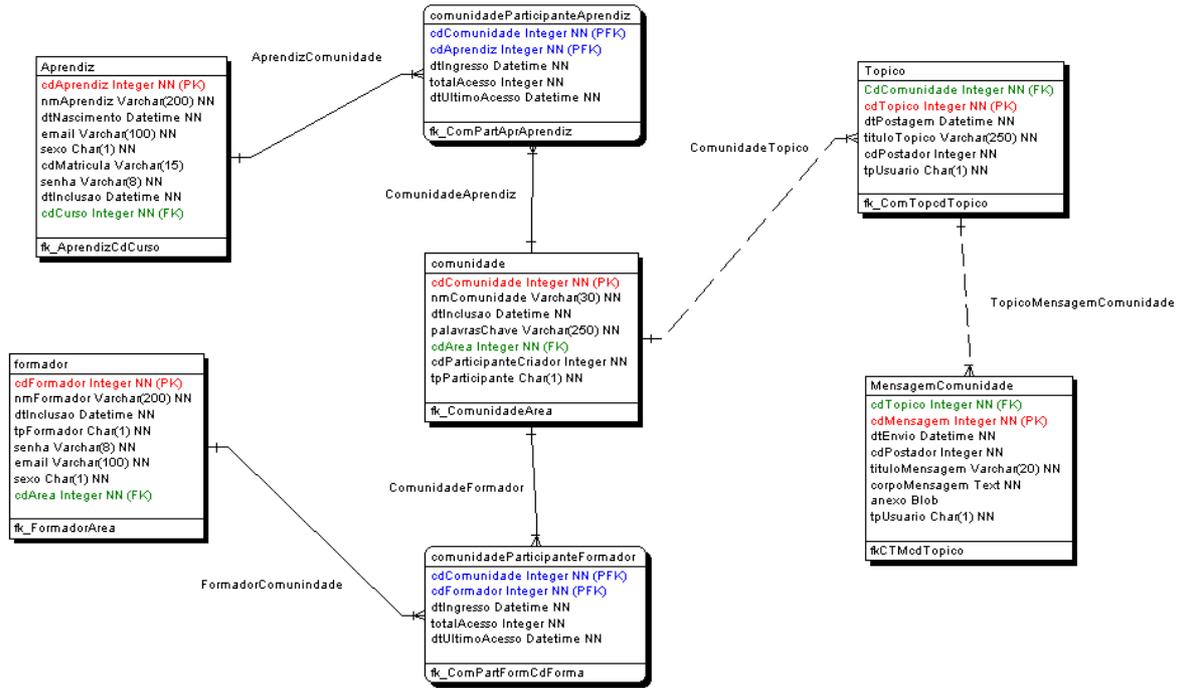


Figura 6.13 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Comunidades.

6.4.2.8. Visão Mensagens

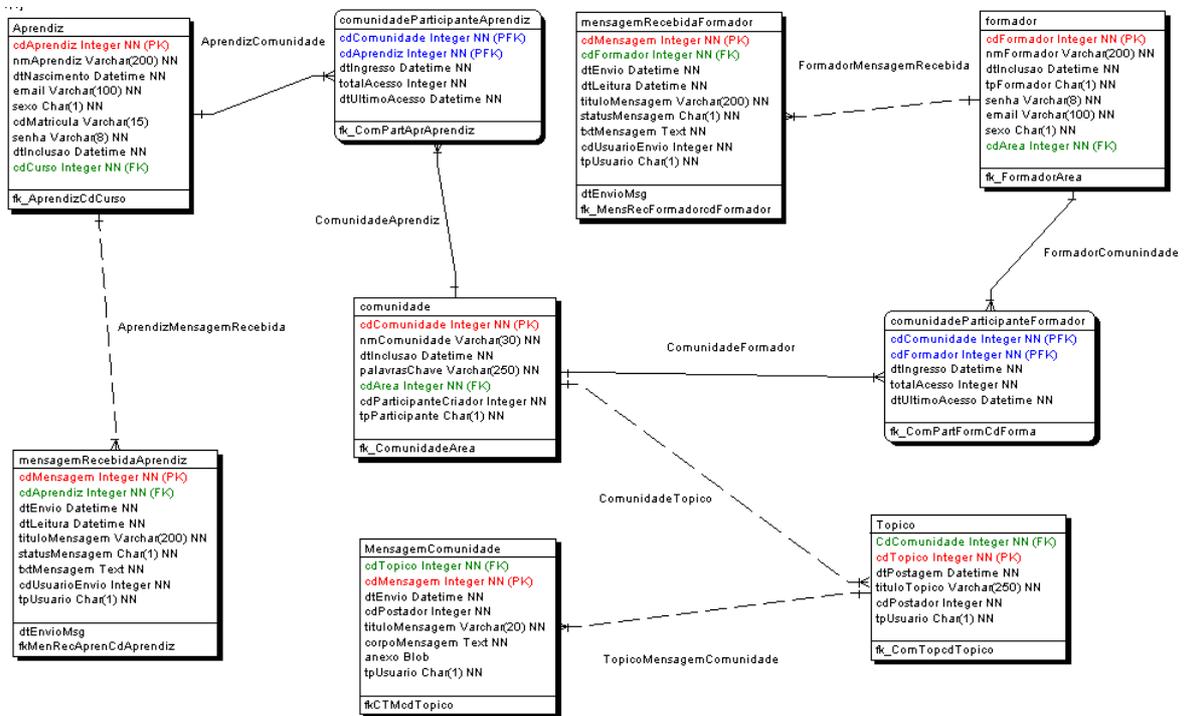


Figura 6.14 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Mensagens.

6.4.2.9. Visão Tabelas de Controle (Modelo do Domínio)

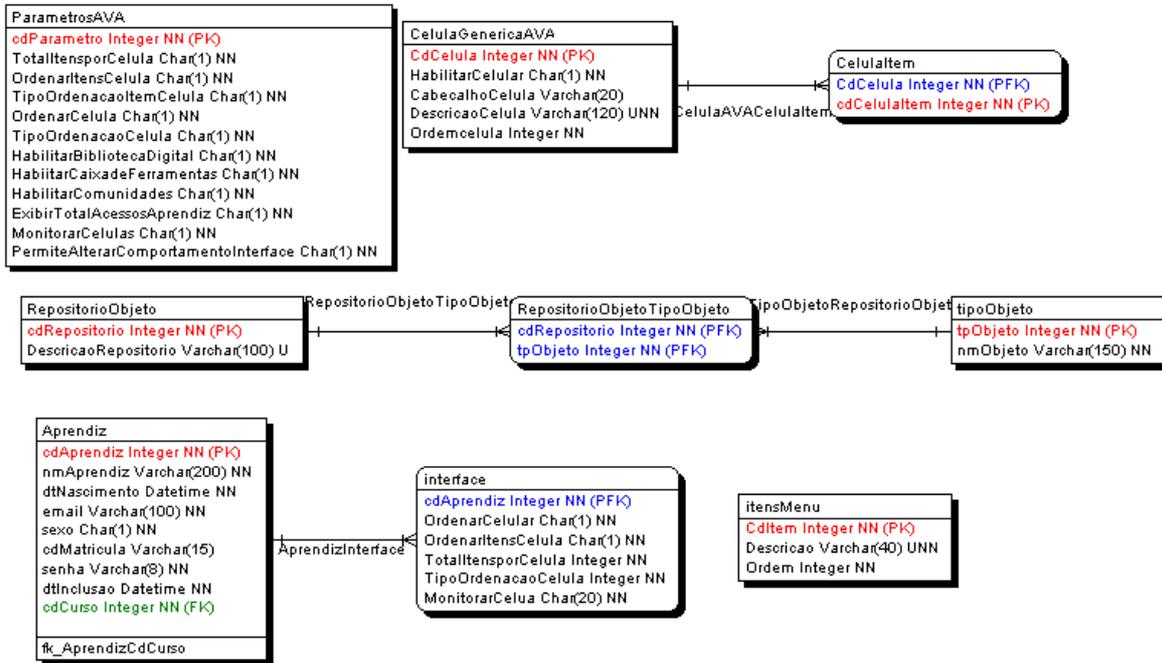


Figura 6.15 – Diagrama Entidade Relacionamento – Visão Tabelas de Controle.

6.4.3. Modelagem de Tarefas do ACAI

6.4.3.1. Introdução a Modelagem de Tarefas

A principal meta dos enfoques de projeto de IHC é aumentar a qualidade da interface com o usuário produzindo sistemas interativos não só funcionais e confiáveis, mas também usáveis. Os enfoques de projeto baseados em modelos (*model-based-project*) permitem representar várias informações da interface e de seu projeto em um alto nível de abstração, trazendo vantagens como acoplamento a um enfoque metodológico de concepção, rastreabilidade e reuso de modelos, geração de interfaces a partir destes modelos e melhor reflexão sobre as decisões e exploração de alternativas do projeto. Entre os modelos comumente presentes nestes enfoques há modelos de usuário, diálogo, apresentação, domínio, contexto, plataforma tecnológica e tarefas entre outros. Em particular, o uso de Análise de Tarefas e Modelos de Tarefas visa um melhor entendimento de propriedades das tarefas realizadas pelos usuários em suas atividades e a aplicação deste entendimento no processo de construção da interface (Winckler e Pimenta, 2004).

Os próximos parágrafos apresentam uma pequena introdução sobre a notação, uma vez que a utilização desses diagramas não são, ainda, comuns no projeto de software

interativo, só muito recentemente eles começaram a ser utilizados para descrever as tarefas que precisam ser executadas para atingir os objetivos do usuário (Paternó, 2002).

Para Storrs (1995) “uma tarefa é um objetivo associado a um conjunto ordenado de ações que podem satisfazer tal objetivo nos contextos apropriados”. A definição explicita a importante relação entre ações, objetivos e contextos, além de ter sido formulada para unificar a terminologia sobre o assunto.

Embora aparentemente similar a conceitos como função ou processo, o termo tarefa incorpora uma ênfase intencional (relacionada à intenção, objetivo) da perspectiva do usuário (o que o usuário quer fazer). Um objetivo pode ser definido como um estado (de uma situação ou de um sistema) que o usuário deseja alcançar. Genericamente, então, o conjunto de ações são os procedimentos que o usuário deve realizar para alcançar este estado.

A Análise de Tarefa (AT) emergiu da Ergonomia como um método empírico que permite descrever e analisar como as pessoas realizam suas atividades. O enfoque básico da AT é descrever a tarefa como tendo um objetivo determinado e um conjunto de passos envolvidos na sua realização. O nível de detalhe desta descrição é determinado pelas intenções da AT. A prática usual da Ergonomia adota AT basicamente para entender as tarefas de um ambiente de trabalho de forma a ter informações para discutir causas e soluções dos problemas encontrados na sua realização e possivelmente determinar quais são as necessidades de treinamento. Logo ficou evidente a possibilidade de usá-la para prover informações para a concepção de suporte computadorizado a estas tarefas. É com esta intenção que a comunidade de IHC se interessa primordialmente por AT (Winckler e Pimenta, 2004).

A análise da tarefa em um domínio específico pode produzir uma descrição explícita de tarefas chamada Modelo da Tarefa (MT). Muitos modelos da tarefa são usados para representar os resultados da análise de tarefa, cada modelo enfatizando uma perspectiva. Geralmente, um MT descreve certos conceitos relacionados de forma a representar aspectos relevantes das tarefas e dos usuários. Alguns conceitos e relacionamentos são comuns e presentes em quase todos os tipos de MT, enquanto outros são especificamente propostos e usados em um modelo em particular.

Segundo Winckler e Pimenta (2004) os conceitos e relacionamentos mais comuns de MT são: decomposição da tarefa; relacionamentos causais/temporais que descrevem o fluxo da tarefa; elementos que descrevem objetos (manipulados pelas tarefas), papéis e atores (responsáveis pelas tarefas), restrições (pré e pós-condições); propriedades (frequência de realização, prioridade, etc.) associadas às tarefas.

Neste trabalho foi utilizada uma notação para modelagem de tarefas denominada *Concurrent Task Trees* (CTT) proposta por Paterno (1997). Esta notação foi escolhida para ilustrar o processo de modelagem de tarefas envolvido no ACAI pela sua capacidade de expressão na modelagem de sistemas interativos, além de ser uma notação que vem sendo muito utilizada pela comunidade internacional de IHC.

As características de CTT são:

- a. **Foco nas atividades:** permite que o projetista se concentre nas atividades que os usuários precisam realizar com a interface sem se preocupar com detalhes de como a tarefa será implementada pelo sistema;
- b. **Estrutura hierárquica:** suporta a representação de vários níveis de abstração pela decomposição de tarefas complexas em subtarefas menores;
- c. **Representação gráfica:** modelos são descritos graficamente na forma de uma árvore de tarefas;
- d. **Suporte a relacionamentos temporais:** um vasto conjunto de operadores é disponível permitindo definir relacionamentos temporais entre tarefas;
- e. **Alocação de tarefas:** permite descrever os agentes que realizam a tarefa (ex. usuário e/ou aplicação);
- f. **Objetos:** permite indicar objetos do domínio do problema que são manipulados durante a execução da tarefa.

Além disto, a existência de uma ferramenta de edição e de suporte a análise de modelos, chamada *CTT Environment* (CTTE) proposta por Mori et al. (2002), facilita a criação de modelos de tarefas. Para facilitar a leitura dos diagramas de Modelagem de

Tarefas relacionados a este trabalho, a seguir são apresentados, de forma resumida, os fundamentos do modelo CTT e os elementos utilizados na notação.

Os elementos da notação CTT são definidos em torno da idéia de que o objetivo do usuário ao realizar uma tarefa pode ser traduzido como uma modificação do estado do sistema ou uma consulta a um recurso do sistema. Assim, os modelos criados em CTT podem ser interpretados como uma representação (de alto nível de abstração) dos estados possíveis do sistema e do usuário durante a realização de uma tarefa específica. Segundo esta abordagem, a execução de cada tarefa individual é capaz de modificar a configuração de estados do sistema.

CTT identifica quatro tipos de tarefas de acordo com a alocação de tarefas, ou seja, quem a realiza. Cada tarefa tem um ícone a ela associado, a descrição das tarefas e os seus respectivos ícones são detalhados no quadro 6.1, a seguir.

Tarefa	Ícone	Descrição
Usuário		São tarefas cognitivas ou físicas realizadas inteiramente pelo usuário ; por exemplo: identificar o nome de uma disciplina em uma lista de disciplinas.
Aplicação		São tarefas completamente realizadas pela aplicação sem a intervenção do usuário. Tais tarefas podem receber informações da própria aplicação e fornecer um resultado visível ao usuário, por exemplo: buscar dados no modelo de usuário e gerar a interface personalizada de acordo com o modelo do usuário.
Interativa		São as tarefas que o usuário realiza com a aplicação , ou seja, as interações são ativadas pelo usuário e processadas pela aplicação, por exemplo: <i>Logar</i> no sistema fornecendo <i>login</i> e senha.
Abstrata		São as tarefas que requerem ações complexas e que devem ser decompostas em subtarefas. Tarefas abstratas também são usadas para descrever tarefas que não cabem inteiramente em nenhuma das categorias anteriores.

Quadro 6.1 – Tipo de Tarefas e ícones utilizados em CTT.

Além da representação de tarefas a notação CTT utiliza uma série de operadores para relacionar as tarefas que estão em um mesmo nível, esses operadores são denominados de operadores temporais, tais como seqüência, escolha, iteração, entre outros, que são fundamentais para modelar o comportamento de sistemas interativos. Os operadores usados em CTT para descrever os relacionamentos entre tarefas são definidos como extensões aos operadores LOTOS (Bolognesi, 1987). A lista de operadores temporais disponíveis em CTT é apresentada na Quadro 6.2, a seguir.

Operador	Símbolo	Forma ⁶	Descrição
Escolha	[]	T1 [] T2	É possível escolher uma tarefa, outras tarefas ficam indisponíveis até a tarefa escolhida terminar.
Independência de Ordem	=	T1 = T2	Ambas as tarefas devem ser realizadas, em qualquer ordem, mas deve-se esperar a finalização de uma delas para dar prosseguimento a tarefa seguinte.
Concorrência Independente		T1 T2	As tarefas podem ser executadas em qualquer ordem sem nenhuma restrição. Ex. Monitorar uma tela e falar em um microfone.
Concorrência com Troca de informações	[[]]	T1 [[]] T2	As duas tarefas podem ser executadas em paralelo mas devem se sincronizar para trocar informações.
Desativação	[>	T1 [> T2	A primeira tarefa é definitivamente desativada quando a segunda tarefa inicia (ex. Seleção de botões)
Suspende/ continua	>	T1 > T2	Este operador dá a possibilidade de interromper a primeira tarefa quando a segunda termina. Este operador pode ser usado para modelar um tipo de interrupção
Habilitação	>>	T1 >> T2	Quando a T1 termina a T2 é ativada.
Habilitação com passagem de informação	[]>>	T1 []>> T2	Quando a T1 termina ela envia valores para a T2 antes que essa seja ativada.

Quadro 6.2 – Operadores temporais usados em CTT.

Além dos operadores que relacionam as tarefas, CTT inclui um conjunto de 3 operadores unários (aplicáveis a uma tarefa individualmente). A lista dos operadores unários disponíveis em CTT é apresentada na Quadro 6.3.

Operador	Símbolo	Forma	Descrição
Iteração	*	T *	A tarefa é iterativa, a tarefa termina apenas quando for desativada por outra tarefa.
Opcionalidade	[]	[T]	Uma tarefa representada entre colchetes ([]) é indicada como opcional.
Conexão entre Modelos	↔	T ↔	indica que a tarefa sublinhada com o símbolo ↔ pode ser usada em modelo cooperativo onde participam vários usuários.
Detalhamento	+	+	Somente para ilustrar que a atividade possui um detalhamento já modelado, ou seja, ela já foi decomposta em outras atividades.

Quadro 6.3 – Operadores unários usados em CTT.

Um modelo de tarefas CTT é construído em 3 etapas: decomposição hierárquica de tarefas e subtarefas; identificação de relações temporais entre tarefas no mesmo nível e

⁶ T1 e T2 representam as tarefas que se relacionam.

identificação de objetos associados a cada tarefa e ações que permitem que os objetos se comuniquem. O modelo de tarefas é construído como uma hierarquia de tarefas onde o primeiro elemento (chamado raiz) corresponde ao nível mais elevado de abstração. O elemento raiz é então decomposto em subtarefas que permitem refinar o modelo. Para entender o modelo deve-se começar pela tarefa raiz e ir descendo a árvore pelo lado

esquerdo até alcançar a tarefa abstrata de último nível, essa tarefa deve ser lida da esquerda para direita até que se alcance o nodo raiz e obedecendo aos operadores temporais e unários para o completo entendimento do modelo.

As principais tarefas envolvidas na utilização e funcionamento do ACAI foram modeladas segundo o formalismo proposto pelo modelo CTT. Vale ressaltar que além da modelagem gráfica, todas as tarefas foram simuladas e validadas pela ferramenta *Concurrent Task Trees Environment* (CTTE) proposta por Mori et al. (2002), que possibilita que as árvores geradas pela modelagem simulem as tarefas envolvidas e produza cenários de utilização de acordo com os caminhos percorridos nas árvores. Desta forma garante-se a consistência dos modelos que puderam, ainda, ser testados com o ambiente já desenvolvido.

6.4.3.2. Diagramas de Modelagem de Tarefas do ACAI

As subseções a seguir descrevem as principais tarefas envolvidas no ACAI, por questões didáticas a subseção foi dividida em três partes que detalham as tarefas classificando-as por módulos: **a)** módulos de formadores, **b)** módulo de aprendizes e **c)** módulo de tarefas internas do ACAI. Os dois primeiros módulos concentram-se na camada de interface da arquitetura proposta e o terceiro módulo concentra-se na camada intermediária da arquitetura (lógica de negócios). Vale ressaltar que algumas tarefas são executadas em ambos os módulos ou são compartilhadas por eles.

A primeira tarefa descrita é uma tarefa comum denominada Logar no Módulo, esta tarefa precede a execução de todas as outras tarefas que serão mostradas a seguir, ou seja, é executada sempre que um formador ou aprendiz precisa utilizar o seu respectivo módulo. Esta tarefa é descrita na Figura 6.16.

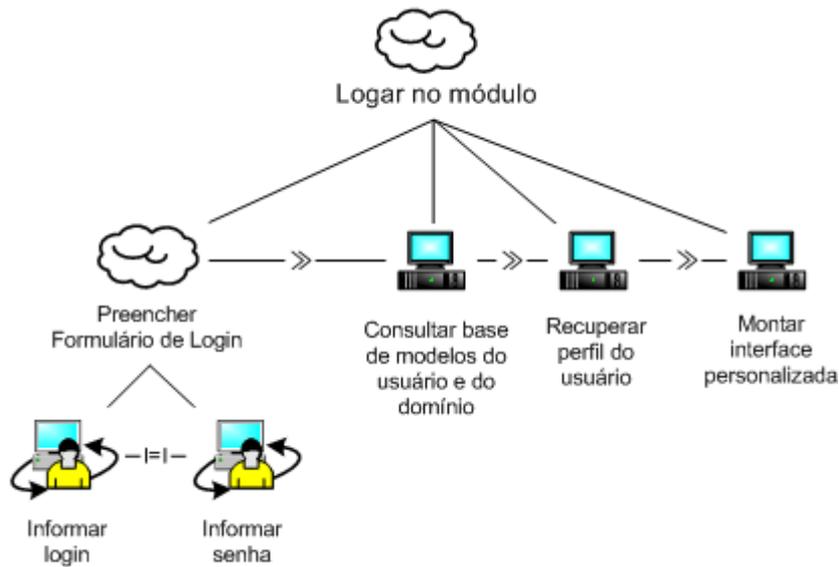


Figura 6.16 – Tarefa Logar no Módulo.

Os modelos que são descritos a seguir não foram detalhados textualmente, pois pela própria característica da modelagem de tarefas elimina-se a necessidade de explicação adicional dos modelos construídos, porém se faz necessário um bom entendimento da subseção 6.4.3.1, que explica a semântica do modelo.

6.4.3.3. Tarefas do Módulo de Formadores

As tarefas desta subseção são inerentes ao módulo de formadores e estarão representadas pelas Figuras de 6.17 - 6.25.

a. Cadastrar Atividade

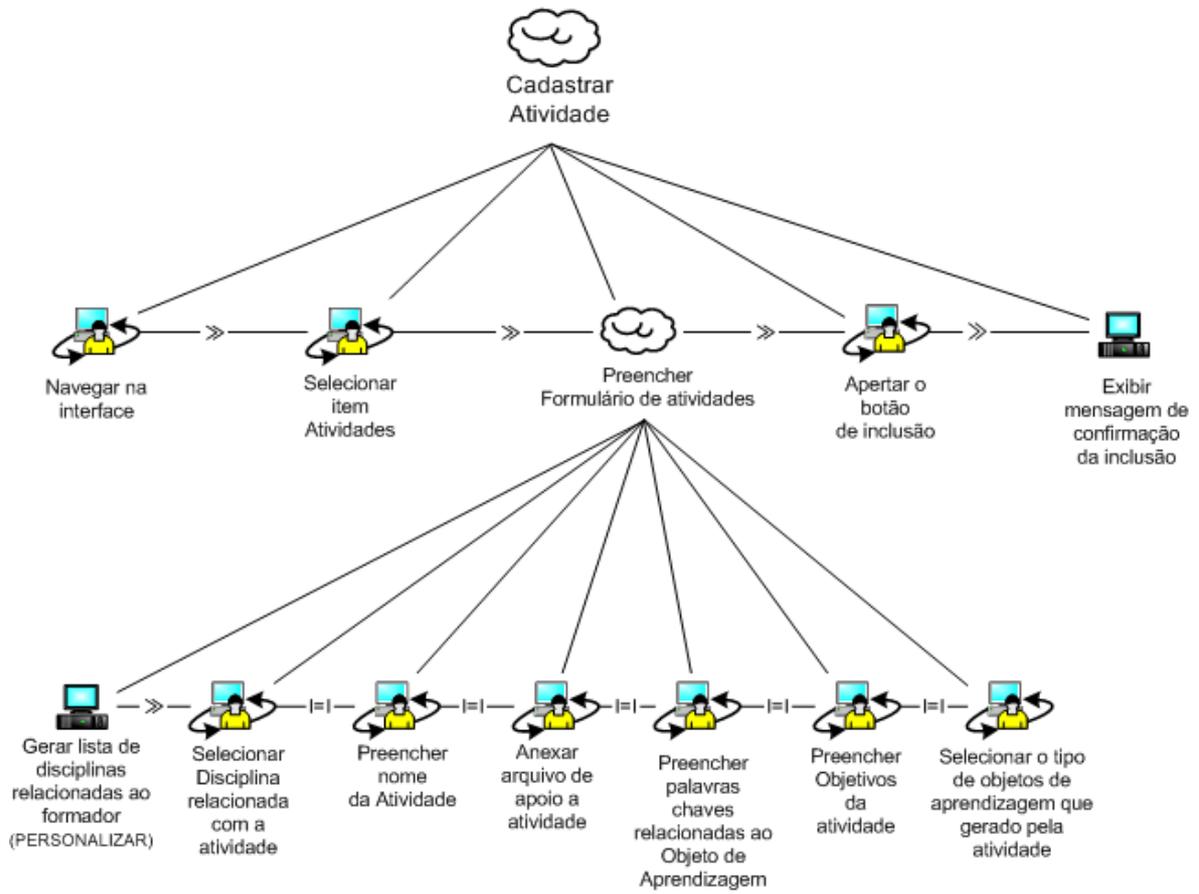


Figura 6.17 – Tarefa Cadastrar Atividade (formador).

b. Distribuir Atividade

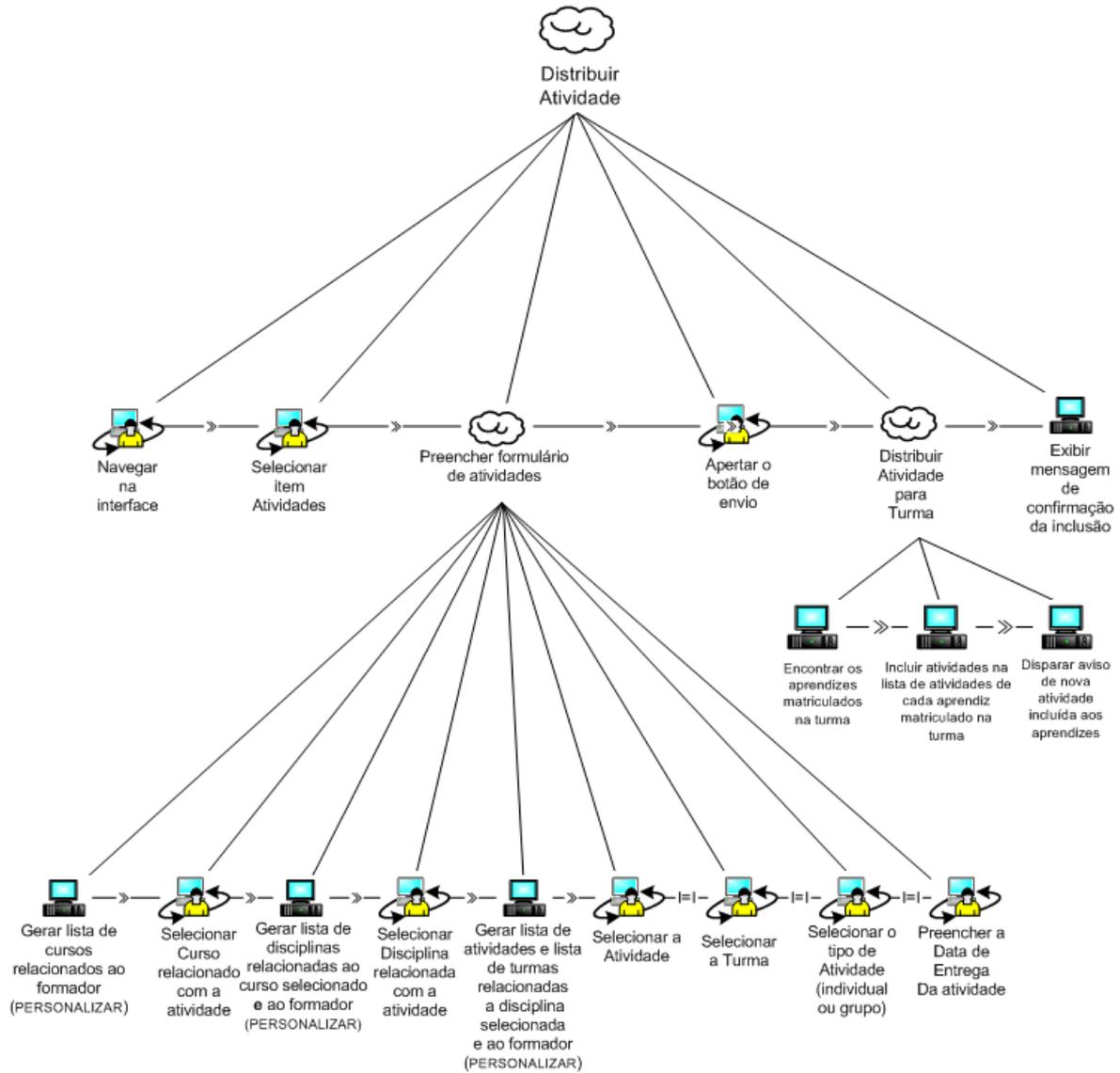


Figura 6.18 – Tarefa Designar Atividade (formador).

c. Tarefa Avaliar Atividade Aprendiz

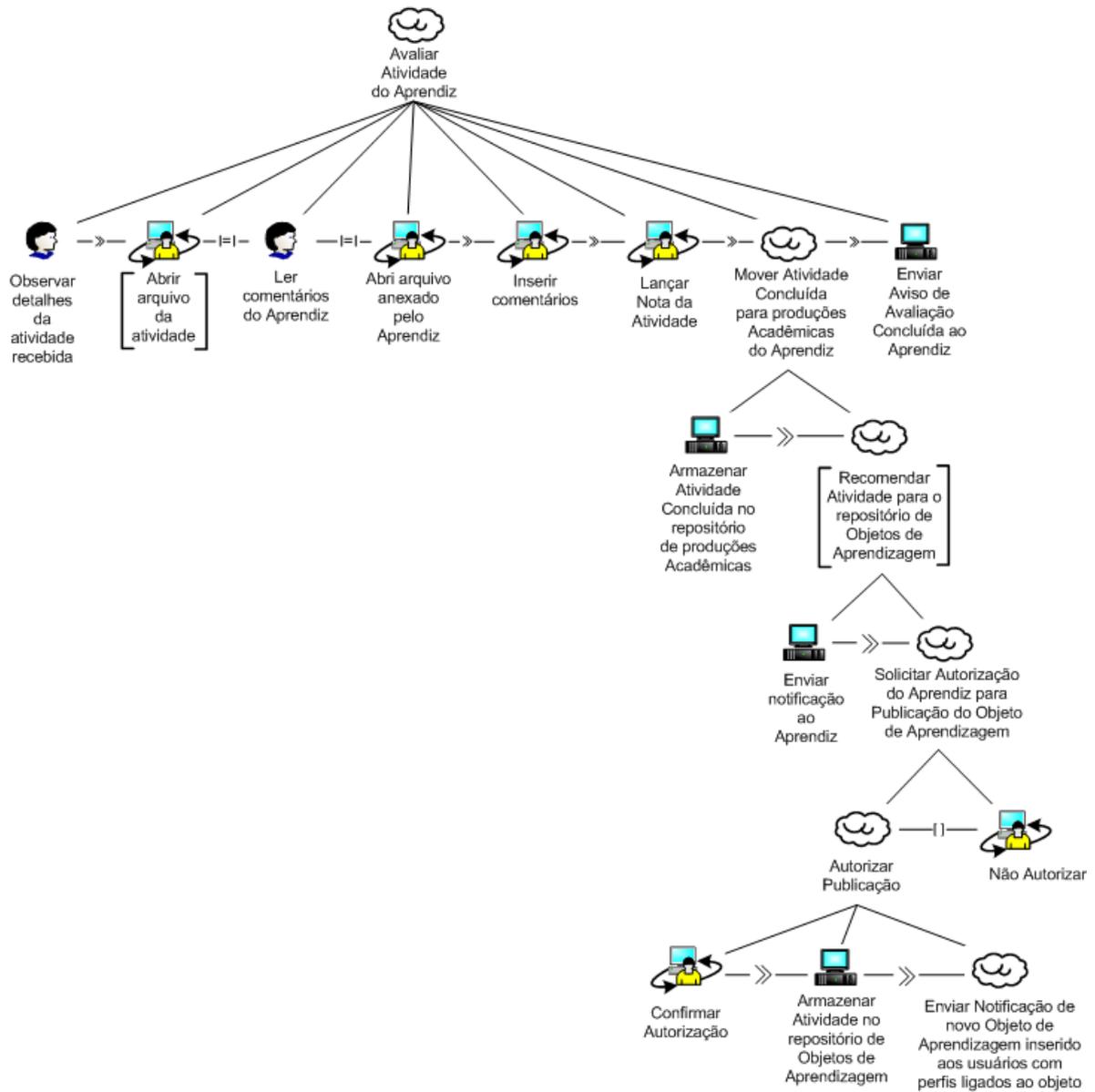


Figura 6.19 – Tarefa Avaliar Atividade (formador).

d. Tarefa Cadastrar Objeto de Aprendizagem

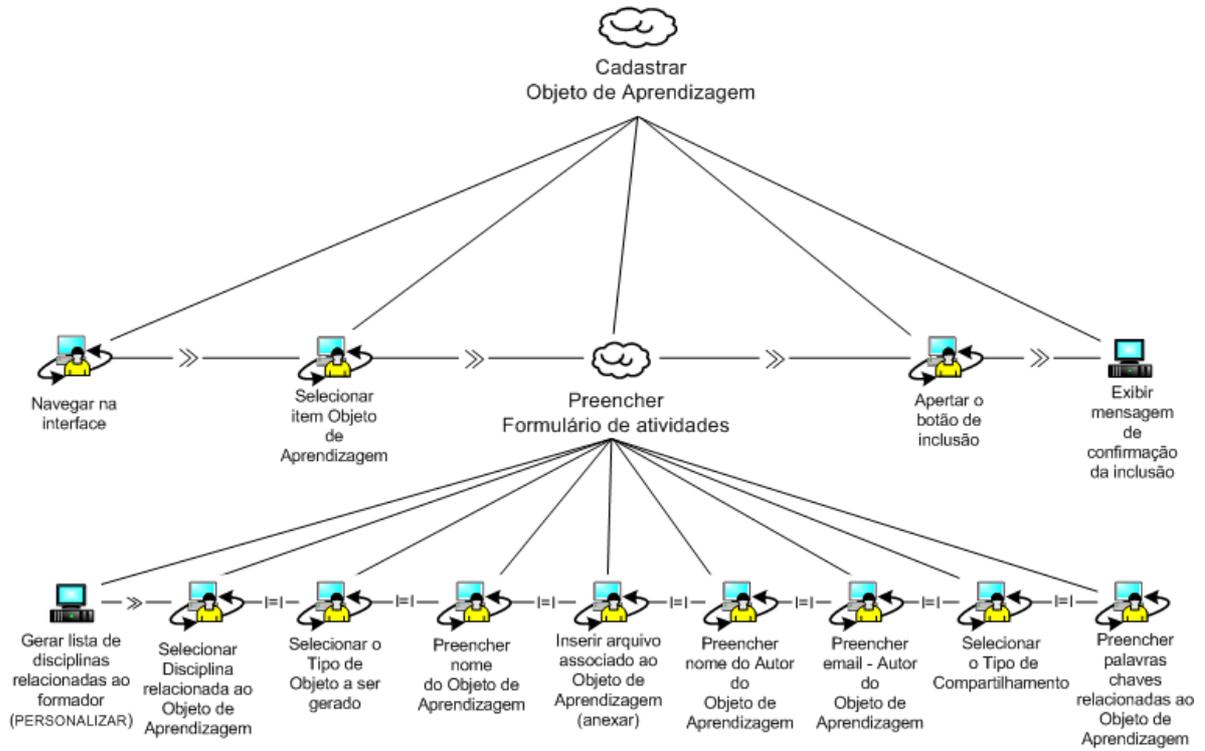


Figura 6.20 – Tarefa Cadastrar Objeto de Aprendizagem (formador).

e. Tarefa Distribuir Objeto de Aprendizagem

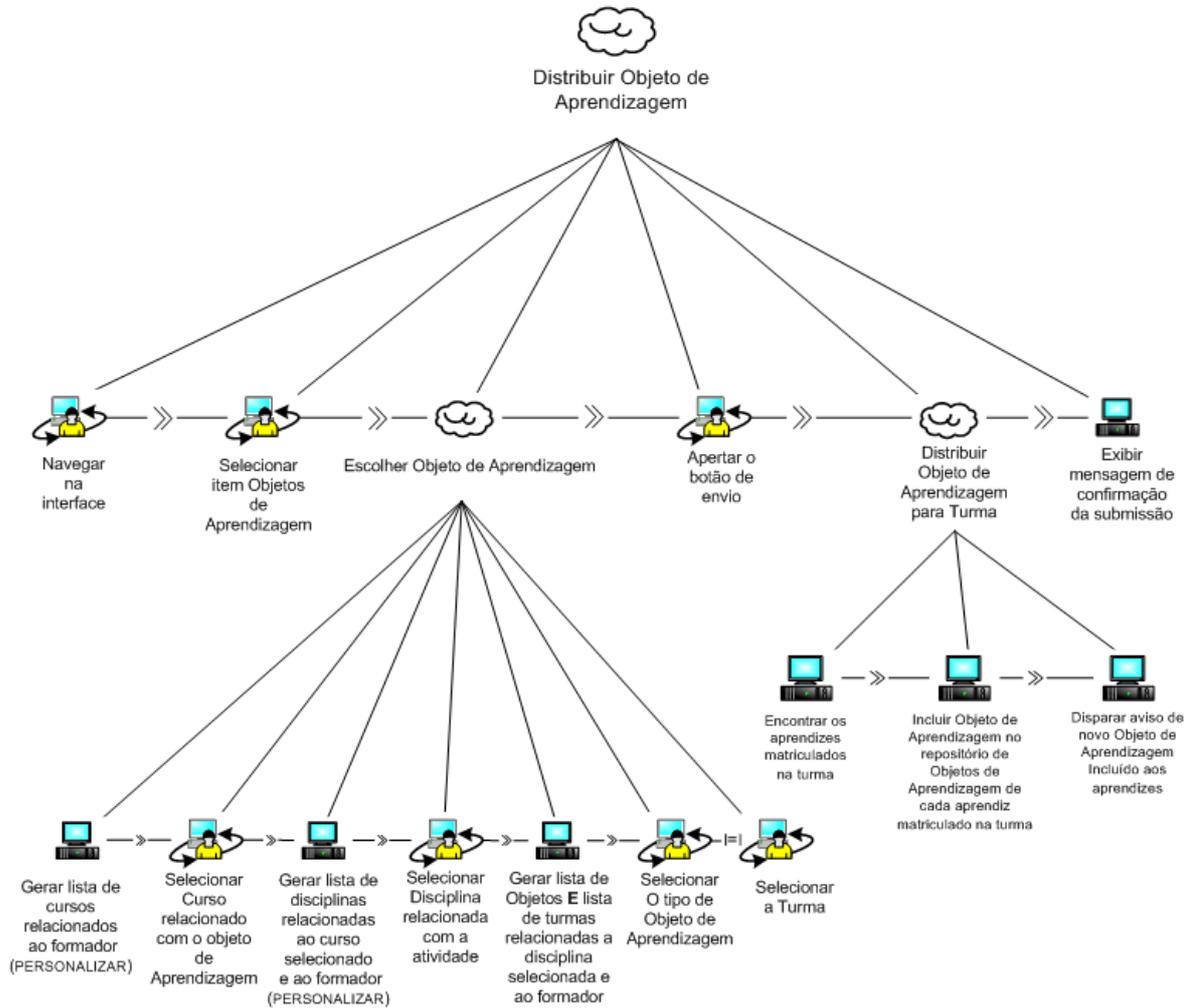


Figura 6.21 – Tarefa Distribuir Objeto de Aprendizagem (formador).

f. Tarefa Consultar Atividades

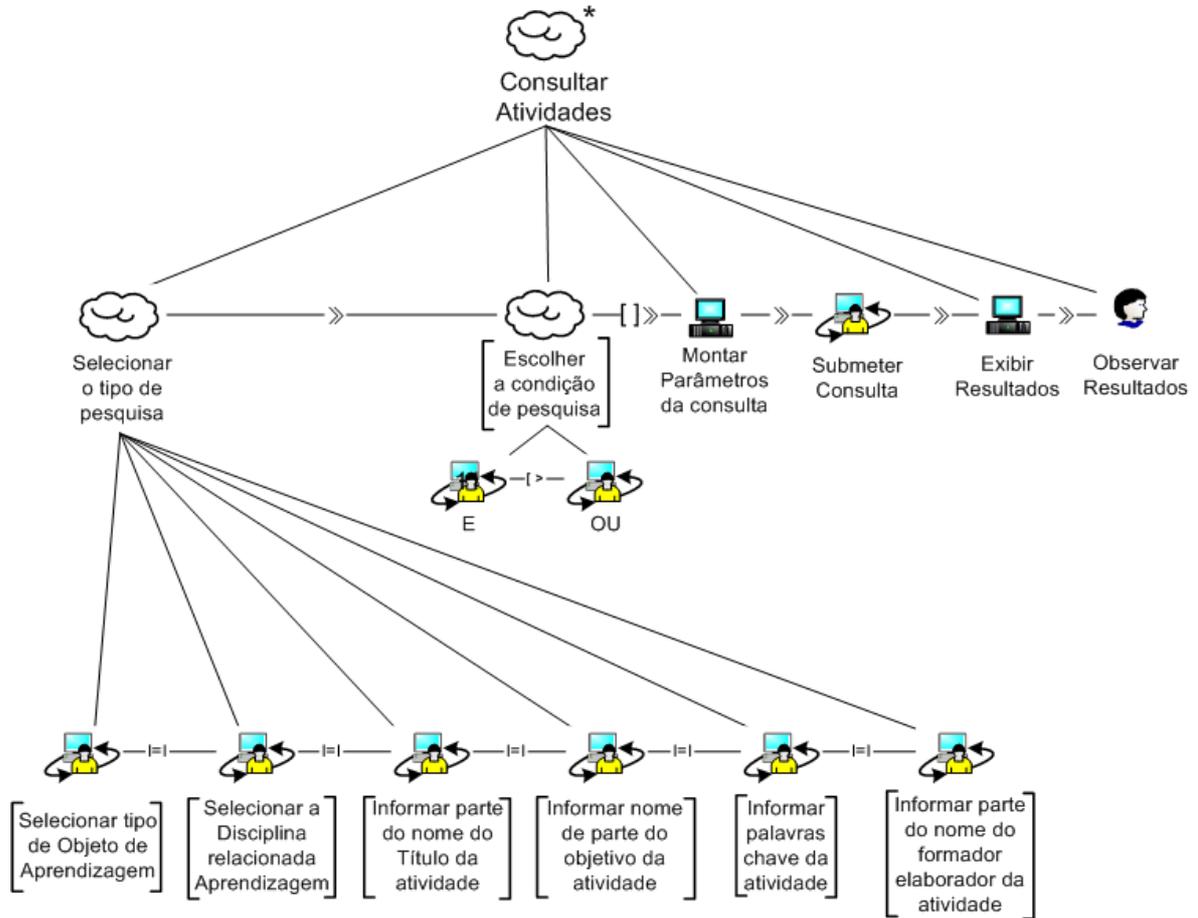


Figura 6.22 – Tarefa Consultar Atividades (formador).

g. Tarefa Consultar Objetos de Aprendizagem

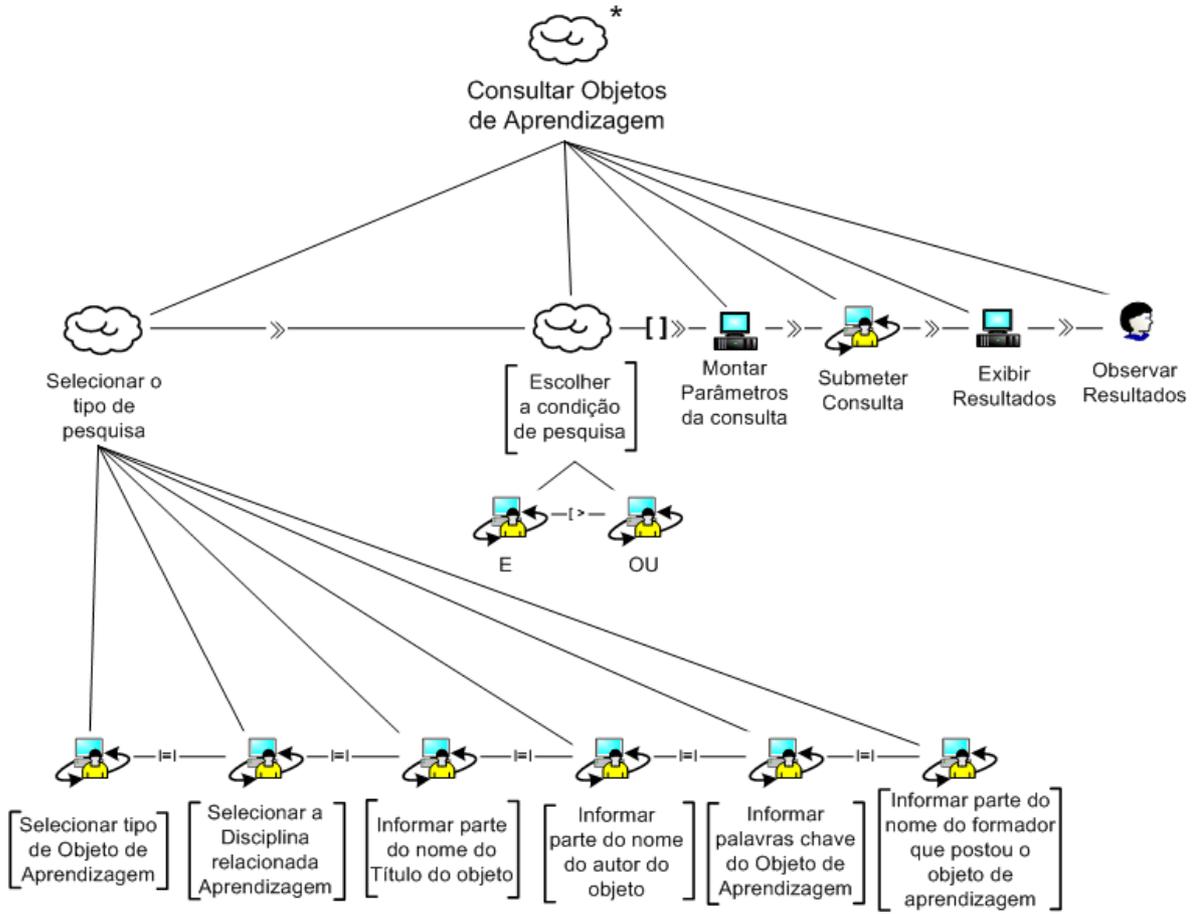


Figura 6.23 – Tarefa Consultar Objetos de Aprendizagem (formador).

h. Monitorar Objetos de Aprendizagem

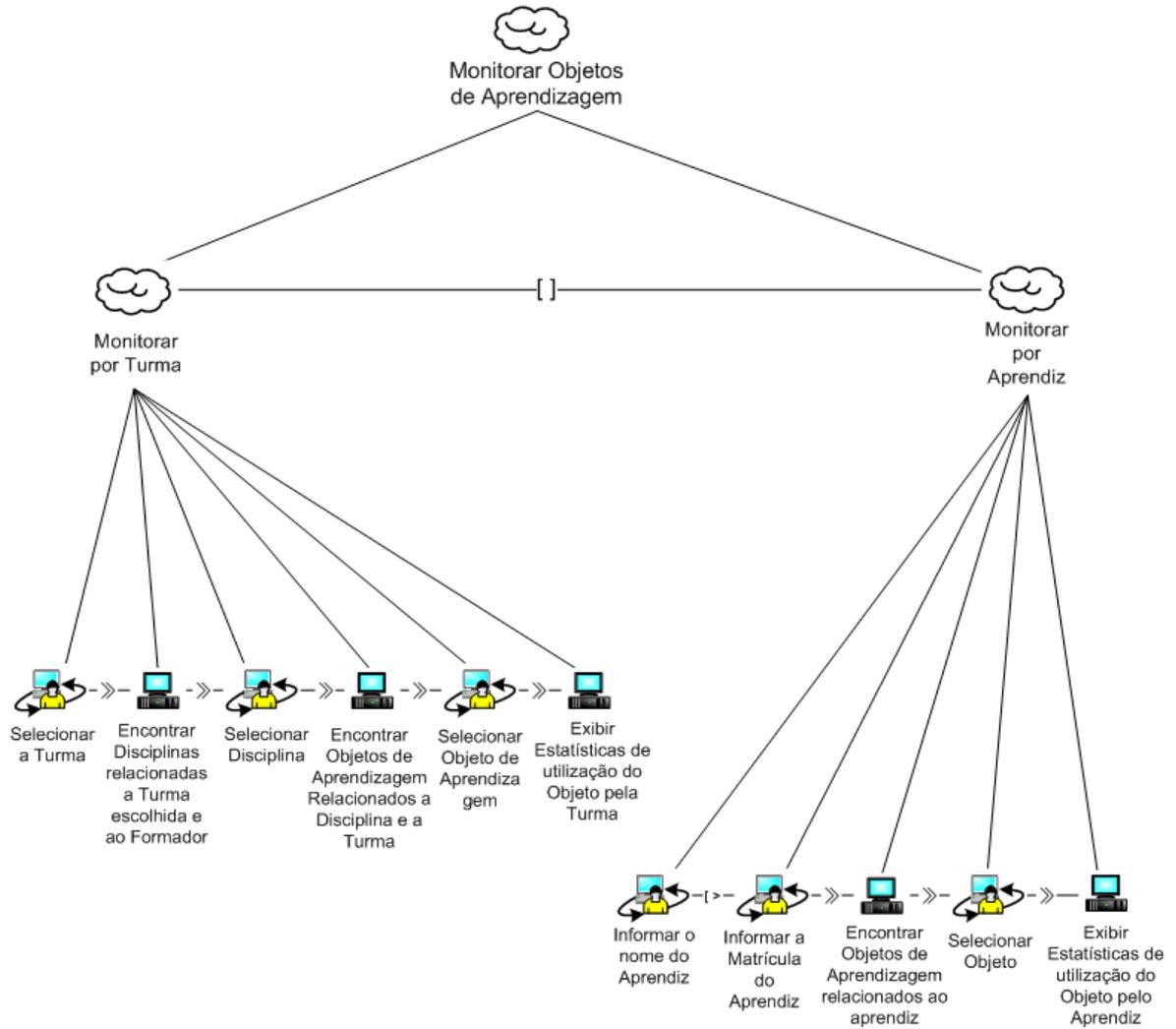


Figura 6.24 – Tarefa Monitorar Objetos de Aprendizagem.

i. Acompanhar Desempenho

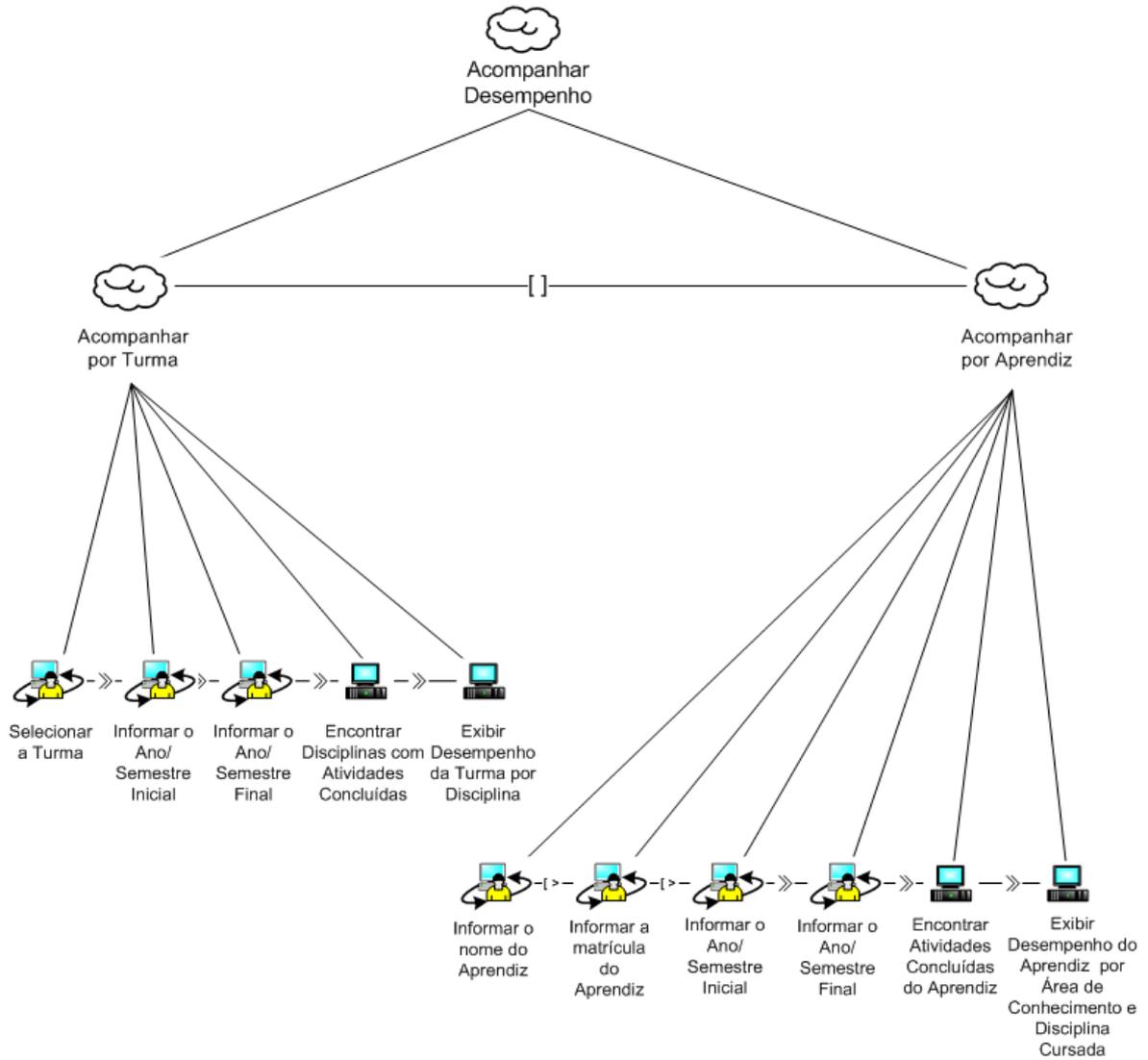


Figura 6.25 – Tarefa Acompanhar Desempenho.

6.4.3.4. Tarefas do Módulo de Aprendizizes

As tarefas desta subsecção são inerentes ao módulo de aprendizizes e estão representadas nas Figuras 6.26 e 6.27.

a. Acompanhar Atividade

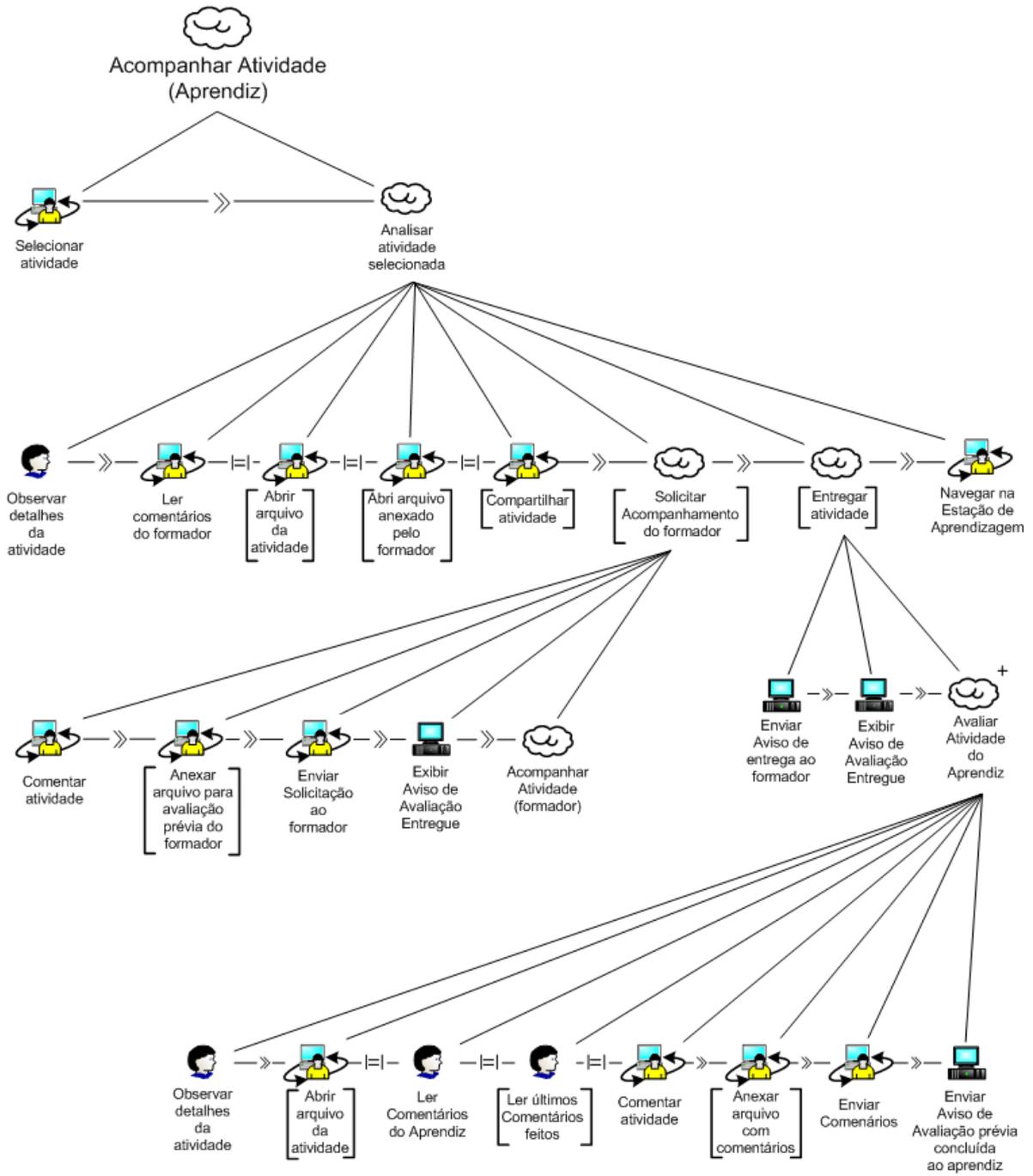


Figura 6.26 – Tarefa Acompanhar Atividade (aprendiz).

b. Inserir Objetos de Aprendizagem

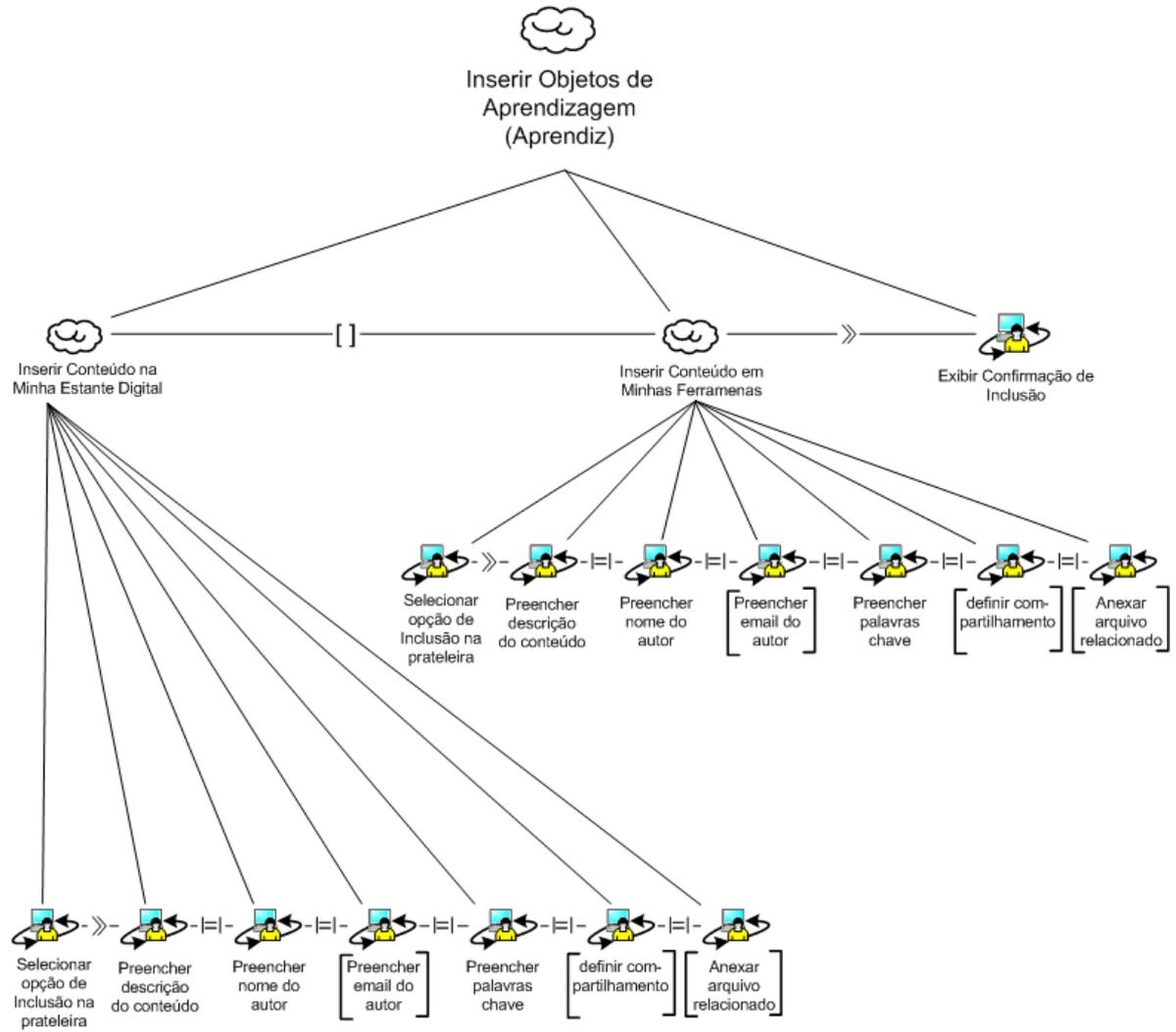


Figura 6.27 – Tarefa Inserir Objetos de Aprendizagem (aprendiz).

6.4.3.5. Tarefas dos Módulos Internos do ACAI

As tarefas desta subseção são inerentes ao módulo de aprendizes e estarão representadas nas Figuras 6.28 - 6.30.

a. Montar Estação de Aprendizagem

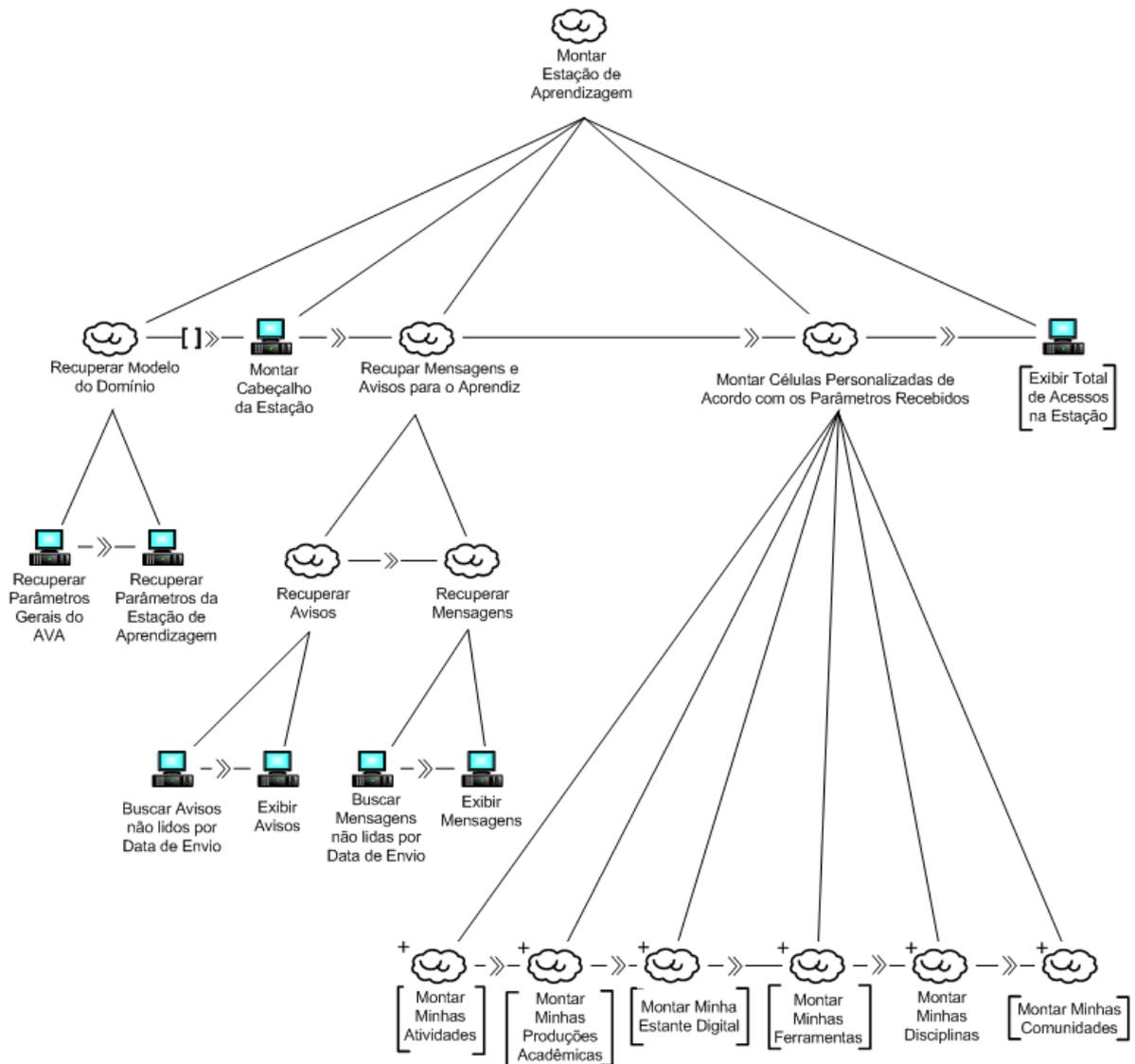


Figura 6.28 – Tarefa Montar Estação de Aprendizagem.

b. Montar Minhas Produções Acadêmicas, Montar Manhas Disciplinas e Montar Minhas Comunidades (Subtarefas)

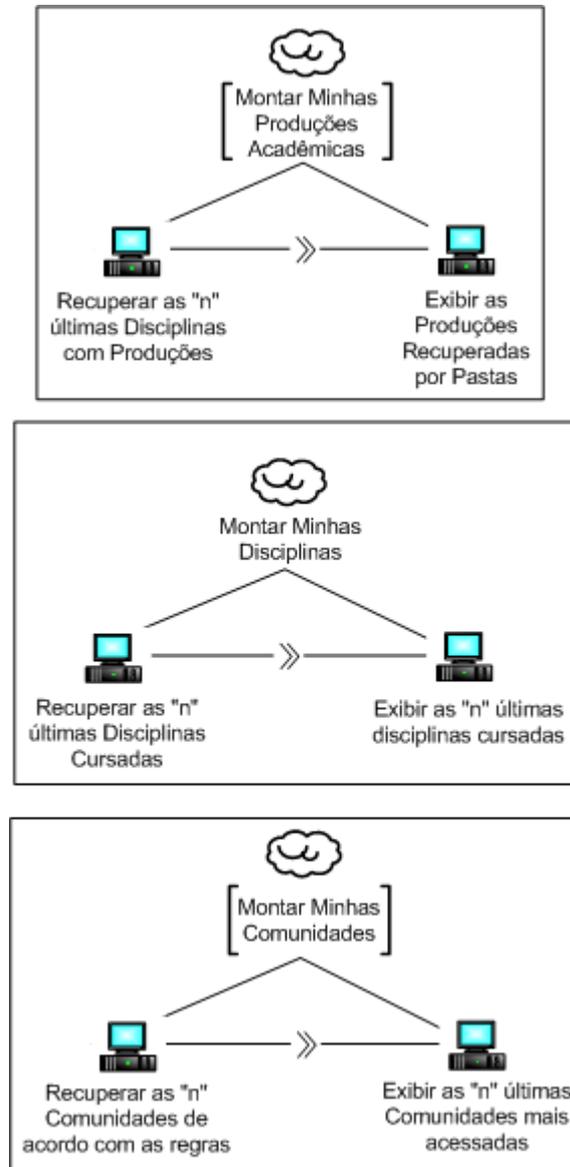


Figura 6.29 – SubTarefas Minhas Produções Acadêmicas, Montar Manhas Disciplinas e Montar Minhas Comunidades.

c. Montar Minha Estante Digital, Montar Minhas Ferramentas e Montar Minhas Atividades

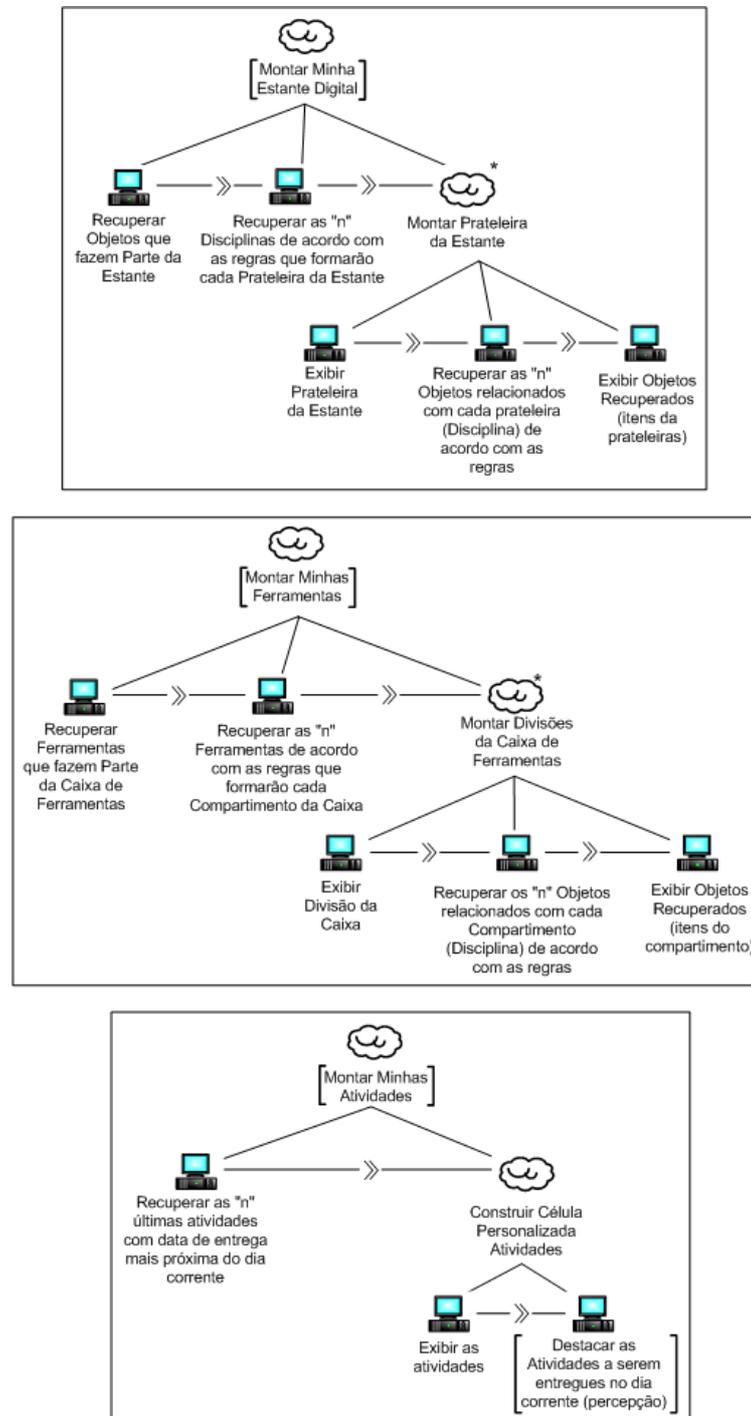


Figura 6.30 – SubTarefas Montar Minha Estante Digital, Montar Minhas Ferramentas e Montar Minhas Atividades.

6.5. Considerações Finais do Capítulo

Este capítulo teve como objetivo principal descrever a arquitetura proposta para o ACAI e a partir da descrição da mesma buscou-se descrever formalmente os aspectos envolvidos na utilização do ambiente através do módulo de casos de uso que ilustraram as principais situações de utilização.

O modelo de Entidade relacionamento descreveu a camada de dados responsável por armazenar os componentes manipulados pelo ACAI, bem como os modelos do usuário e do domínio que são fundamentais para atribuir as características de SHAs no AVA proposto, estes modelos serão descritos de forma detalhada no capítulo 7.

O capítulo também procurou ilustrar as principais tarefas envolvidas na utilização do ACAI através dos diagramas de modelagem de tarefas. A importância de tais modelos está em ilustrar graficamente o funcionamento do AVA, detalhando as tarefas realizadas pelos usuários, pelo próprio AVA e as tarefas que envolvem a interação usuários-sistema. Todos os diagramas foram testados e simulados com a ferramenta CTTE, que permitiu a validação do AVA antes da sua primeira implementação.

Este capítulo serve como base para os capítulos seguintes que utilizam muitos dos conceitos aqui descritos para apresentar o restante do trabalho nos aspectos relacionados ao trabalho colaborativo, personalização, SHA, interdisciplinaridade, desenvolvimento das interfaces e percepção. Alguns desses conceitos aparecem de forma integrada no capítulo, uma vez que este trabalho, como outras abordagens que também propõem AVAs envolvem conceitos das áreas de educação, ciências sociais, informática na educação e da ciência da computação e suas subáreas como engenharia de software, banco de dados, programação para *web*, trabalho colaborativo e projeto de interfaces.

7. Aplicação dos Conceitos Apresentados na implementação do ACAI

A proposta do capítulo é mostrar como cada conceito ou a combinação deles foram implementados no ACAI. Cada subseção faz uma revisão do conceito tratado para em seguida detalhar a implementação no ACAI. O capítulo foi estruturado com as seguintes subseções: subseção 7.1 aborda o trabalho colaborativo e os elementos envolvidos na colaboração; a subseção 7.2 explica as comunidades virtuais dentro do ACAI; a subseção 7.3 descreve como está implementado o conceito de interdisciplinaridade no ACAI; a subseção 7.4 trata da usabilidade das interfaces; a subseção 7.5 descreve os mecanismos de adaptação implementados no ambiente além de propor uma otimização da arquitetura detalhada utilizando agentes de software. O capítulo encerra-se na subseção 7.6 com as considerações finais.

7.1. Trabalho Colaborativo no ACAI

De acordo com o modelo proposto por Fuks et al. (2002) e detalhado na subseção 2.1 deste trabalho, os participantes precisam dialogar, organizar-se e interagir em conjunto num espaço compartilhado. O ACAI possui mecanismos que apóiam a interação entre os participantes, disponibilizando ferramentas que facilitam o trabalho colaborativo e conseqüentemente a interação entre os participantes envolvidos. Neste contexto o ACAI é o próprio agente responsável pela coordenação que organiza e dispõe as tarefas que são executadas na cooperação.

A proposta do ACAI para a colaboração é baseada no modelo de colaboração 3C proposto por Fuks et al. (2002), este modelo foi ilustrado na Figura 2.1 do capítulo 2 deste trabalho. O ACAI será o responsável pela coordenação do processo de colaboração apoiado por mecanismos de percepção que são explicitados na interface proposta para o ambiente, estes mecanismos visam facilitar o processo de interação entre participantes e entre participantes e o ambiente.

7.1.1. A comunicação no ACAI

O ACAI permite que sejam inseridas ferramentas de comunicação externas, porém não haverá controle sobre a troca de mensagens (interação). Para facilitar a

interação o ACAI traz em sua implementação uma ferramenta de comunicação própria, do tipo assíncrona, com características que facilitam o processo de colaboração e percepção. Esta ferramenta permite que os participantes troquem mensagens, além do envio de avisos e mensagens gerados pelo próprio ambiente.

A ferramenta possui controles que facilitam o processo de colaboração como por exemplo: a entrega garantida da mensagem, se por algum motivo a mensagem não puder ser enviada, o participante que enviou a mensagem será informado imediatamente. Além do controle na entrega da mensagem, é possível ao participante que enviou a mensagem saber a data em que o receptor abriu a mensagem, porém esse controle não garante sua leitura, o controle servirá como mecanismo de estímulo a percepção do usuário que enviou a mensagem. O processo de comunicação é monitorado do início ao fim e cada fase é marcada por um *status* de acompanhamento.

Todo o fluxo de mensagens é armazenado pelo ambiente, dessa forma cada participante poderá acessar o histórico de suas mensagens através do módulo de mensagens.

O processo de coordenação da comunicação pelo ACAI é descrito no diagrama de modelagem de tarefas ilustrado na Figura 7.1.

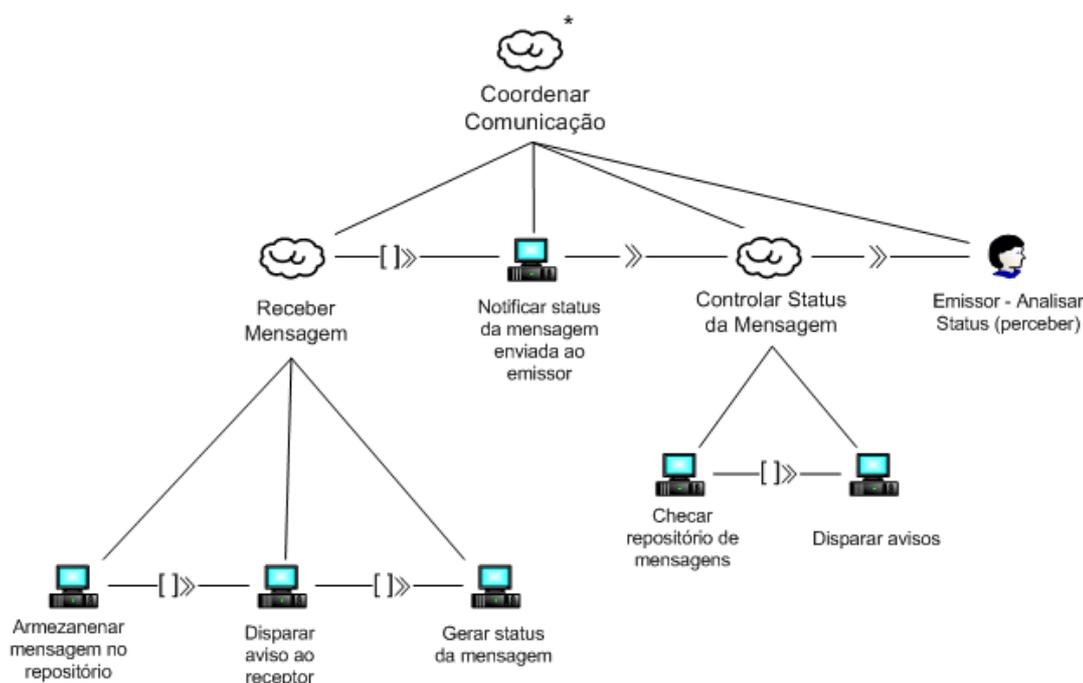


Figura 7.1 – Modelagem da tarefa Coordenar Comunicação no ACAI.

7.1.2. A Coordenação no ACAI

Segundo a proposta de Fuks et al. (2003) a coordenação das atividades exige mecanismos eficazes que garantam o sucesso na gerência de fluxo de trabalho (*workflow*). O ACAI possui internamente uma ferramenta de controle de fluxo, utilizada por formadores e aprendizes sempre que uma atividade é disparada.

Todo o fluxo de trabalho referente à atribuição de uma atividade aos aprendizes é descrito na Figura 7.2. A Figura detalha as fases distintas do processo de coordenação (pré-articulação, acompanhamento e pós-articulação), estas fases foram demarcadas as com linhas tracejadas no fluxo. O fluxo de trabalho é apoiado por tarefas que foram descritas nas Figuras: 6.17-6.19, 6.22 e 6.26 já detalhadas no capítulo 6 deste trabalho.

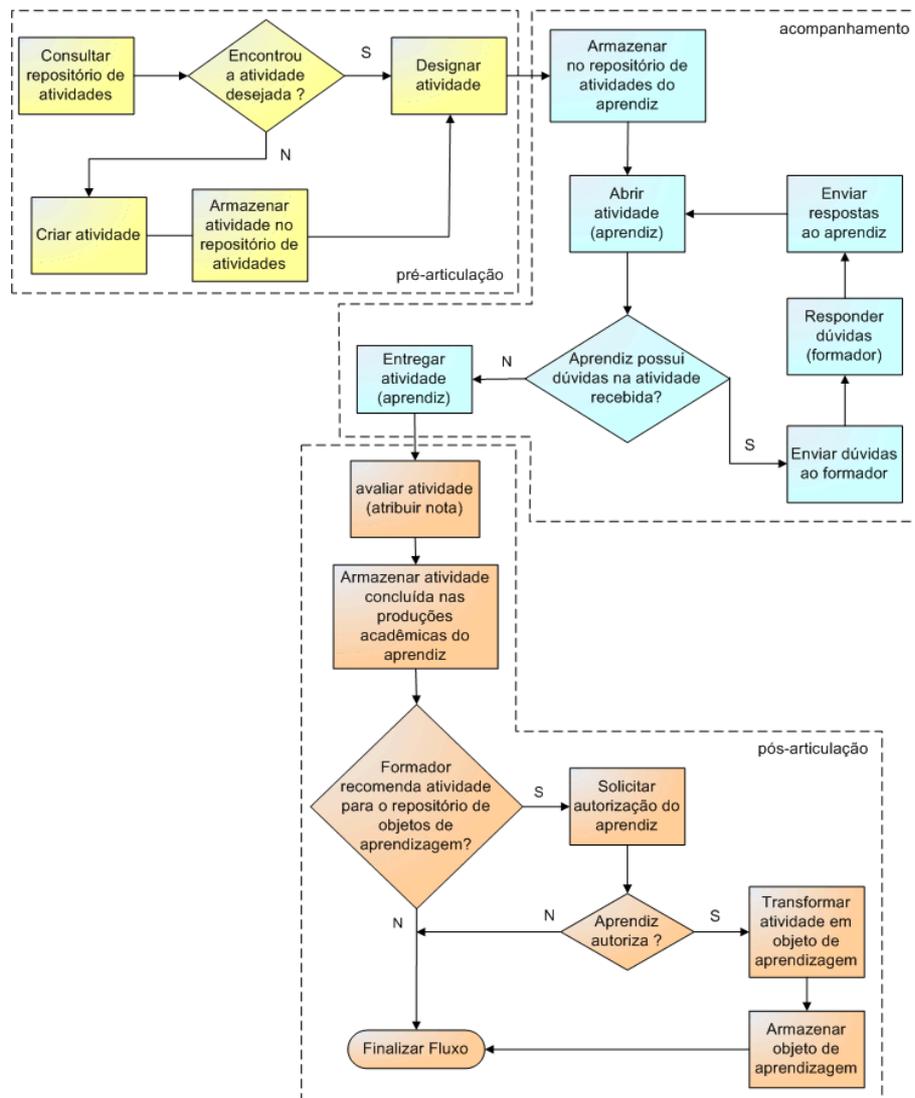


Figura 7.2 – Workflow relacionado à atribuição e acompanhamento de atividades no ACAI.

Além de gerenciar as atividades designadas, os mecanismos de controle de fluxo do ACAI controlam também a colaboração entre formadores. Esse fluxo de controle envolve apenas os formadores e ocorre sempre que um formador sugere recomendações a uma atividade existente no repositório de atividades.

O fluxo inicia quando um formador acessa o repositório de atividades, encontra uma atividade específica e sugere modificações na atividade encontrada. Para que as modificações sugeridas sejam aplicadas à atividade é necessário que o autor da atividade autorize as modificações. Se autorizado, o próprio autor deve aplicar as recomendações à atividade em questão. A Figura 7.3 detalha o fluxo, demarcando as fases distintas do processo.

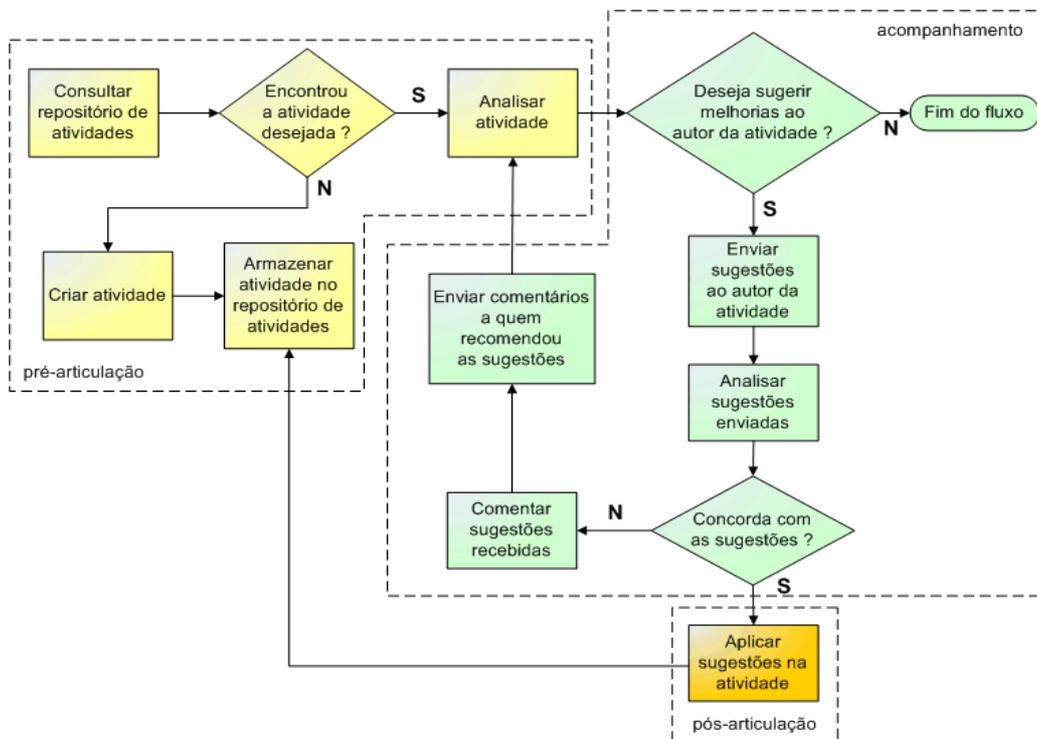


Figura 7.3 – Workflow relacionado a sugestão de modificações em atividades no ACAI.

7.1.3. A Cooperação no ACAI

O espaço compartilhado que serve de base para a cooperação no ACAI está presente: nos repositórios de atividades e objetos de aprendizagem; nas comunidades virtuais; e nas estações de aprendizagem. A Figura 7.5 mostra os participantes envolvidos no processo de colaboração.

Entende-se por espaço compartilhado um repositório abstrato de dados que é formado por vários repositórios reais, cujos conteúdos são administrados por mecanismos de controle do ACAI. Os formadores têm amplo controle do espaço de aprendizagem, podendo inserir informações nos repositórios compartilhados e realizar modificações nesses repositórios sempre que acharem necessário, trabalhando de forma cooperativa.

A Figura 7.4 ilustra um cenário onde um conjunto de formadores inserem informações e ao mesmo tempo cooperam na manutenção dessas informações.

Estações de aprendizagem podem ser geradas e utilizadas por aprendizes, estas estações são geradas a partir dos dados existentes nos repositórios. Os aprendizes também participam do processo de colaboração quando utilizam o espaço compartilhado. Essa colaboração pode acontecer de três formas:

- a. quando compartilham um objeto de aprendizagem com outros aprendizes;
- b. a partir de uma atividade concluída, e adicionada pelo formador ao repositório, esta atividade transforma-se em um objeto de aprendizagem e passa a integrar o repositório de objetos de aprendizagem;
- c. quando interagem com outros participantes nas CVAs.

As CVAs implementadas no ACAI serão detalhadas na subseção 7.2 deste capítulo.

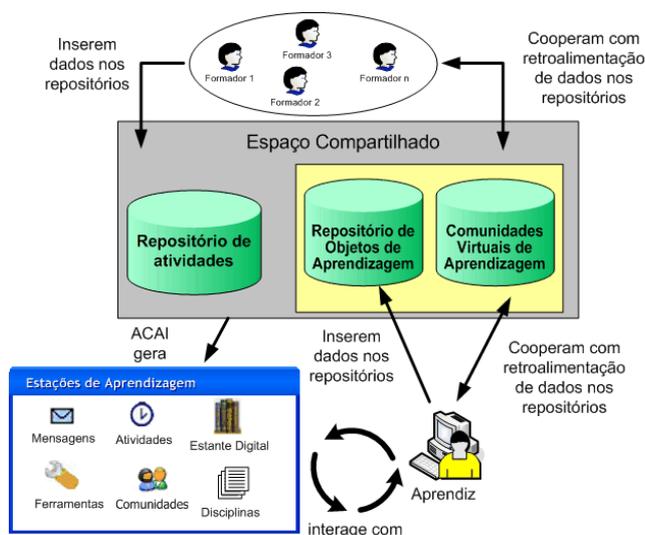


Figura 7.4 – Formas de cooperação no ACAI.

7.1.4. Elementos de Percepção no ACAI

O ACAI utiliza alguns elementos de percepção que apóiam o trabalho individual e o trabalho em grupo. Mesmo com enfoques diferentes, os elementos de percepção foram projetados de forma a se completar auxiliando o trabalho individual no contexto da colaboração. Os elementos de percepção individual são descritos nas subseções a seguir.

7.1.4.1. Elementos de Percepção no módulo de Mensagens e Avisos

O módulo de mensagens e avisos funciona como a principal ferramenta de percepção individual para os participantes. O módulo é responsável por distribuir mensagens enviadas por participantes ou pelos mecanismos de percepção do ACAI. Esses mecanismos monitoram continuamente os principais repositórios do ambiente informando os participantes, de acordo com suas áreas de interesse, a inclusão de novos recursos nesses repositórios.

Sempre que uma nova mensagem chega um quadro de avisos é mostrado. Caso o participante não esteja *on-line*, um alerta em negrito informa o quantitativo de mensagens novas na seção de mensagens da interface, como ilustra a Figura 7.6.

Se uma mensagem tem alta prioridade, após um número de segundos determinado no modelo do domínio, um quadro de aviso será enviado ao centro da interface do participante informando a existência de mensagens de alta prioridade (Figura 7.5), estes avisos se repetem até que o participante abra sua caixa de mensagem. Este recurso pode ou não ser ativado no ambiente. A sua ativação será determinada pelo administrador do ambiente ao configurar o comportamento do modelo do domínio. Maiores detalhes sobre o modelo do domínio serão tratados na subseção 7.5 deste capítulo. No capítulo 8, que trata dos cenários de utilização do ACAI, serão ilustrados de forma prática os mecanismos de percepção nas interfaces do ambiente.

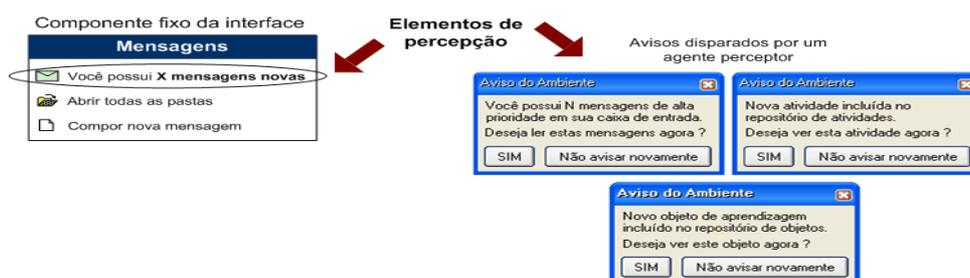


Figura 7.5 – Elementos de Percepção individual no ACAI.

7.1.4.2. Elementos de Percepção na Estação de Aprendizagem

Para facilitar a interação dos aprendizes o ACAI utiliza alguns elementos de percepção na estação de aprendizagem. Estes elementos somados aos do módulo de mensagens e avisos têm por objetivo facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Os elementos de percepção atuam sobre partes específicas da estação de aprendizagem, denominadas de células personalizadas, que são assim denominadas em função do conteúdo disponibilizado estar relacionado ao perfil de cada aprendiz.

As próprias mudanças de conteúdo ou posicionamento de informação dentro de cada célula já atuam como elementos de percepção. A Figura 7.7, exemplifica os elementos de percepção da célula Minhas Atividades. Sempre que um formador atribui uma atividade a um aprendiz, esta atividade torna-se parte do conteúdo da célula Minhas Atividades. Caso existam outras atividades pendentes estas também farão parte da célula.

Os mecanismos de percepção exibem as atividades de acordo com data de entrega, as atividades com prazo de entrega menor aparecem sempre no início da listagem. Ao olhar para a célula o aprendiz percebe de imediato quais as atividades precisam ser concluídas mais rapidamente.

Um outro elemento de percepção que apóia esta célula são os rótulos de alta prioridade, estes rótulos aparecem como marcadores de atividades. Duas cores distintas são utilizadas, se o rótulo aparece na cor amarela, significa que a atividade marcada precisa ser entregue do dia corrente, caso o rótulo esteja na cor vermelha significa que a data de entrega da atividade já passou. Estes elementos de percepção podem ser vistos na Figura 7.6 onde aparecem destacados com elipses.



Figura 7.6 – Elementos de Percepção atuando nas células Minhas Atividades e Minhas Produções Acadêmicas no ACAI.

Ao entregar uma atividade, esta deixará de fazer parte da célula Minhas Atividades e passará a ser exibida na célula Minhas Produções Acadêmicas. Neste momento a atividade é vinculada a pasta com o nome da disciplina que gerou a atividade como mostrado na Figura 7.6.

A célula personalizada que agrupa os objetos de aprendizagem designados ao aprendiz, ou inseridos por ele, também são apoiadas por elementos de percepção. Estes elementos alteram a ordem dos objetos na célula, informam quando um novo objeto foi inserido e agrupam os objetos em função da disciplina relacionada aos mesmos.

A ordem em que um objeto aparece na célula é definida em função do total de acessos dos aprendizes a cada um desses objetos, os objetos mais acessados são colocados sempre no início da listagem. Como cada objeto é vinculado a sua respectiva disciplina, o total de acessos a disciplina também é monitorado, as disciplinas mais acessadas sempre aparecem no início da listagem, isso permite que o aprendiz perceba quais disciplinas estão sendo mais acessadas e ainda que objetos de aprendizagem relacionado a disciplina estão sendo mais utilizados.

A Figura 7.8 mostra uma possível configuração da célula que abriga os objetos de aprendizagem, representada pelas disciplinas 2, disciplina 1 e disciplina 3. Cada disciplina possui um número de objetos a ela associado, observa-se na Figura 7.8 que os objetos 2, 3 e 1 são os mais acessados dentro da disciplina 2, cada um possui 7, 5 e 2 acessos respectivamente totalizando 14 acessos. O mesmo pode ser observado para as disciplinas 1 e 3 que possuem 11 e 3 acessos totais respectivamente. Ao totalizar o número de acessos por objetos de aprendizagem e somar a cada disciplina é possível montar a célula personalizada disponibilizando sempre no início da célula personalizada as disciplinas mais acessadas pelo aprendiz.

As interações do usuário sobre cada célula tornam-se importantes elementos de percepção e permitem que os participantes do processo saibam antecipadamente quais itens da interface estão sendo mais utilizados sem a necessidade de uma consulta adicional. A Figura 7.7 ilustra o exemplo comentado.

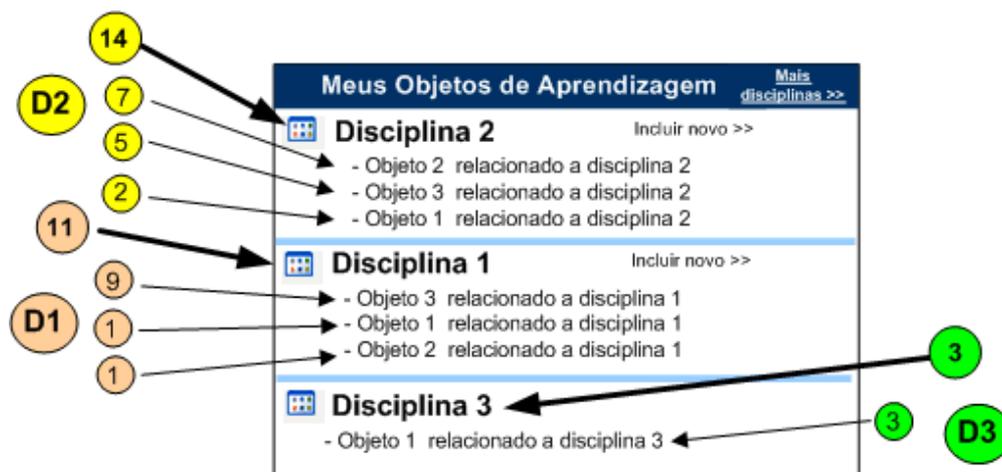


Figura 7.7 – Elementos de Percepção atuando na célula Meus Objetos de Aprendizagem no ACAI.

7.1.4.3. Elementos de Percepção em grupo no ACAI

Os elementos de percepção em grupo no ACAI são utilizados para identificar os participantes que estão participando de uma atividade em grupo, quando se trabalha de forma colaborativa é necessário saber quem está fazendo o que no processo de colaboração. Os elementos de percepção poderão ajudar os participantes identificando, por exemplo, quem fez a última alteração em um determinado objeto, a data e hora que esta alteração foi feita, o status da atividade (pendente, em análise, em avaliação, etc.). Estes e outros controles são todos implementados pelo ACAI quando um fluxo de trabalho colaborativo é iniciado.

7.2. As Comunidades Virtuais de Aprendizagem no ACAI

A proposta do ACAI é permitir que os participantes do ambiente possam criar suas próprias CV de acordo com suas necessidades. Essas comunidades tem foco na aprendizagem, sendo consideradas Comunidades Virtuais de Aprendizagem (CVA). A proposta inicial do ACAI é que exista um número de CVAs previamente criadas pelos especialistas de cada área de conhecimento e à medida que o ambiente vá sendo utilizado novas comunidades sejam criadas.

No ACAI os participantes das CVAs podem trocar experiências, opiniões, interesses e desta forma trabalhar de forma cooperativa. Os mecanismos de controle do ambiente manterão atualizados os participantes através do envio de mensagens, sempre que um novo objeto seja inserido na CVA ligada ao participante.

Toda interação com as CVAs são monitoradas pelo ACAI, com objetivo de fazer recomendações a participantes do ambiente que tenha a mesma área de interesse ao qual uma CVA está relacionada. Esta facilidade atua de forma pró-ativa, ou seja, um participante com perfil já definido não precisa buscar por uma CVA de seu interesse, o próprio ambiente se encarrega de fazer recomendações aos participantes com características que se encaixem no perfil da comunidade.

A Figura 7.8 resume a idéia proposta para as CVAs no ACAI, que agrupam participantes com interesses comuns e são apoiadas por mecanismos que permitem aos participantes discutir e elaborar novos tópicos de discussão permitindo que os mesmos trabalhem de forma colaborativa.

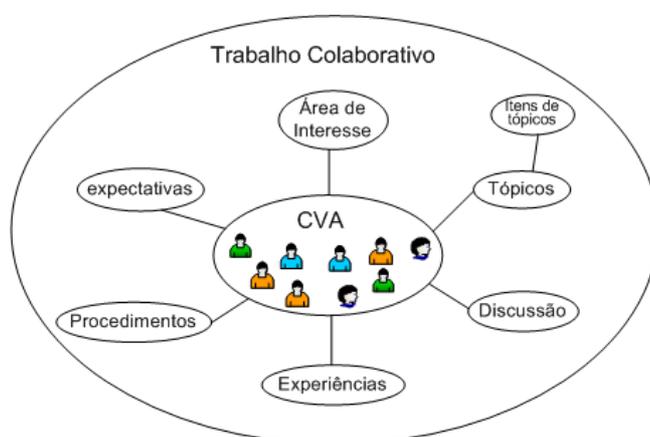


Figura 7.8 – Comunidades Virtuais de Aprendizagem proposta pelo ACAI.

7.3. A Interdisciplinaridade no ACAI

A riqueza da interdisciplinaridade está na produção de saberes onde tudo se aproveita, *“todo mundo sabe alguma coisa diferente do outro e é exatamente essa diferença dos saberes que enriquece o coletivo inteligente”* (Silva, 2000).

A proposta do ACAI em relação à interdisciplinaridade acontece nas relações entre seus participantes, nas relações entre os objetos de aprendizagem e na produção ou manutenção desses objetos que pode ocorrer por meio de um processo de colaboração entre participantes.

Quando um participante insere um objeto de aprendizagem no repositório do ACAI, esse objeto é caracterizado por atributos que permitem identificar seus objetivos, palavras-chave, disciplinas relacionadas e área de conhecimento.

O relacionamento entre os objetos de aprendizagem no ACAI pode ocorrer de duas formas: **a)** através da área de conhecimento principal relacionada ao objeto, que permite que sejam feitas relações com outros objetos; e **b)** pela utilização de palavras-chave, que relacionam objetos que estejam ligados por um conjunto união de palavras-chave.

Para exemplificar a relação entre os objetos de aprendizagem supõe-se a existência de dois objetos pré-existentes: objeto 1 e objeto 2. Esses objetos podem ser relacionados pelos atributos palavras-chave e área de conhecimento. Em um dado momento um formador deseja criar um novo objeto de aprendizagem. Antes da criação do objeto o formador faz uma busca tentando encontrar objetos semelhantes pela área de conhecimento ou através das palavras-chave.

A busca poderá retornar **n** objetos de aprendizagem que poderão servir de base para a criação de um novo objeto com características semelhantes. A partir desse ponto, novos objetos podem ser criados (objeto 3 e objeto 4) de acordo com os atributos que relacionam estes objetos. A Figura 7.9 ilustra esse processo.

A ligação entre objetos de aprendizagem, por área de conhecimento ou palavras-chave, dá suporte a interdisciplinaridade além de reforçar o conceito de construção coletiva do conhecimento proposta de Silva (2000). Novos objetos poderão surgir da combinação de objetos pré-existentes ou através da colaboração entre participantes para produzir um mesmo objeto utilizando os mecanismos de controle e colaboração existentes no ACAI.

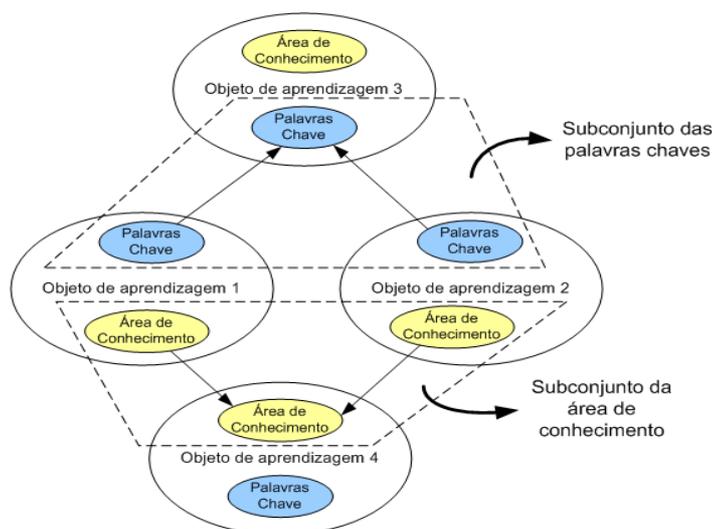


Figura 7.9 – A Interdisciplinaridade e os Objetos de Aprendizagem no ACAI.

As relações mostradas na Figura 7.10 podem ser aplicadas da mesma forma para construção de atividades no ACAI, de forma colaborativa e interdisciplinar uma atividade pode ser elaborada tendo como base outras pré-existentes. Além da possibilidade de colaboração na construção de atividades pelos formadores, a mesma pode ser transformada em objeto de aprendizagem, como já detalhado na subseção 7.1.4.2 deste capítulo.

O aprendiz pode participar do processo de colaboração e transformação inerentes à interdisciplinaridade, isso ocorre quando uma atividade que é designada por um formador é concluída por um aprendiz e após sua avaliação pode originar um objeto de aprendizagem. Este ciclo de transformação foi detalhado na Figura 7.9 reforçando a idéia de interdisciplinaridade proposta por Silva (2000).

7.4. A Usabilidade das Interfaces do ACAI

Estudos empíricos descrevem economia na escala de milhões de dólares referente ao investimento no desenvolvimento e aprimoramento da interface. Utilizar padrões e regras no desenvolvimento de interfaces traz contribuições significativas ao processo de desenvolvimento de software. Baseado nessas premissas, diversas organizações públicas e privadas têm voltado crescentemente interesse para esta área (Nielsen, 2000, 2002).

O termo usabilidade surge como um sinônimo de qualidade do software, pois está relacionado a facilidade de aprendizagem, eficiência, facilidade de memorização, menor incidência de erros na interação e a satisfação do usuário.

A construção do ACAI foi norteadada por quatro regras de Usabilidade que foram todas aplicadas no domínio das interfaces *web* (plataforma do ACAI). Essas regras foram baseadas nas proposições de Shneiderman (1998), Nielsen e Tahir (2000, 2002), Norman (2002) e Krug (2006). As quatro regras utilizadas no ACAI são descritas a seguir:

- a. **Qualidade está baseada na rapidez e confiabilidade:** as páginas de uma aplicação *web* precisam ser muito mais rápidas que bonitas, muito mais confiáveis que modernas e muito mais simples que complexas;
- b. **Os *links* são peças chave nas interfaces *web*:** os *links* são os principais elementos de interação na *web*, é através dos *links* que se pode ir de um lugar ao outro. *Links* estão diretamente relacionados com a navegação do *website* e por

isso sua estrutura deve ser bastante planejada, principalmente para não aumentar a complexidade de interação.

- c. **As conclusões aparecem no início:** os usuários sentem-se mais confortáveis se vêem seus objetivos no início, dessa forma não precisam procurar o que necessitam e conseguirão realizar suas tarefas de forma mais rápida. Ao disponibilizar conteúdos na *web* é necessário seguir algumas regras gerais do tipo: começar sempre pelo final, ou seja, as conclusões no início; escrever 25% a menos do que se faria ao colocar no papel; ler da tela é mais cansativo.
- d. **Limite o número máximo de opções ou pedaços de informações:** os seres humanos têm a memória de curto-prazo muito ruim. A limitação da capacidade de processamento da memória humana deve ser respeitada pelos projetistas de sistemas. Isto significa que os seres lembram somente de sete mais ou menos dois blocos de informação de cada vez (Miller, 1956), durante a interação com o computador.

7.4.1. Interface do Módulo de Formadores

A interface do módulo de formadores é constituída por um menu principal que faz chamadas a formulários de entrada de dados e consultas. O módulo de formadores requer um cuidado adicional nos aspectos relacionados ao desempenho da aplicação, pois várias consultas serão feitas ao banco de dados. Os formulários acessados nesse módulo, frequentemente, necessitam acessar o banco de dados para recuperar valores que preencherão componentes do tipo *combo box* na interface. Se nenhum tratamento prévio na recuperação da informação for feito, este processo aparentemente simples poderá causar um sério problema de desempenho na aplicação.

Por exemplo, na tarefa designar objeto de aprendizagem detalhada na Figura 6.21 do capítulo 6 deste trabalho, um formador que deseja designar um objeto de aprendizagem a uma turma, necessita preencher o formulário de distribuição mostrado na Figura 7.11, este formulário é formado por cinco *combo box*, que acessam o banco de dados para prover conteúdo a cada um deles. O ACAI possui mecanismos de filtragem relacionados ao perfil do utilizador. Esses mecanismos de filtragem são utilizados para aumentar o desempenho da aplicação.

A atividade designar objeto de aprendizagem requer a seguinte seqüência de ações; **a) selecionar curso**: a interface exibe apenas os cursos relacionados ao formador; **b) selecionar a disciplina**: a interface exibe apenas as disciplinas relacionadas ao formador e o curso selecionado; **c) selecionar tipo de objeto**: a interface exibe os tipos de objetos existentes no repositório de objetos; **d) selecionar nome do objeto**: a interface exibe apenas os objetos do tipo selecionado (item c), relacionados à disciplina e ao formador; **e) selecionar turma**: a interface exibe apenas as turmas relacionadas ao formador. A Figura 7.10 exibe os relacionamentos envolvidos na interface.



Figura 7.10 – Interface da Distribuição de Objetos de Aprendizagem no ACAI.

A filtragem realizada pela camada de controle é implementada em todos os módulos do ACAI e traz vantagens como: **a)** garante que apenas as informações necessárias trafeguem na rede; **b)** diminui o tempo de resposta na interação, **c)** colabora com a percepção, **d)** diminui a incidência de erros na interação usuário-sistema e **e)** prove adaptação das interfaces a seus utilizadores.

7.4.2. Interface no Módulo de Aprendizes

As interfaces do módulo de aprendizes (Estação de Aprendizagem) são as interfaces mais complexas do ACAI, pois agregam todas as funcionalidades disponibilizadas aos aprendizes em uma única interface. Essa característica pode aumentar a possibilidade de erros de interação, problemas de desempenho da aplicação, desorientação do usuário e possíveis problemas de percepção. Foi realizado um estudo prévio a fim de encontrar a melhor maneira de disponibilizar em uma única interface o conjunto de funcionalidades disponíveis e ao mesmo tempo tornar a interface usável.

A proposta do ACAI para a estação de aprendizagem foi dividi-la em áreas, que são tratadas de forma independente. Essas áreas dividem-se em: **a)** cabeçalho; **b)** minhas mensagens; **c)** minhas atividades; **d)** minhas disciplinas; **e)** minhas comunidades; **f)** minhas produções acadêmicas e **g)** meus objetos de aprendizagem.

Cada área da estação de aprendizagem é montada de acordo com o perfil do aprendiz, dividida em sete áreas como mostra a figura 7.11. A área um é exibida em todos os perfis. As demais são montadas pelos mecanismos de adaptação do ACAI que faz consultas aos modelos do domínio e do usuário para exibi-las (áreas de dois a sete), denominadas de células personalizadas.

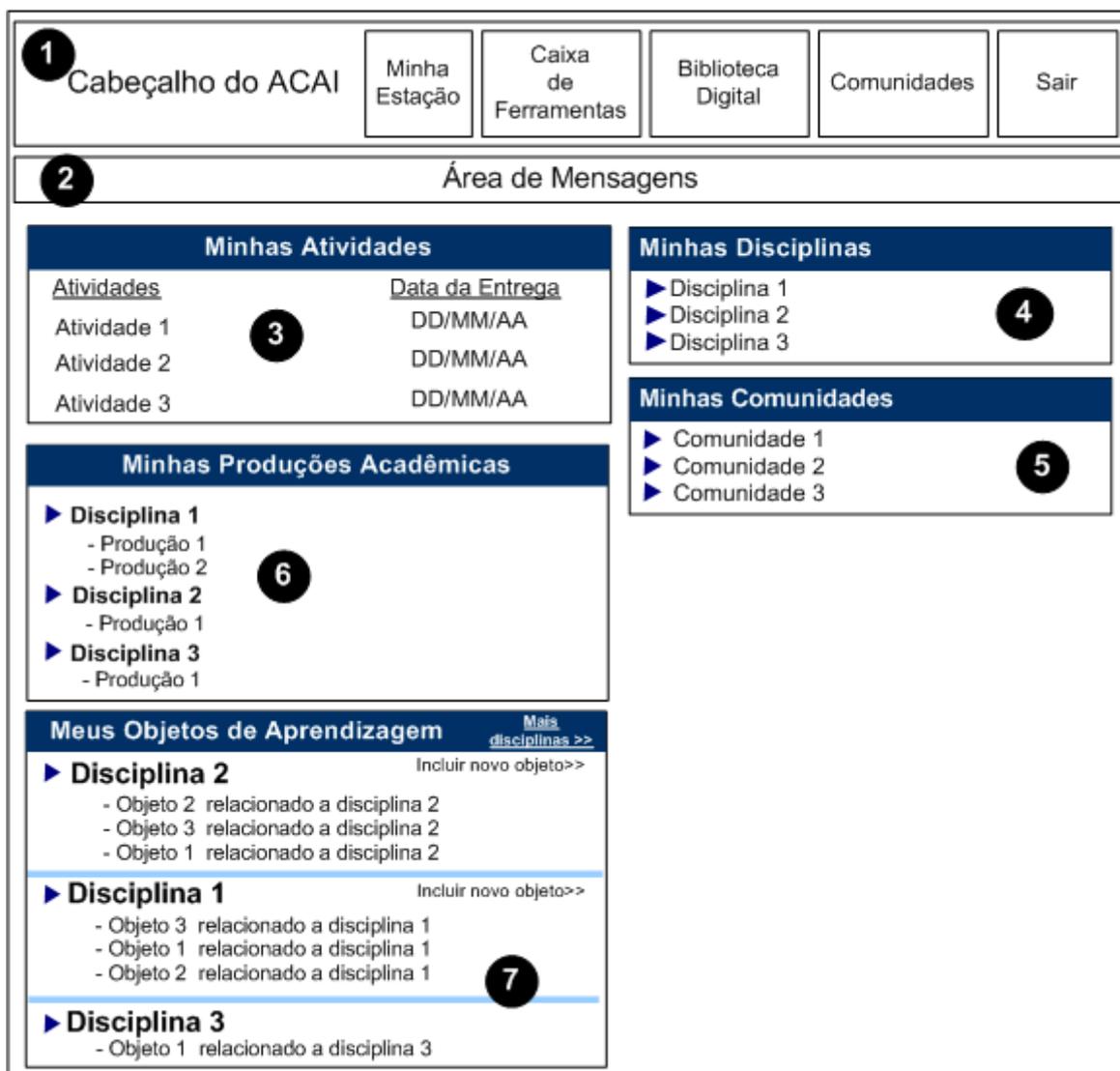


Figura 7.11 – Interface da Estação de Aprendizagem do ACAI.

Quanto aos requisitos de usabilidade a estação de aprendizagem do ACAI apresenta as seguintes características:

- a. **Poucos elementos gráficos:** a quantidade de elementos gráficos é mínima, o *layout* proposto prioriza conteúdo e navegação que colaboram com a percepção e não prejudicam o desempenho;

- b. Subdivisão da Informação:** a interface foi dividida em 7 áreas, mantendo a memória de curto prazo dos aprendizes dentro dos limites propostos por Miller (1956) e conseqüentemente trazendo facilidades na interação;
- c. Interface dividida em subáreas:** a interface é carregada em blocos independentes, cada bloco é tratado como um objeto diferente pelos mecanismos de controle do ACAI. Esta facilidade permite que em caso de manutenção de uma das áreas o restante da interface poderá ser carregada sem prejuízo para o aprendiz, apenas a área com problemas deixará de ser carregada, permitindo que aprendiz tenha acesso às outras áreas de sua estação de aprendizagem;
- d. Comportamento das células personalizadas vinculado aos modelos do usuário e do domínio:** os modelos determinarão como serão exibidos e tratados os elementos que compõem cada célula. Por exemplo, no modelo do domínio defini-se o número máximo de células, o número máximo de *links* que cada célula possuirá e como esses *links* deverão ser exibidos (em ordem alfabética, por número de acesso, por data de inclusão, etc.);
- e. Estrutura de navegação simplificada:** as células personalizadas permitem que a estrutura de navegação seja simplificada, em primeiro plano o aprendiz visualiza os grupos principais de informação, podendo começar a navegação a partir de qualquer célula. Independente dos caminhos percorridos pelo aprendiz, ele poderá retornar a qualquer momento para o nó raiz da estação apenas selecionando o ícone minha estação, disponível no cabeçalho da estação de aprendizagem. A área de cabeçalho (item um da figura 7.12) da estação de aprendizagem esta sempre disponível para seleção durante a navegação.

O projeto das interfaces do ACAI foi baseado nas quatro regras de usabilidade listadas no início da seção além de seguir as recomendações propostas por Nielsen (2000) detalhadas na subseção 4.4 no capítulo 4 deste trabalho. Na subseção 8.5 do capítulo 8 é feita uma avaliação das interfaces implementadas no ACAI utilizando técnicas de inspeção de usabilidade.

7.5. Mecanismos de Adaptação no ACAI

A proposta do ACAI é disponibilizar interfaces personalizadas para seus principais utilizadores (formadores e aprendizes). A personalização é a peça chave nos SHAs. Devido suas características o ACAI é classificado como um Sistema Hipermídia Adaptativo Educacional (SHAE), pois utiliza elementos da Hipermídia Adaptativa no domínio educacional para facilitar o processo de ensino-aprendizagem (Henze e NejdI, 2003).

Um SHAE deve ser visto como uma ferramenta para facilitar a interação entre aprendizes, formadores e recursos disponibilizados pelo SHAE. As necessidades de seus utilizadores devem estar em primeiro plano, para isso o sistema deve observá-los a fim de propor os melhores caminhos para interação.

Os mecanismos de adaptação atuam nos dois principais módulos do ACAI: aprendizes e formadores. A forma de adaptação disponibilizada aos formadores preocupa-se basicamente em filtrar as informações que serão exibidas na interface de acordo com o perfil do formador. Um exemplo dessa adaptação foi ilustrado na subsecção 7.4.1 deste trabalho.

Os mecanismos de adaptação que atuam nas interfaces dos aprendizes são mais complexos que os do módulo de formadores. A quantidade de informação disponibilizada na interface dos aprendizes tende a crescer com o passar do tempo, para isso os mecanismos de personalização precisam atuar de forma a organizar essas informações nas interfaces dos aprendizes. Um aprendiz recebe conteúdo de n formadores e estes conteúdos devem estar organizados de acordo com o perfil do aprendiz. Na subsecção a seguir define-se a arquitetura de adaptação dos aprendizes utilizada pelo ACAI.

7.5.1. Arquitetura de Adaptação dos Aprendizes no ACAI

Este trabalho propõe uma arquitetura formada pela combinação de duas outras arquiteturas utilizadas em SAs e SHAs descritas por Benyon e Murray (1987; 1988; 1993), Brusilovsky (1996), Henze e NejdI (2000), Loinaz (2001), Palazzo (2002) e Leitão (2003). A arquitetura propõe a inserção de um novo componente (que propõe recomendações) e é baseada no padrão *Model View Controller* (Modelo Visão Controlador - MVC). O MVC permite separar a lógica da aplicação (*Model*), da interface do usuário (*View*) e do fluxo da

aplicação (*Controller*) (Wikipedia, 2006d). A arquitetura proposta é ilustrada na figura 7.12 e seus componentes são descritos nas subseções a seguir.

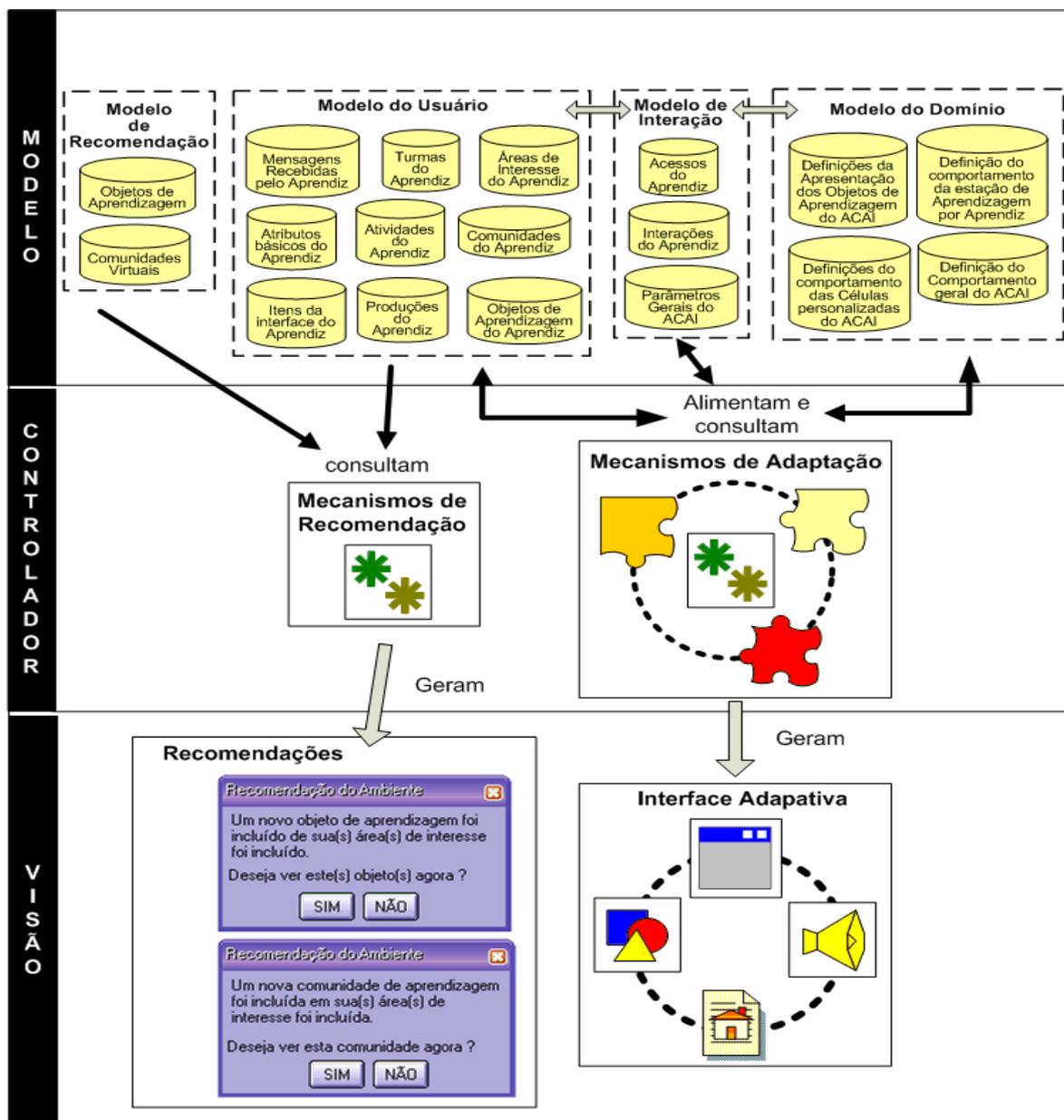


Figura 7.12 – Arquitetura de Adaptação dos Aprendizes no ACAI.

7.5.1.1. Modelo do Usuário

Contém características individuais dos aprendizes do ACAI. O modelo proposto é controlado por mecanismos internos do ambiente, logo não há necessidade do aprendiz informar elementos adicionais para que a adaptação ocorra. À medida que o usuário interage com o sistema este modelo vai sofrendo alterações que serão refletidas em sua interface.

As informações obtidas do modelo usuário são utilizadas para gerar a interface ilustrada na figura 7.12. Para compor o modelo do usuário o ACAI consulta vários repositórios para que possa gerar conteúdo adaptado ao perfil do aprendiz. Os repositórios são ilustrados na figura 7.12 e os atributos do modelo do usuário podem ser vistos na figura 6.9 do capítulo 6.

7.5.1.2. Modelo do Domínio

É responsável pela definição de como o processo de adaptação acontecerá, nesse modelo são definidos os parâmetros, os níveis de adaptação e as regras que serão utilizadas para prover adaptação aos aprendizes. Da mesma forma que o modelo de usuário, o modelo do domínio utiliza vários repositórios em sua composição.

Alguns repositórios possuem meta-dados que descrevem os parâmetros da adaptação tais como: **a)** o total de células personalizadas que terá a estação de aprendizagem; **b)** se haverá ou não ordenação das células; **c)** como será a forma de ordenação dos itens que compõem as células personalizadas (alfabética, por data de inclusão do item, pelo número do item, etc.); **d)** quais as ferramentas que estarão habilitadas na estação de aprendizagem; **e)** se haverá ou não monitoramento das células; **f)** quais os elementos que comporão uma célula (cabeçalho, itens da célula, etc.); e **g)** se o aprendiz poderá modificar os parâmetros previamente definidos para o comportamento das células personalizadas. Os atributos detalhados dos repositórios de dados envolvidos no Modelo do Domínio podem ser vistos na figura 6.15 do capítulo 6.

Os mecanismos de adaptação buscam os meta-dados do modelo do domínio e os dados do modelo do usuário para prover adaptação e recomendação aos aprendizes. Os repositórios utilizados pelo Modelo do Domínio são ilustrados na figura 7.12.

7.5.1.3. Modelo de Interação

Armazena as interações que o usuário realiza com o ACAI, os dados dessas interações são utilizados para modificar a aparência da interface ou fazer recomendações aos aprendizes. O modelo de interação depende das regras definidas pelos Modelos do Usuário e do Domínio, essas regras é que determinarão se os dados do Modelo de Interação serão utilizados na adaptação e como esses dados serão utilizados. Os repositórios utilizados pelo Modelo do Domínio são ilustrados na figura 7.12.

7.5.1.4. Mecanismos de Adaptação

Como dito anteriormente cada aprendiz do ACAI terá sua estação de aprendizagem que será montada de acordo com suas características. O perfil do aprendiz é baseado nos dados dos repositórios da camada de modelo da arquitetura MVC ilustrada na figura 7.12. As características do aprendiz são recuperadas por mecanismos de adaptação que farão as alterações na estação de aprendizagem de acordo com seu perfil.

A interface é montada dinamicamente pelo conjunto de células personalizadas. A proposta da adaptação é reduzir o esforço cognitivo dos aprendizes na interação com o ambiente e permitir que os esforços sejam concentrados no processo de aprendizagem e não na sua utilização. A adaptação aplicada no ACAI dar-se-á nas modalidades, propostas por Frainer (1991) que são: **a) adaptação pelo usuário**, que ocorre quando um aprendiz escolhe as ferramentas que deseja inserir em sua estação de aprendizagem; e **b) auto-adaptação** que ocorre quando o ambiente analisa as interações do usuário e adapta a estação de aprendizagem de acordo com o seu comportamento.

O ACAI utiliza algumas das formas de classificação e exibição de *links* descritas na subseção 5.4 para gerar as células personalizadas. Cada célula personalizada dentro da estação de aprendizagem contém um conjunto de *links* que representam a parte estrutural da interface (já ilustrado na figura 7.7). Para adaptar a estrutura foram utilizados alguns métodos de adaptação de estrutura utilizados em SHAs, como por exemplo: **a) Condução Local e Global**, **b) Suporte a Orientação Local e Global** e **c) Visões Personalizadas**, amparados por técnicas de Classificação/Remoção de *Links*.

Este trabalho propõe um recurso adicional às técnicas utilizadas tradicionalmente em SHAs. Além da proposta da criação das células personalizadas optou-se por mostrar um número máximo de elementos dentro cada célula. Esse número é definido pelo administrador quando configura os parâmetros do ambiente (modelo do domínio), sugere-se que cada célula possua no máximo três *links* navegacionais de forma a não aumentar a carga cognitiva dos aprendizes. Vale ressaltar que cada estação de aprendizado poderá conter várias células personalizadas e conseqüentemente o número de *links* será multiplicado pela quantidade de células personalizadas existentes.

O critério de classificação de *links* dentro de uma célula personalizada funciona da seguinte forma: **a) os links** são mostrados em função do número de acessos em de cada

célula; **b)** a visualização dos *links* é em função do número de acessos a cada *link* existente na célula, dessa forma a célula exibirá sempre os **n** *links* mais acessados; **c)** se célula possuir mais de **n** *links* será exibida uma opção para que o aprendiz acesse o restante dos *links* pertencentes a respectiva célula em um outro nó. A figura 7.13 mostra um exemplo de célula personalizada.

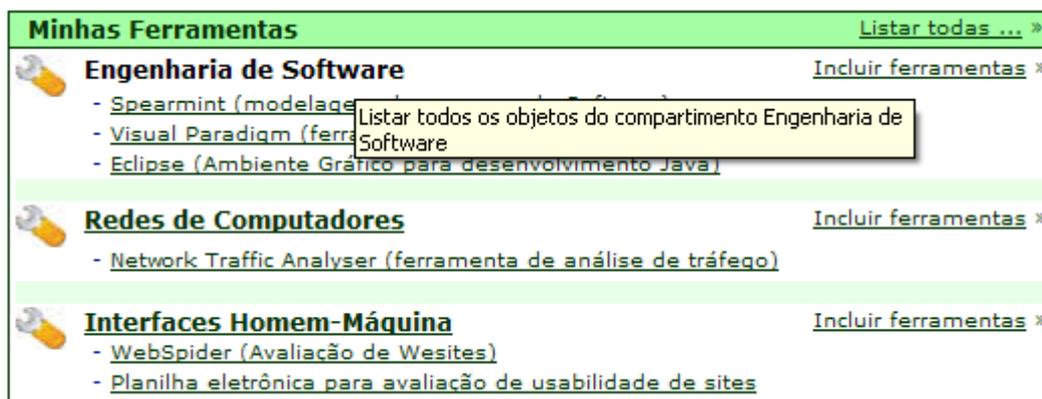


Figura 7.13 – Exemplo de Célula Personalizada (Minhas Ferramentas) no ACAI.

Detalhando a célula personalizada da figura 7.13 denominada Minhas Ferramentas, é possível notar três divisões: Engenharia de Software, Redes de Computadores e Interface Homem-Máquina. No início da célula foi incluído o *link* listar todas para que o aprendiz saiba que ainda existem mais informações relacionadas à célula em questão; que neste exemplo são ferramentas virtuais ligadas à caixa de ferramentas do aprendiz.

Cada divisão possui um ou mais objetos a ela associados, estes objetos são representados por *links* que levarão o aprendiz aos objetos armazenados nas divisões e caso hajam mais objetos ligados às divisões o aprendiz poderá acessá-los através do *link* que possui o nome da própria disciplina ao qual o objeto se relaciona. Para facilitar a percepção do aprendiz uma pequena “dica” é exibida sempre que o aprendiz passa o ponteiro do *mouse* sobre o *link* em questão.

Na célula personalizada da figura 7.13 (Minhas Ferramentas) fica evidenciada a técnica de classificação de *links* proposta, permitindo que o aprendiz sempre veja os **n** compartimentos mais acessados, e em cada compartimento os **n** itens mais acessados dentro do mesmo. Dessa forma os recursos utilizados mais frequentemente serão disponibilizados sempre em primeiro plano. Para manter a consistência destas interfaces a

estação de aprendizagem conta um mecanismo de atualização que após um período de tempo pré-determinado no modelo do domínio atualiza a interface fazendo as adaptações necessárias.

O processo de montagem da estação de aprendizagem é descrito nos itens a seguir:

- a. O aprendiz autentica-se no ambiente utilizando a interface de *login* do ACAI, os mecanismos de adaptação recebem identificação do Aprendiz (id_aprendiz);
- b. Os mecanismos de adaptação buscam das informações do usuário no repositório de modelos, recuperando seu perfil;
- c. Depois de verificado cada repositório disponível, a interface (estação de aprendizagem) começa a ser montada em partes (células personalizadas);
- d. As células personalizadas são agrupadas para o aprendiz em questão, este agrupamento formará a estação individual de aprendizado;
- e. Cada aprendiz terá disponível células personalizadas de acordo com o seu modelo de usuário; o conjunto de células personalizadas forma a área de trabalho do aprendiz, tratada no ACAI como estação de aprendizagem;
- f. Depois de montada a interface da estação de aprendizagem, as interações do aprendiz ficam sendo monitoradas. As informações coletadas pelo mecanismo de adaptação serão utilizadas sempre com o intuito de melhorar a estação de aprendizagem, disponibilizando sempre as informações que estejam relacionadas com o respectivo aprendiz e após um período de tempo pré-determinado a estação de aprendizagem sofre atualizações automáticas.

7.5.1.5. Mecanismos de Recomendação

Como ilustrado na figura 7.12, os mecanismos de recomendação consultam o modelo de recomendação, formado pelos repositórios que possuem objetos que podem ser recomendados aos aprendizes e o modelo do usuário, formado pelos repositórios que identificam as características de cada usuário.

Os mecanismos de recomendação atuam sobre estes dois repositórios fazendo cruzamento de informações para recomendar novos objetos de aprendizagem inseridos nos repositórios, além de novas comunidades criadas de acordo com a área de interesse de cada aprendiz. As recomendações são enviadas em forma de avisos ao aprendiz se ele estiver *on-line*; ou em forma de mensagens para sua caixa postal, se ele estiver *off line*.

7.5.1.6. Interface Adaptativa

Os mecanismos da camada de controle (recomendação e adaptação) realizam consultas na camada de repositórios (modelos) e geram as interfaces que serão manipuladas pelos aprendizes. A interface é construída a partir das informações sobre os aprendizes e sobre as informações do domínio da aplicação. À medida que os aprendizes interagem com a interface esta vai se adaptando as suas características.

7.5.2. Proposta para Otimização da Arquitetura de Adaptação e Recomendação utilizando Agentes de Software

Esta subseção propõe três agentes de software que podem ser utilizados nos processos de adaptação e recomendação do ACAI, estes agentes não foram implementados na atual versão do ambiente, porém a estrutura de dados do ambiente foi projetada para suportar sua utilização. Vale ressaltar que as funcionalidades de dois dos agentes propostos (que serão detalhados nas subseções 7.5.2.3 e 7.5.2.4) já estão sendo desempenhadas pelos mecanismos de controle do ACAI. A proposta dos agentes surge como mais uma das contribuições deste trabalho, tendo em vista que esses agentes poderão ser testados em versões futuras do ACAI.

Nas subseções a seguir é feita uma introdução sobre a tecnologia de agentes já que este assunto não foi abordado nos capítulos introdutórios. Os conceitos abordados na introdução são necessários para o completo entendimento da proposta.

7.5.2.1. Agentes de Software

Um agente de software deve poder perceber o ambiente onde está inserido, agir e atuar neste ambiente, utilizando sensores para perceber o ambiente e atuadores para agir no ambiente. O funcionamento de um agente de software pode ser comparado a um agente humano que possui olhos, ouvidos e outros órgãos como sensores e tem mãos, pernas, bocas e outras partes que funcionam como atuadores. Já um agente de software pode

receber as seqüências de teclas digitadas, cliques do mouse na tela e conteúdo de arquivos como entradas sensoriais e atuar no ambiente exibindo algo na tela, gravando arquivos e enviando mensagens automáticas (Russel e Norvig, 2004).

As características comumente presentes em agentes são: **a) autonomia**: capacidade que o agente possui de agir baseado em seus próprios princípios, sem a necessidade de ser guiado por um humano, ou seja, o agente é pró-ativo uma vez que ele consegue agir por conta própria e **b) reatividade**: é a habilidade que um agente possui de reagir às mudanças no ambiente em que está inserido, para isso o agente deve ser capaz de perceber seu ambiente e atuar sobre ele (Russel e Norvig, 2004).

Segundo Russel e Norvig (2004) os agentes de software atuam em ambientes de tarefas. Esses agentes devem possuir uma medida de desempenho, conhecer o ambiente e definir que atuadores e sensores utilizarão. Os ambientes de tarefas são conhecidos como PEAS (*Performance, Environment, Actuators, Sensors* – desempenho, ambiente, atuadores e sensores).

O projeto do agente de software (arquitetura) irá depender do tipo de ambiente de tarefa onde atuará. De acordo com Russel e Norvig (2004), o ambiente pode ser completamente observável, parcialmente observável, determinístico, estático, dinâmico, etc. O ambiente de tarefas onde atuarão os agentes propostos para o ACAI pode ser classificado como: **a) completamente observável**, ou seja, os sensores do agente podem ter acesso ao estado completo do ambiente em cada instante; **b) determinístico**, pois o estado do ambiente é completamente determinado pelo estado atual e pela ação executada pelo agente e **c) dinâmico**, uma vez que o ambiente sofre alterações enquanto um agente está deliberando.

Um agente deve ser projetado a fim de mapear as percepções em ações. Um programa agente deve ser executado em algum dispositivo computacional com sensores e atuadores, este conjunto é chamado de arquitetura. De maneira geral, os programas agentes recebem percepções como entrada e executam ações que são baseadas nas percepções coletadas como saída.

7.5.2.2. Arquitetura Básica de um Agente de Software

Segundo Davidson (apud Giese, 1998) todos os agentes autônomos baseados em computador possuem mais ou menos a mesma arquitetura básica formada por sensores, atuadores e um subsistema de tomada de decisões. Weiss (apud Campos et al., 2006) define uma arquitetura de agente padrão ilustrada na figura 7.14 e descrita a seguir:

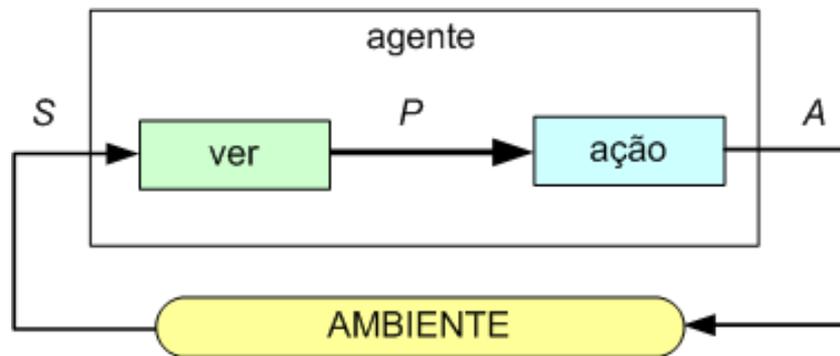


Figura 7.14 – Arquitetura do agente padrão Weiss (apud Campos et al., 2006).

Esta arquitetura supõe que em qualquer instante:

- a. Por meio de sensores o agente recebe informações do ambiente que são seqüências de estados definidos em um conjunto, $S = \{s1, \dots, sn\}$, de n estados possíveis para o ambiente (E);
- b. Um subsistema de percepção, $\text{ver}: S \rightarrow P$, processa cada estado de uma seqüência S^* e mapeia em uma de m percepções, $P = \{p1, \dots, pm\}$, que são representações de aspectos dos estados de S que estão acessíveis ao agente para a tomada de decisão;
- c. Dependendo do problema, o agente mantém internamente algum conhecimento a respeito do comportamento do ambiente;
- d. Um subsistema de tomada de decisão, $\text{ação}: P^* \rightarrow A$, processa as seqüências perceptivas P^* , resultantes de S^* , e seleciona uma de l ações do conjunto de ações possíveis para o agente, $A = \{a1, \dots, al\}$;
- e. Por meio de atuadores o agente envia a ação selecionada para o ambiente;
- f. A racionalidade da ação selecionada pelo agente é avaliada por meio de uma medida de desempenho G previamente estabelecida, adequada ao problema que o agente irá resolver.

A discussão sobre a qualidade de uma arquitetura de agentes torna-se subjetiva, uma vez que os detalhes da discussão dependem de aspectos específicos da aplicação agente que se pretende desenvolver (Knapik e Johnson apud Costa, 1999). Russel e Norvig (2004) propõe várias arquiteturas de agentes que podem ser utilizadas de acordo com as características da aplicação onde os agentes estarão inseridos. Aqui comenta-se apenas duas das arquiteturas básicas propostas por Russel e Norvig (2004), que são as utilizadas na proposta do trabalho, essas arquiteturas são descritas a seguir.

- a. Agente Reativo Simples:** o agente seleciona as ações com base na percepção atual, ignorando o restante do histórico de percepções. Em função de sua simplicidade este agente tem uma inteligência limitada, funciona como um tipo de agente imediatista, que toma cada decisão baseado na percepção atual. A correta tomada de decisão só poderá ser tomada se o ambiente for completamente observável, ou seja, uma pequena impossibilidade de observação poderá causar sérias dificuldades ao agente.
- b. Agente Reativo baseado em Modelo:** este agente mantém um estado interno para controlar aspectos do ambiente que não estão evidentes na percepção atual. De forma diferenciada aos agentes reativos simples, estes agentes possuem um estado interno que depende do histórico de percepções e desta forma possa refletir pelo menos alguns aspectos não observados do ambiente atual. Para manter atualizadas as informações internas do estado à medida que o tempo passa é necessário que dois tipos de conhecimento sejam codificados no programa agentes: **a)** saber como o ambiente evolui independentemente do agente e **b)** saber como as ações do próprio agente afetam o ambiente.

O Quadro 7.1, a seguir, resume as características dos 3 agentes propostos neste trabalho e que podem vir a ser implementados para otimizar a Arquitetura de Adaptação proposta.

Descrição do Agente	Medida de desempenho	Ambiente	Atuadores	Sensores	Tipo de Ambiente	Arquitetura
Agente de Interface	Manter os itens mais acessados pelo aprendiz sempre disponíveis em primeiro plano na estação de aprendizagem.	Estação do Aprendiz no ACAI.	Procurar nos modelos do usuário, de interação e do domínio. (repositórios)	Entradas e/ou alterações nos repositórios de modelos.	Completamente observável, determinístico e dinâmico.	Agente Reativo baseado em Modelo
Agente de Recomendação	Manter os aprendizes sempre informados sobre inserções e/ou alterações de objetos de aprendizagem e comunidades.	Estação do Aprendiz no ACAI.	Procurar nos repositórios de objetos de aprendizagem e comunidades.	Entradas e/ou alterações nos repositórios de objetos de aprendizagem e comunidades.	Completamente observável, determinístico e dinâmico.	Agente Reativo Simples
Agente de Recomendação para Formação de Comunidades	Reunir o maior número de usuários com interesses comuns em comunidades virtuais.	Estação do Aprendiz e Módulo de formadores no ACAI.	Procurar no modelo de usuários que tenham os interesses em comum. O agente deve estabelecer contato entre esses usuários.	Entradas e/ou alterações no modelo de usuário.	Completamente observável, determinístico e dinâmico.	Agente Reativo Simples

Quadro 7.1 – Características dos agentes propostos para o ACAI.

7.5.2.3. Especificação do Agente de Interface (Agente Reativo baseado em Modelo)

O agente proposto atuará especificamente sobre as células personalizadas descritas no item **d** da subseção 7.5.1. Este agente é responsável por atualizar o conteúdo da célula personalizada e para atualizar corretamente a célula, o agente deve manter seu estado interno atualizado. O estado interno deverá ficar armazenado em uma tabela no banco de dados. À medida que o aprendiz interage com a estação de aprendizagem e conseqüentemente com as células personalizadas o agente verifica seu estado interno, se o agente perceber que houve alteração do estado interno que reflita em mudanças de conteúdo na célula a área ocupada por esta célula deverá ser recarregada.

O agente proposto precisa de um estado interno tendo em vista que o conteúdo armazenado não pode ser analisado apenas pela percepção atual do agente. O estado interno mantém informações de toda a célula personalizada e não somente do elemento que

está sendo manipulado em um dado momento. Antes de realizar uma alteração na célula o agente precisa verificar o estado interno para que possa descobrir se a manipulação de um elemento pode ocasionar alterações na célula como um todo, e dessa forma não ocasionar um sobrecarga no ambiente.

Vale ressaltar que nem sempre uma interação com a célula provocará mudanças em seu conteúdo. As mudanças só devem ocorrer quando os itens que compõem uma célula tiverem que mudar de posição dentro dessa célula, esta mudança de posição provocará uma mudança do estado interno do agente que observa a célula e este então precisará executar uma ação. A arquitetura proposta para o agente de interface está detalhada na figura 7.15 a seguir.

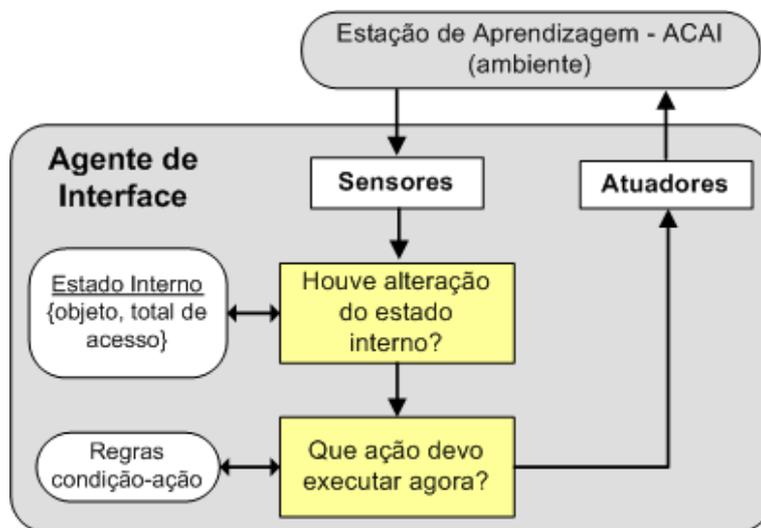


Figura 7.15 – Arquitetura do agente de interface proposta para o ACAI.

Sempre que um item for selecionado em uma célula, o agente de interface é disparado, o funcionamento em alto nível do programa agente é descrito pelo fluxograma ilustrado na figura 7.16.

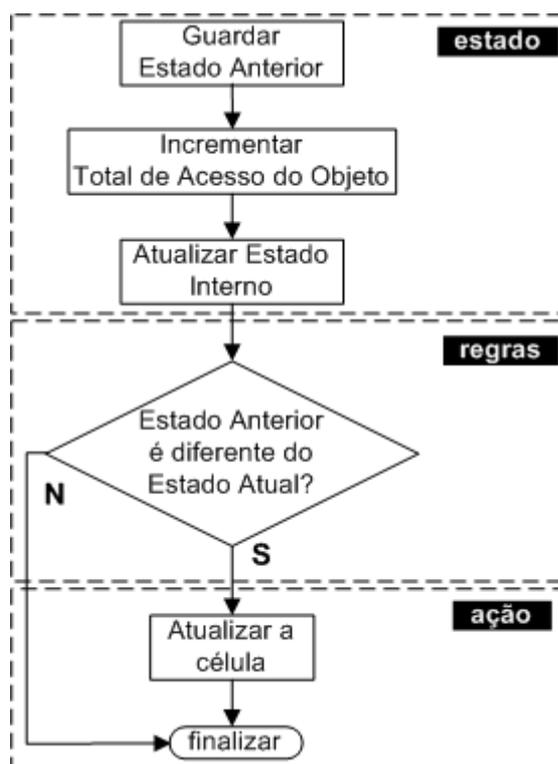


Figura 7.16 – Funcionamento em alto nível do Agente de Interface proposto para o ACAI.

A figura 7.17 a seguir, mostra um exemplo de atuação do agente de interface, nesse exemplo o aprendiz faz várias interações com a célula (**fase A**), antes das interações a posição dos elementos na célula era respectivamente: Disciplina 2 (**D2**) com 7, 5 e 2 acessos por objeto totalizando 14 acessos; Disciplina 1 (**D1**) com 9, 1 e 1 acessos por objeto totalizando 11 acessos; e Disciplina (**D3**) com 3 acessos para seu único objeto totalizando 3 acessos.

Após várias interações do aprendiz com a célula o agente percebe, através da atualização de seu estado interno que há necessidade de tomar uma ação, e nesse momento à área ocupada pela célula personalizada sofre modificação (**fase B**). Após a atualização do estado interno, a nova célula é montada (**fase B**), esta nova célula traz um novo posicionamento dos itens representados respectivamente por: Disciplina 1 (**D1**) com 11, 9 e 3 acessos por objeto totalizando 23 acessos; Disciplina 2 (**D2**) com 9, 7 e 2 acessos por objeto totalizando 18 acessos; e Disciplina (**D3**) permanecendo com estava na **fase A**.

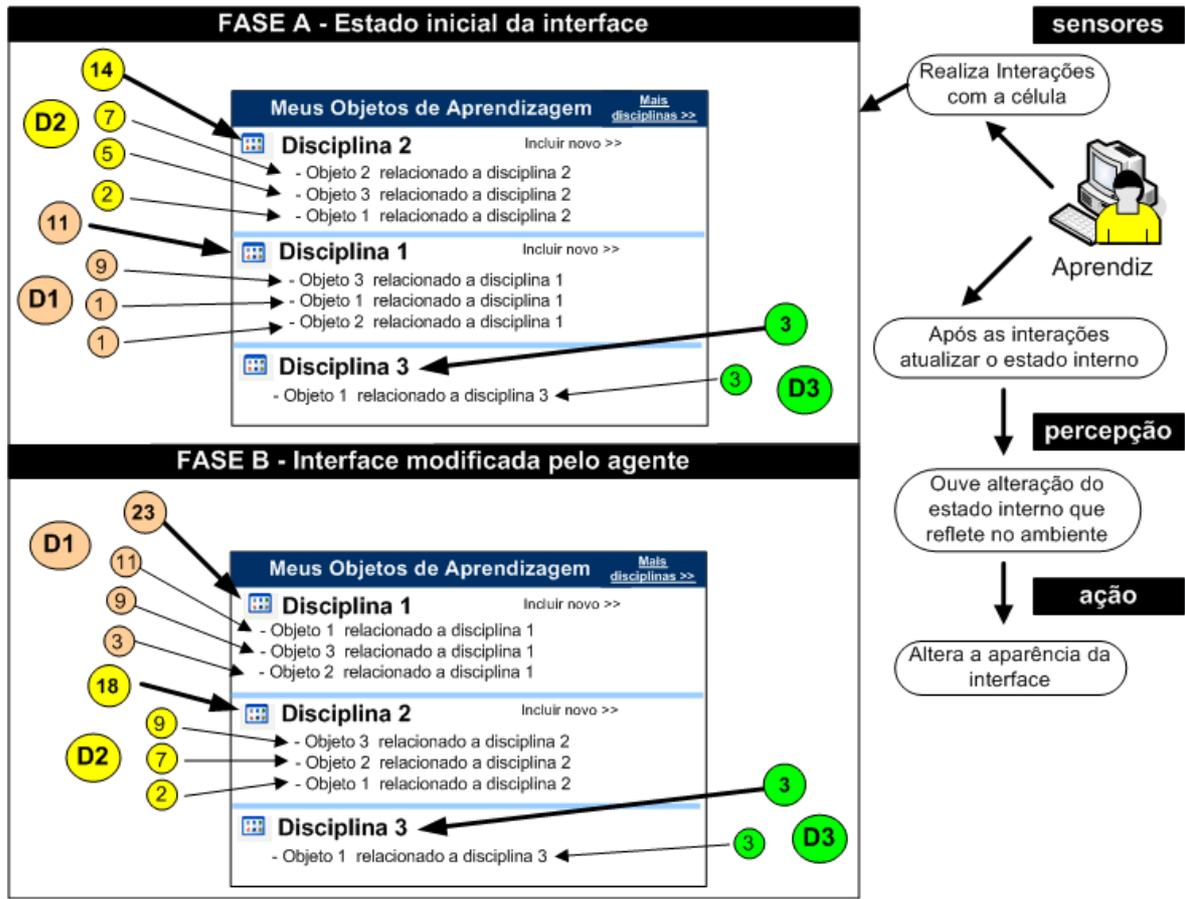


Figura 7.17 – Exemplo de atuação do Agente de Interface proposto para o ACAL.

7.5.2.4. Especificação do Agente de Recomendação (Agente Reativo Simples)

O agente proposto deve fazer recomendações aos aprendizes e formadores baseado em suas áreas de interesse. Essas recomendações devem ocorrer quando: **a)** um novo objeto da mesma área de interesse for inserido no repositório de objetos de aprendizagem e **b)** quando uma comunidade da mesma área de interesse for criada.

Ao fazer uma recomendação o agente deve verificar se o usuário está *on-line*, caso afirmativo o agente dispara uma mensagem em formato de quadro de avisos com a respectiva recomendação e envia uma mensagem de texto para a caixa postal do usuário. Caso o usuário esteja *off-line* o agente enviará somente a mensagem de texto para sua caixa postal. A arquitetura proposta para o agente de recomendação é descrita na figura 7.18 a seguir.

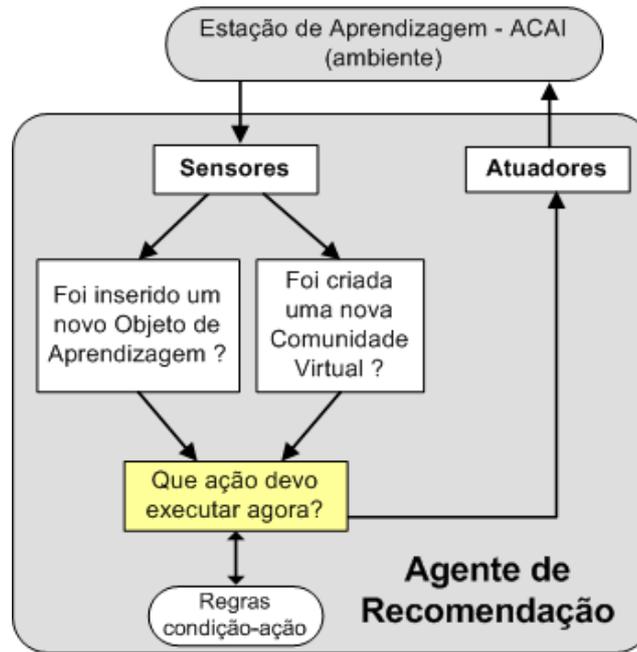


Figura 7.18 – Arquitetura do agente de recomendação proposta para o ACAI.

Funcionamento em alto nível do programa agente é descrito pelo fluxograma ilustrado na figura 7.19.

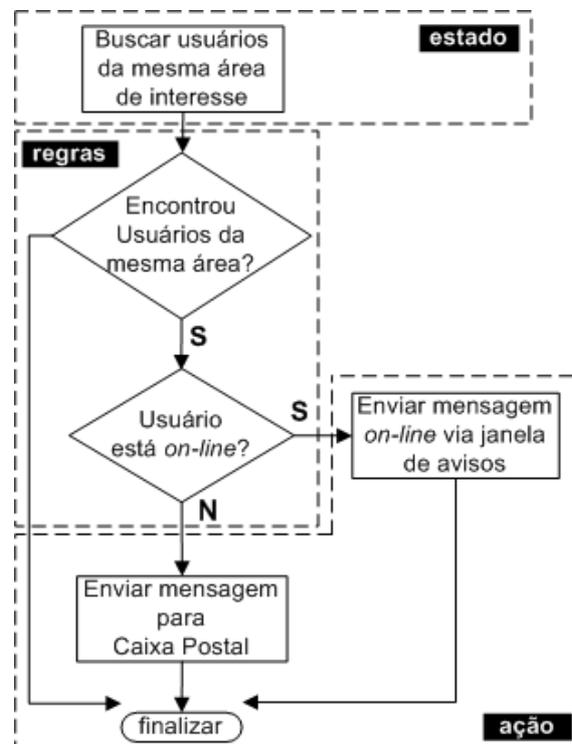


Figura 7.19 – Funcionamento em alto nível do Agente de recomendação proposto para o ACAI.

7.5.2.5. Especificação do Agente de Recomendação para Formação de Comunidades (Agente Reativo Simples)

O objetivo principal deste agente é propor de forma automática a formação de comunidades virtuais, através da descoberta dos interesses dos usuários no repositório de modelos do usuário.

Para atingir esse objetivo será necessário monitorar as interações do usuário no ambiente, observando as palavras mais buscadas (palavras-chave) dentro do próprio ambiente, além de monitorar o modelo do usuário que contém informações específicas sobre cada usuário. Após descobrir os usuários com interesses em comum que pode ser feito, por exemplo, por uma função de similaridade, o agente fará recomendações aos usuários encontrados sugerindo a formação de uma comunidade com interesses comuns.

O agente encontra os usuários com interesses comuns, estabelece contato e sugere a formação de novas comunidades ou informa a existência dessas comunidades aos usuários com perfis similares para que possam vir a fazer parte de tais comunidades. A arquitetura proposta para o agente é descrita na figura 7.20 a seguir.

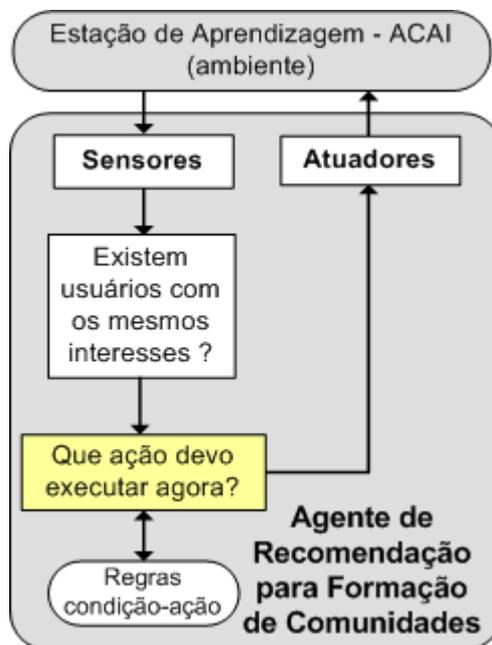


Figura 7.20 – Arquitetura do agente de recomendação para formação de comunidades proposta para o ACAI.

Funcionamento em alto nível do programa agente é descrito pelo fluxograma ilustrado na figura 7.21.

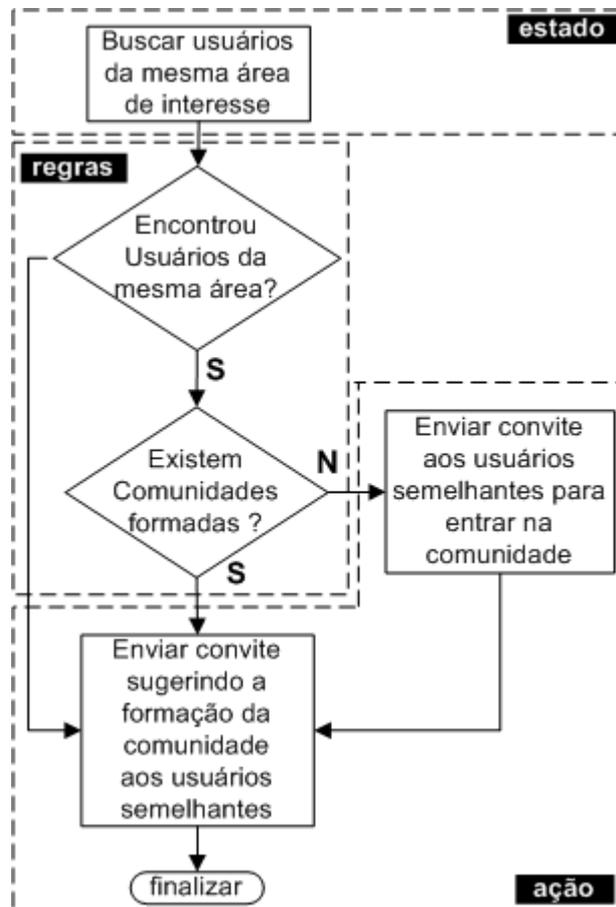


Figura 7.21 – Funcionamento em alto nível do Agente de recomendação para formação de Comunidades Virtuais proposto para o ACAI.

7.6. Considerações Finais do Capítulo

Este capítulo mostrou como cada conceito abordado nos capítulos introdutórios está presente na implementação do ACAI. Buscou-se fazer um resumo em cada subseção para facilitar o entendimento e trazer de forma objetiva cada conceito relacionado de forma prática na implementação do ACAI.

Obviamente o próprio ACAI é um AVA, porém um AVA com características de trabalho cooperativo, baseado no modelo 3C proposto por Fuks e al. (2002). Buscou-se demonstrar os aspectos de comunicação, coordenação e cooperação ligados a percepção e implementados de forma clara no ACAI.

Além de estender o conceito de comunidades virtuais propostas por Kenski (2001) quando afirma que as comunidades virtuais têm o tempo de duração limitado ao interesse de seus primeiros participantes. A proposta do ACAI é estender a duração dessas comunidades, uma vez que permite que as mesmas permaneçam no ambiente, mesmo que seus criadores ou participantes mais antigos deixem de freqüentá-las. Os seus conteúdos estarão disponíveis para consultas e atualizações a qualquer tempo.

Em relação à interdisciplinaridade o capítulo mostrou que a proposta do ACAI é prover um intercâmbio entre os participantes e os objetos de aprendizagem existentes nos repositórios do ambiente, com mecanismos de controle que permitam estabelecer essas relações.

Os aspectos referentes à usabilidade abordados neste trabalho tiveram como objetivo principal facilitar a utilização do ambiente.

Em virtude da grande quantidade de informação que pode vir ser manipulada pelo ACAI até mesmo em função de suas propostas voltadas para a interdisciplinaridade e trabalho colaborativo, buscou-se implementar características de adaptabilidade no ambiente, utilizando-se conceitos relacionados aos sistemas hipermídia adaptativos na implementação do ACAI.

Os mecanismos de controle e adaptação presentes no ACAI dão subsídio necessário para prover interfaces adaptativas ao ambiente. De forma a complementar a proposta de adaptação buscou-se propor a utilização de agentes de software em futuras versões com objetivo de aprimorar o ACAI permitindo que novas funcionalidades sejam inseridas e possíveis melhorias no desempenho possam estar presentes nessas futuras versões.

O próximo capítulo aborda vários cenários de utilização do ambiente ilustrando como cada conceito foi implementado na prática no ACAI.

8. Cenários de utilização do ACAI

Este capítulo trata dos cenários de utilização do ACAI com ênfase nos perfis de formadores e aprendizes, sendo que somente alguns aspectos do perfil administrativo serão comentados. O capítulo também trata da avaliação ergonômica do ambiente por meio de inspeções de usabilidade nos módulos de formadores e aprendizes encerrando-se com o detalhamento dos aspectos de implementação.

O capítulo foi detalhado como descrito a seguir: a subseção 8.1 descreve as características gerais das interfaces, detalhando os elementos comuns existentes em todos os módulos; a subseção 8.2 descreve o cenário de utilização das principais funcionalidades do módulo de administração; a subseção 8.3 descreve o cenário de utilização das funcionalidades do módulo de formadores; a subseção 8.4 descreve o cenário de utilização das funcionalidades do módulo de aprendizes; a subseção 8.5 faz a avaliação ergonômica do ambiente; a subseção 8.6 descreve as tecnologias e linguagens utilizadas na concepção do ambiente e finalmente a subseção 8.7 faz as considerações finais do capítulo.

8.1. As Interfaces genéricas do ACAI

Antes do acesso aos módulos do ACAI é necessário que cada usuário faça sua autenticação no ambiente, informando sua identificação e senha. Para diferenciar os módulos visualmente um tom de cor diferenciada foi atribuído a cada um deles. A cor pode ser utilizada como um elemento facilitador na percepção em aplicações com visões diferenciadas. Optou-se por utilizar a cor verde escuro no módulo administrativo, a cor azul no módulo de formadores e verde claro no módulo de aprendizes.

8.1.1. Interfaces de *Login*

A figura 8.1 ilustra as três telas de *logins* para cada perfil, administrador representado pela letra **A**, formador representado pela letra **B** e aprendiz representado pela letra **C** respectivamente. O desenho da tela é o mesmo, o que diferencia a percepção são os textos de apoio e as cores em cada uma das telas.

The figure displays three distinct login interfaces for the ACAI system, each featuring a header with the ACAI logo (four interlocking puzzle pieces labeled A, C, A, I) and the title 'Login de [User Type]'. The date '12/10/2006' is shown in the top right corner of each screen. Below the header, there are two input fields: 'Login:*' and 'Senha:*'. A circular icon with a letter (A, B, or C) is positioned to the right of the password field. At the bottom of each screen, the text 'ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)' is displayed, along with 'OK' and 'Sair' buttons.

Login de Administradores
12/10/2006
Login:*
Senha:* **A**
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)
OK Sair

Login de Formadores
12/10/2006
Login:*
Senha:* **B**
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)
OK Sair

Login de Aprendizes
12/10/2006
Login:*
Senha:* **C**
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)
OK Sair

Figura 8.1 – Telas de logins dos módulos do ACAI.

8.1.2. Área de Trabalho

A área de trabalho nos módulos de administradores e formadores é semelhante. Para diferenciar os perfis alguns elementos de percepção foram criados visando facilitar a interação. Levando-se em consideração que alguns usuários possuem mais de um perfil os mecanismos de percepção ajudam a identificar rapidamente em que módulo os usuários estão trabalhando. A figura 8.2 mostra o exemplo da interface e seus elementos de percepção diferenciados no módulo administrativo e de formadores respectivamente.

Por questões didáticas os dados de usuários e objetos existentes nas interfaces são todos dados fictícios, os nomes de formadores, aprendizes, e outros elementos que apareçam com entrada de dados serão exibidos pelo nome do campo mais um seqüencial, por exemplo: formador **1**, formador **2**, aprendiz **1**, aprendiz **2**, etc.

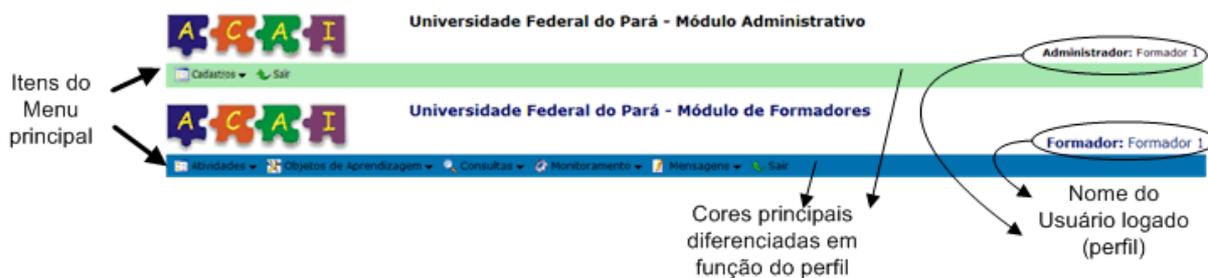


Figura 8.2 – Elementos de percepção nas interfaces administrativas e de formadores no ACAI.

8.1.3. Formulários de entrada de dados

Os formulários de entrada de dados do ACAI seguem um padrão de navegação. O exemplo mostrado na figura 8.3 comenta os detalhes da interface de entrada de dados.

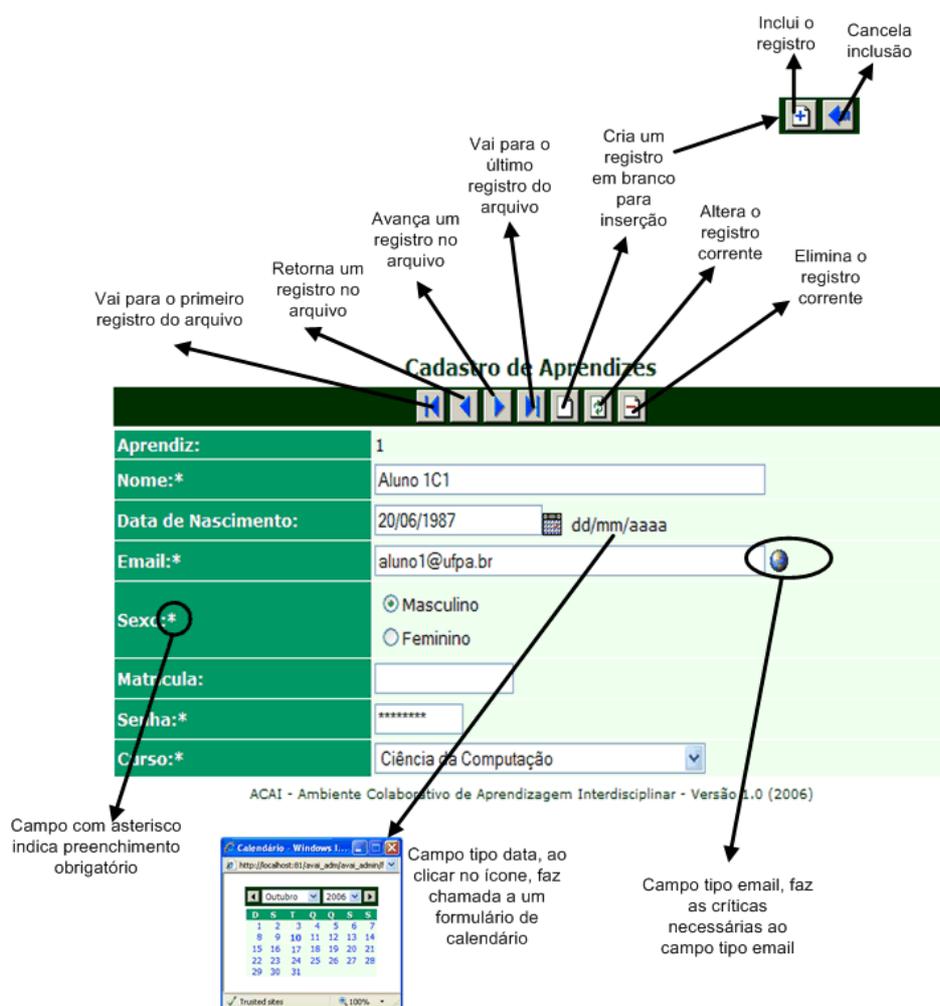


Figura 8.3 – Elementos de formulário de entrada de dados no ACAI.

8.1.4. Formulários de consultas

Os formulários de consulta possuem vários elementos de interação, desde a chamada da consulta até interação com os próprios resultados que são exibidos na consulta. Os elementos de interação permitem que os usuários escolham como desejam visualizar os dados. Na interface que exibe os resultados da consulta é possível exportar os resultados para diferentes formatos que podem ser tratados por outros programas como editores de texto, planilhas eletrônicas, ferramentas de construção de páginas para *web*, etc.

A figura 8.4 ilustra a tela de consulta onde o usuário poderá realizar uma consulta utilizando vários critérios de seleção (filtros). Se nenhum critério for utilizado a consulta retornará todos os valores encontrados. Na figura 8.5 é mostrado o resultado exibido após a consulta realizada na figura 8.4.

O filtro será aplicado para o campo exatamente igual ao selecionado na caixa de listagem.

O filtro será aplicado para as seleções marcadas, ou nenhum seleção.

O filtro será aplicado para o campo igual a qualquer parte do valor digitado ou apenas para o início igual.

Faz a combinação de booleana de todos os valores preenchidos no formulário. E considera **todos OU** apenas um dos valores digitados que satisfaçam a condição

Executa a consulta

Limpa todos os campos do formulário

Critério de pesquisa digitado

Critério de pesquisa selecionado

Consulta de Objetos de Aprendizagem

Pesquisa	
TipoObjeto	Exatamente igual <input type="checkbox"/> Leitura <input type="checkbox"/> Software
Disciplina	Exatamente igual todas as disciplinas ...
Título	Qualquer parte <input type="text"/>
Autor	Qualquer parte <input type="text"/>
Formador	Qualquer parte <input type="text"/>
Palavras Chave	Qualquer parte <input type="text"/>
Combinação dos dados selecionados: <input checked="" type="radio"/> E <input type="radio"/> OU	

Figura 8.4 – Filtros de disponíveis no formulário de consulta do ACAI.

Navega entre as PÁGINAS de registros, primeira, próxima, anterior, próxima ou última página. O total de registros **default** por página é configurado no modelo do domínio. Neste exemplo o valor é **10**.

Vai para o registro de No **N** digitado

Altera No. máximo de registros por página

Gera uma listagem colorida da consulta no formato **PDF**

Gera uma listagem em preto e branco da consulta no formato **PDF**

Gera uma listagem **XLS** (Planilha Eletrônica) da consulta

Gera um arquivo **CSV** da consulta

Gera um arquivo **XML** da consulta

Gera um arquivo **RTF** da consulta

Envia resultado para impressora

Consulta de Objetos de Aprendizagem

ir para 1

	TipoObjeto	Disciplina	Título	Autor	Formador	Inclusao	Caminho	Palavras Chave
1	Software	Banco de Dados (BCC)	Ferramenta 5	Autor 4	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060622401211	p11.
2	Leitura	Interfaces Homem-Máquina (BCC)	Material de Leitura 3	Autor 3	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060621201020	p1, p3.
3	Software	Banco de Dados (BCC)	Ferramenta 6	Autor 4	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060622401212	p14.
4	Leitura	Banco de Dados (BCC)	Material de Leitura 4	Autor 1	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060621201000	p10, p11, p12.
5	Software	Banco de Dados (BCC)	Ferramenta 7	Autor 5	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060622401213	p29.
6	Leitura	Banco de Dados (BCC)	Material de Leitura 5	Autor 2	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060621201105	p13, p14, p15.
7	Software	Banco de Dados (BCC)	Ferramenta 8	Autor 5	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060622401214	p23, p25.
8	Software	Interfaces Homem-Máquina (BCC)	Ferramenta 1	Autor 3	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060622201211	p4, p5.
9	Leitura	Banco de Dados (BCC)	Material de Leitura 6	Autor 3	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060621201020	p11, p12, e p13.
10	Software	Interfaces Homem-Máquina (BCC)	Ferramenta 2	Autor 3	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060622201212	p6, p7, p8.

1 a 10 de 29

Total de registros listados na página / Total de Registros

Ordena a listagem Da página pelo campo selecionado. Por exemplo: TipoObjeto, Disciplina, Título, etc.

Detalhes do Objeto de Aprendizagem

Título	Ferramenta 5
Autor	Autor 4
Disciplina	Banco de Dados (BCC)
TipoObjeto	Software
Inclusao	10-10-2006
Formador	Formador 1
Caminho	http://objetoaprendizagem20060622401211
Palavras Chave	p11.

Figura 8.5 – Tela de resultado de consulta e seus elementos de interação no ACAI.

8.2. Cenários de utilização do Módulo Administrador

O perfil de administrador é responsável pela alimentação das tabelas básicas do ACAI e permite que sejam realizadas quaisquer operações dentro do mesmo. O ambiente só estará operacional após a alimentação das tabelas básicas. O perfil de administrador não é centralizado em um único usuário, o perfil pode ser atribuído a qualquer usuário que já esteja previamente cadastrado no ambiente.

As opções disponíveis nesse módulo são ilustradas na figura 8.6 e são acessadas através um menu horizontal baseado em uma estrutura de menus e submenus.

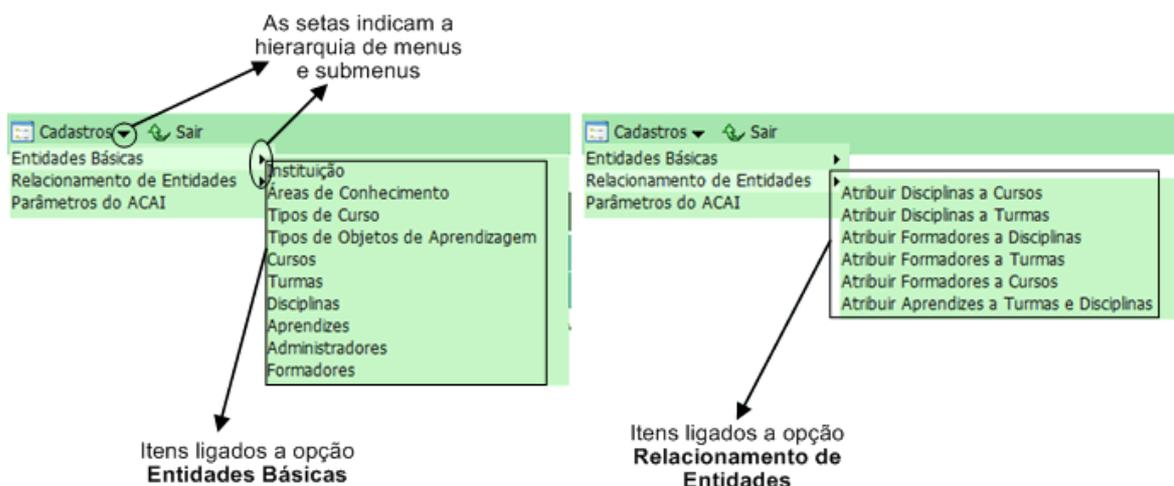


Figura 8.6 – Opções disponíveis no módulo de administração do ACAI.

A opção Entidades Básicas permite ao administrador alimentar as tabelas básicas do ACAI. Após o cadastro das tabelas básicas deve ser feito o relacionamento das entidades na opção Relacionamento de Entidades. Ao relacionar entidades o administrador estará atribuindo disciplinas a cursos e turmas; formadores a disciplinas, turmas e cursos e aprendizizes a turmas e disciplinas. O relacionamento é utilizado pelos mecanismos de controle e personalização do ACAI no momento da interação dos usuários com suas respectivas interfaces.

Os itens relacionados às opções Entidades Básicas e Relacionamento de Entidades não serão detalhados neste trabalho por serem apenas elementos de apoio aos módulos de formadores e aprendizizes do ACAI.

A última opção do menu de formadores é a Configuração dos Parâmetros principais do ACAI, estes parâmetros são utilizados pelos mecanismos de controle, adaptação e recomendação do ACAI e fazem parte do modelo do domínio do ambiente. A figura 8.7 detalha os parâmetros que são configurados nessa opção.

Cadastro de Parâmetros do ACAI

Total de itens por célula:*	1
Ordenar itens dá célula:*	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
Tipo de Ordenacao do Itens da célula:*	Total de Acessos
Tipo de ordenacao da célula:*	Total de Acessos
Habilitar Biblioteca Digital:*	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
Habilitar Caixa de Ferramentas:*	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
Habilitar Comunidades:*	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
Exibir total de acessos do Aprendiz:*	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
Monitorar células:*	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
Permite alterar comportamento da interface pelo Aprendiz:*	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
Ordenar célula:*	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não

Total de Acessos
 Total de Acessos
 Alfabética
 Ordem de Inclusão

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Figura 8.7 – Tela de configuração dos Parâmetros Principais (modelo do domínio) do ACAI.

8.3. Cenários de utilização do Módulo Formador

O módulo de formadores possui cinco funções básicas, cada função possui um subconjunto de operações que são ilustrados na figura 8.8.

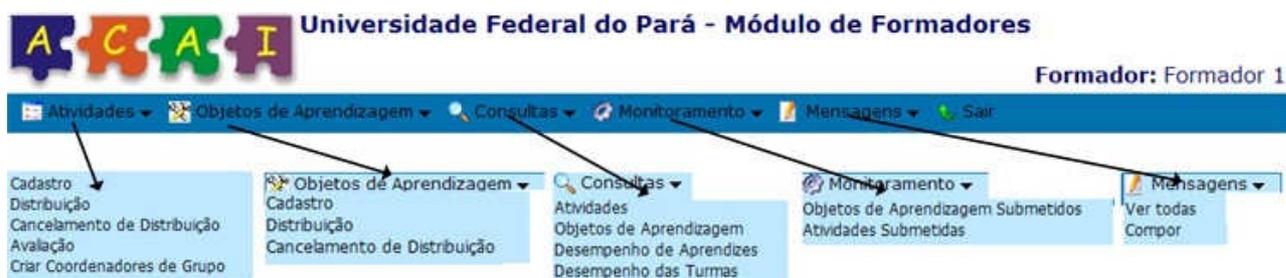


Figura 8.8 – Menu principal do módulo de formadores do ACAI.

Nas subseções a seguir descreve-se os cenários de utilização das principais funcionalidades deste módulo. Será feita uma descrição da tarefa que se deseja executar em seguida detalha-se a utilização da interface para executar a respectiva tarefa.

8.3.1. Gerenciamento de Atividades

No gerenciamento de atividades o formador poderá criar, distribuir, cancelar e avaliar atividades, além de atribuir coordenadores de grupos para atividades em grupo.

8.3.1.1. Incluir uma atividade

O exemplo a seguir supõe o cadastramento de uma atividade pelo formador, que precisa executar os seguintes passos: **a)** identificar a disciplina relacionada com a atividade

que irá ser criada. Nesse momento a interface traz somente as disciplinas relacionadas ao formador em questão, no exemplo a disciplina chama-se Interface Homem-Máquina; **b)** informar o nome da atividade que no exemplo chama-se Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos; **c)** caso exista um arquivo a ser anexado a atividade a localização do arquivo deve ser informada; **d)** informar as palavras-chave relacionadas com a atividade; **e)** informar os objetivos da atividade; **f)** informar o tipo de objeto de aprendizagem que esta atividade irá gerar. A figura 8.9 ilustra a interface de cadastramento da atividade.

Cadastro de Atividades	
 	
Disciplina:*	Interfaces Homem-Máquina (BCC) ▼
Nome da atividade:*	Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.
Localização do Documento:*	<input type="text"/> <input type="button" value="Browse..."/>
Palavras chave:*	storyboard, protótipo vertical, ihc.
Objetivos da atividade:*	controle funcionários, departamentos e projetos de uma empresa. A empresa possui um conjunto de funcionários, cargos, departamentos e projetos.
Tipo de Objeto de Aprendizagem:*	Software ▼
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)	

Anexar um arquivo

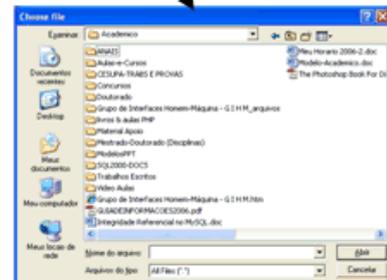


Figura 8.9 – Cadastro de atividade pelo formador no ACAI.

8.3.1.2. Distribuir uma atividade

Para distribuir uma atividade o formador deve executar os seguintes passos: **a)** selecionar o curso; **b)** selecionar a disciplina relacionada a atividade; **c)** selecionar uma das atividades (pré-cadastradas) ligadas à disciplina; **d)** definir se a atividade é individual ou em grupo; e **e)** definir a data de entrega da atividade. A figura 8.10 detalha a interface de distribuição de atividades.

Distribuição de Atividades	
Curso: *	Ciência da Computação
Disciplina: *	Disciplina 1
Atividade: *	Atividade 1
Turma: *	T1
Tipo de Atividade: *	<input checked="" type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Em grupo
Data de Entrega: *	04/12/2006 dd/mm/aaaa
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)	

Figura 8.10 – Distribuição de atividades pelo formador no ACAI.

Na opção de cancelamento de atividade o formador deve selecionar o curso e em seguida a atividade que deseja cancelar e por ser uma atividade simples esta interface não será detalhada.

8.3.1.3. Avaliação de atividades

Quando uma atividade é concluída é necessário que o formador faça o lançamento das notas por aluno, o formador deve selecionar a opção Avaliação em seguida selecionar a disciplina e a atividade relacionada que deseja avaliar. Após a seleção o formador deve lançar as notas de todos os aprendizes que concluíram a atividade que está sendo avaliada.

Este processo é ilustrado na figura 8.11 que descreve um exemplo onde o formador avalia uma atividade relacionada à disciplina Interface Homem-Máquina com o nome de Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos. O primeiro passo é selecionar a disciplina e a atividade relacionada, após a seleção uma listagem com todos os aprendizes relacionados à atividade é mostrada ao formador. Nessa interface o formador pode visualizar os detalhes da atividade entregue por cada aprendiz, basta que seja selecionado o nome do aprendiz pelo *hiperlink* com o seu nome (aprendiz). Para lançar a nota o formador preenche a caixa de texto existente ao lado do nome de cada aprendiz. Os passos envolvidos na tarefa são mostrados na figura 8.11.

Lançamento de notas de Atividades

Listar aprendizes

Disciplina:* Interfaces Homem-Máquina (BCC) ▾

Nome da atividade:* Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos. ▾

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Lançamento de notas de Atividades

Lançar Notas

Atividade: Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.

Aprendizes:	Notas:	Entregue em :
<u>Aprendiz 1</u>	<input type="text"/>	05/10/2006
<u>Aprendiz 2</u>	<input type="text"/>	02/10/2006
<u>Aprendiz 3</u>	<input type="text"/>	05/10/2006
<u>Aprendiz 4</u>	<input type="text"/>	01/10/2006
<u>Aprendiz 5</u>	<input type="text"/>	10/10/2006
<u>Aprendiz 6</u>	<input type="text"/>	Ainda não entregou a atividade
<u>Aprendiz 7</u>	<input type="text"/>	05/10/2006

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Ao selecionar o nome do aprendiz é aberto os detalhes da atividade entregue pelo respectivo aprendiz

Nota a ser atribuída a cada aprendiz

Data de entrega

Figura 8.11 – Lançamento de notas de atividades pelo formador no ACAI.

8.3.2. Gerenciamento de Objetos de Aprendizagem

O gerenciamento de objetos de aprendizagem é muito semelhante ao gerenciamento de atividades, sendo possível cadastrar, distribuir e cancelar a distribuição de um objeto de aprendizagem, essas atividades serão detalhadas nas subseções a seguir.

8.3.2.1. Incluir um objeto de aprendizagem

Permite ao formador incluir quaisquer objetos de aprendizagem que possam ser armazenados em mídia digital sejam eles: softwares, simuladores, jogos, slides de aula, apostilas, artigos etc. Esses objetos ficarão armazenados em um repositório compartilhado de objetos que poderão ser utilizados por qualquer formador que faça parte do ambiente.

Para inserir um objeto de aprendizagem é necessário selecionar o curso onde será utilizado o objeto, a disciplina relacionada, o tipo de objeto que será criado além de informações que especificam os detalhes do objeto. Vale ressaltar que os objetos não ficarão associados de forma rígida a um curso ou disciplina específica, essa atribuição é feita apenas para facilitar futuras buscas e também para melhorar a performance no momento que um formador selecionar objetos que estejam ligados de forma direta a um curso/disciplina. O que classifica o objeto de aprendizagem é sua área principal de conhecimento bem como suas palavras-chave, ou seja, a busca pode ser feita por vários critérios de pesquisa. A opção de cadastramento é mostrado na figura 8.12.

Cadastro de Objetos de Aprendizagem	
 	
Disciplina:*	Engenharia de Software (BCC) ▾
Tipo de Objeto a ser gerado:*	Leitura ▾
Nome:*	Slides sobre Casos de Uso
Caminho do Arquivo:*	D:\Academico\Aulas-e- <input type="button" value="Browse..."/>
Autor:*	Paulo Lima
Email do Autor:*	paulolima@uepa.br 
Compartilhado:*	<input type="radio"/> Não <input checked="" type="radio"/> Sim
Palavras Chave:*	Casos de Uso, Engenharia de Software, Modelagem
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)	

Figura 8.12 – Cadastramento de objeto de aprendizagem pelo formador no ACAI.

8.3.2.2. Distribuir um objeto de aprendizagem

O processo de distribuição de objetos de aprendizagem é idêntico ao processo de distribuição de atividades. A figura 8.13 ilustra a interface de distribuição de objetos de aprendizagem.

Distribuição de Objetos de Aprendizagem	
Distribuir Objeto	
Curso:	Ciência da Computação ▾
Disciplina:	Disciplina 1 ▾
Tipo de Objeto:	Leitura ▾
Título:	Material de Leitura 01 ▾
Turma:	T1 ▾
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)	

Figura 8.13 – Distribuição de objetos de aprendizagem pelo formador no ACAI.

Para cancelar uma distribuição de objeto de aprendizagem, o formador deve selecionar o curso e em seguida o objeto que deseja cancelar e por ser uma atividade simples esta interface não será detalhada.

8.3.3. Consultas

Esta opção permite aos formadores realizar consultas aos repositórios de atividades, a objetos de aprendizagem e ao desempenho nas atividades distribuídas a turmas e aprendizes.

8.3.3.1. Consulta de Atividades

Na consulta de atividades é possível aplicar vários filtros para encontrar uma atividade. Esses filtros permitem que sejam feitas combinações como mostra a figura 8.14. No exemplo ilustrado deseja-se encontrar atividades relacionadas à disciplina Interface Homem-Máquina com a palavra chave ubíqua relacionada. Também é possível selecionar o tipo de objeto desejado (leitura ou software), o título da atividade ou parte dele, o objetivo da atividade ou parte dele e o formador que elaborou a atividade.

Após especificado os parâmetros da consulta o resultado é exibido em outra interface que exibe os detalhes das atividades relacionadas com os parâmetros especificados. Os resultados exibidos podem ser ordenados a critério do formador. Para ordenar os resultados por um critério específico deve-se selecionar o campo desejado, após a seleção a interface é redesenhada e mostrada de acordo com o critério de seleção. Os resultados da consulta podem ser exportados para diversos formatos como já descrito no exemplo mostrado na figura 8.5. A figura 8.14 exemplifica a consulta de atividades.

Consulta de Atividades

Pesquisa		
TipoObjeto	Exatamente igual	<input checked="" type="checkbox"/> Leitura <input type="checkbox"/> Software
Disciplina	Exatamente igual	Interfaces Homem-Máquina (BCC)
TituloAtividade	Qualquer parte	
Objetivo	Qualquer parte	
Palavras Chave	Qualquer parte	ubíqua
Formador	Qualquer parte	
Combinção dos dados selecionados: <input checked="" type="radio"/> E <input type="radio"/> OU		

E

Disciplina = Interfaces Homem-Máquina

Palavra Chave = IHC

Consulta de Atividades

ir para 1

TipoObjeto	TituloAtividade	Disciplina	Palavras Chave	Objetivo	Formador	Inclusão	Caminho
Leitura	Fichamento de Artigo	Interfaces Homem-Máquina (BCC)	IHC, Computação Ubíquas.	Fazer o Fichamento do Artigo "Computação Ubíquas" e apresentar em sala de aula um seminário sobre o tema Computação Ubíquas.	Formador 1	07-07-2006	http://atividades2006/621145430

[1 a 1 de 1]

Campos de ordenação dos resultados

Figura 8.14 – Consulta de atividades no módulo de formadores do ACAI.

8.3.3.2. Consulta de Objetos de Aprendizagem

O funcionamento da consulta de objetos de aprendizagem é similar consulta de atividades, a figura 8.15 exemplifica uma possível consulta, onde o formador faz a busca apenas por palavras-chave iguais a p12.

Consulta de Objetos de Aprendizagem

Pesquisa	
TipoObjeto	Exatamente igual <input type="checkbox"/> Leitura <input type="checkbox"/> Software
Disciplina	Exatamente igual todas as disciplinas ...
Título	Qualquer parte
Autor	Qualquer parte
Formador	Qualquer parte
Palavras Chave	Qualquer parte p12
Combinação dos dados selecionados: <input checked="" type="radio"/> E <input type="radio"/> OU	

Consulta de Objetos de Aprendizagem

ir para 1

	TipoObjeto	Disciplina	Título	Autor	Formador	Inclusao	Caminho	Palavras Chave
1	Leitura	Banco de Dados (BCC)	Material de Leitura 4	Autor 1	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060621201000	p10, p11, p12.
2	Leitura	Banco de Dados (BCC)	Material de Leitura 6	Autor 3	Formador 1	10-10-2006	http://objetoaprendizagem20060621201020	p11, p12, e p13.

[1 a 2 de 2]

Campos de ordenação dos resultados

Figura 8.15 – Consulta de objetos de aprendizagem no módulo de formadores do ACAI.

8.3.3.3. Consulta Desempenho de Aprendizizes

A consulta de desempenho dos aprendizes permite ao formador listar as notas de atividades realizadas pelos aprendizes. A consulta agrupa os resultados por área de conhecimento, disciplinas relacionadas e ano/semestre. Permite ao formador ter uma visão geral do desempenho de cada aprendiz.

A interface permite que os resultados sejam ordenados por área de conhecimento, disciplinas relacionadas, notas e ano/semestre. Ao final da consulta os resultados são agrupados por médias relacionadas à área de conhecimento e pela média geral. A figura 8.16 ilustra o exemplo de consulta de desempenho de aprendiz.

Consulta desempenho de Aprendizizes

Aprendiz:

Aprendiz selecionado

Relatório de Desempenho por Aprendiz
Aprendiz: Aprendiz 1 - Curso 1

Área de Conhecimento	Disciplinas	Notas	Ano/Semestre
Área 2	Disciplina 3	10.00	2006/1
Área 2	Disciplina 4	9.50	2006/1
Área 1	Disciplina 1	9.00	2006/1
Área 1	Disciplina 2	8.50	2006/1
Área 3	Disciplina 5	8.50	2006/1
Área 1	Disciplina 6	8.00	2006/2
Área 1	Disciplina 10	7.50	2006/2
Área 2	Disciplina 8	7.50	2006/2
Área 3	Disciplina 9	7.00	2006/2
Área 4	Disciplina 7	6.50	2006/2

Médias

Áreas	Valor
Área 2 (3)	9,00
Área 1 (4)	8,25
Área 3 (2)	7,75
Área 4 (1)	6,50
Geral	7,88

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Campos de ordenação dos resultados

Figura 8.16 – Consulta do desempenho de aprendizes no módulo de formadores do ACAI.

8.3.3.4. Consulta Desempenho de Turmas

A consulta de desempenho de turmas é semelhante a consulta de desempenho de aprendizes, a diferença é que na consulta de turmas o cálculo do desempenho será da turma e não mais de um aprendiz. Para realizar a consulta é necessário selecionar o curso, a turma (opcional) e o ano/semestre (opcional). Após a seleção os resultados são exibidos e as operações que podem ser feitas com os resultados são as mesmas descritas na consulta de desempenho de aprendizes. A figura 8.17 exibe um exemplo dessa consulta.

Consulta desempenho de Turmas

Curso: Curso 1

Turma: Turma 1

Ano: 2006

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Parâmetros selecionados

Relatório de Desempenho por Turma
Curso: Curso1
Turma: Turma1
Total de Alunos: 25

Área de Conhecimento	Disciplinas	Média Notas	Ano/Semestre
Área 1	Disciplina 3	8.23	2006/1
Área 1	Disciplina 4	7.77	2006/1
Área 2	Disciplina 1	7.58	2006/1
Área 2	Disciplina 2	7.27	2006/1
Área 3	Disciplina 5	7.15	2006/1
Área 1	Disciplina 6	6.80	2006/2
Área 1	Disciplina 9	6.55	2006/2
Área 2	Disciplina 8	6.45	2006/2
Área 3	Disciplina 7	6.25	2006/2
Área 4	Disciplina 10	6.08	2006/2

Médias

Áreas	Valor
Área 1 (4)	7,34
Área 2 (3)	7,10
Área 3 (2)	6,70
Área 4 (1)	6,08
Geral	6,80

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Campos de ordenação dos resultados

Figura 8.17 – Consulta do desempenho de turmas no módulo de formadores do ACAI.

8.3.4. Monitoramento

A função de monitoramento permite ao formador visualizar estatísticas de acesso às atividades e aos objetos de aprendizagem distribuídos. Essas estatísticas são úteis para o acompanhamento de utilização de todo o material disponibilizado no ambiente e divide-se em dois tipos de monitoramento descritos a seguir.

8.3.4.1. Monitoramento de atividades distribuídas

Permite ao formador monitorar todas as atividades designadas a um determinado curso ou turma. A figura 8.18 ilustra um exemplo onde o formador seleciona o Curso 1 e todas as turmas relacionadas a esse curso. Após a seleção do filtro o resultado é exibido em outra interface que permite ao formador analisar os resultados por vários critérios de ordenação: área de conhecimento, nome da atividade, turma, total de acessos a atividade e data do último acesso a atividade.

Monitoramento de Acesso de Atividades

Listar acessos

Curso:* Curso 1

Turma:* todas ...

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Parâmetros selecionados

Monitoramento de Atividades
Curso: Curso 1

Áreas	Atividade	Turmas	Total de Acessos	Último Acesso
Área 1	Atividade 1	Turma 1	97	05/10/2006
Área 1	Atividade 1	Turma 2	85	10/10/2006
Área 2	Atividade 2	Turma 1	79	07/10/2006
Área 2	Atividade 2	Turma 2	71	10/10/2006
Área 2	Atividade 2	Turma 3	63	11/10/2006
Área 3	Atividade 3	Turma 1	59	10/10/2006
Área 4	Atividade 4	Turma 2	47	11/10/2006

Campos de ordenação dos resultados

Médias	
Atividades	Valor
Atividade 1 (2)	91,00
Atividade 2 (3)	71,00
Atividade 3 (1)	59,00
Atividade 4 (1)	47,00
Geral	67,00

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Figura 8.18 – Monitoramento de atividade no módulo de formadores do ACAI.

8.3.4.2. Monitoramento de objetos de aprendizagem distribuídos

O funcionamento é idêntico ao monitoramento de atividades, apenas o foco de pesquisa é alterado. A figura 8.19 mostra um exemplo de monitoramento de objeto de aprendizagem.

Monitoramento de Acesso de Objetos de Aprendizagem

Curso:*

Turma:*

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Parâmetros selecionados

Monitoramento de Objetos de Aprendizagem
Curso: Curso 1

Áreas	Objeto	Turmas	Total de Acessos	Último Acesso
Área 1	Objeto 1	Turma 1	123	11/10/2006
Área 1	Objeto 1	Turma 2	107	11/10/2006
Área 1	Objeto 1	Turma 3	97	10/10/2006
Área 2	Objeto 2	Turma 1	90	08/10/2006
Área 2	Objeto 2	Turma 2	88	11/10/2006
Área 2	Objeto 2	Turma 3	83	09/10/2006
Área 3	Objeto 3	Turma 1	77	11/10/2006
Área 4	Objeto 4	Turma 2	64	11/10/2006
Área 5	Objeto 5	Turma 4	55	01/10/2006
Área 1	Objeto 1	Turma 4	49	11/10/2006

Médias	
Objetos	Valor
Objeto 1 (4)	94,00
Objeto 2 (3)	87,00
Objeto 3 (1)	77,00
Objeto 4 (1)	64,00
Objeto 5 (1)	55,00
Geral	75,40

ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)

Figura 8.19 – Monitoramento de objetos de aprendizagem no módulo de formadores do ACAI.

8.3.5. Mensagens

O módulo de mensagem permite aos usuários do ACAI ter acesso as mensagens e avisos a eles destinados. Nesse módulo é possível gerenciar as mensagens recebidas e compor novas mensagens.

8.3.5.1. Gerenciador de mensagens

Nessa interface é possível ter uma visão geral de todas as mensagens. Os itens que podem ser visualizados na interface são: título da mensagem, data da entrega, remetente e data da leitura. É possível ordenar a visualização pelo título da mensagem, data de entrega,

por remetente e por situação (lida ou não lida). A interface permite eliminar uma ou mais mensagens não desejadas. A figura 8.20 detalha a interface de gerenciamento de mensagens do módulo de formadores.

Gerenciador de mensagens recebidas				
←				
	Mensagem:	Entregue em:	Remetente:	Lida em:
<input type="checkbox"/>	Mensagem 1	10/10/2006	Formador 2	não lida
<input type="checkbox"/>	Mensagem 2	07/10/2006	Formador 3	08/10/2006
<input type="checkbox"/>	Mensagem 3	07/10/2006	Aprendiz 1	07/10/2006
<input type="checkbox"/>	Mensagem 4	08/10/2006	Aprendiz 1	10/10/2006
<input type="checkbox"/>	Mensagem 5	23/09/2006	Aprendiz 3	23/09/2006
<input type="checkbox"/>	Mensagem 6	21/09/2006	Aprendiz 7	22/09/2006
<input type="checkbox"/>	Mensagem 7	10/09/2006	Formador 5	10/09/2006
Apagar mensagens selecionadas				
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)				

Figura 8.20 – Gerenciador de mensagens no módulo de formadores do ACAI.

8.3.5.2. Compor nova mensagem

A função de composição de mensagem permite criar uma nova mensagem para em seguida enviá-la. Na atual versão do ACAI, as mensagens são enviadas apenas internamente, porém sua estrutura foi concebida para enviar mensagens externas (internet), contudo será necessário especificar as configurações do servidor de correio eletrônico externo no ACAI em seu modelo de domínio. A figura 8.21 ilustra a interface de composição de mensagens do ambiente.

Compor Mensagens	
Enviar Mensagem	
Destinatário:*	<input type="text"/> Procurar...
Assunto:*	<input type="text"/>
Mensagem:*	<input type="text"/>
Anexo:	<input type="text"/> Browse... <input type="checkbox"/> Apagar
ACAI - Ambiente Colaborativo de Aprendizagem Interdisciplinar - Versão 1.0 (2006)	

Figura 8.21 – Editor de mensagens no módulo de formadores do ACAI.

8.4. Cenários de utilização do Módulo Aprendiz

O módulo do aprendiz possui uma interface única denominada de estação de aprendizagem, cujo processo de criação é detalhado na figura 8.22. A estação de aprendizagem é originada quando um formador designa os primeiros objetos de aprendizagem (passos 1, 2, 3 e 4 da figura 8.22) que desejam utilizar em suas turmas.

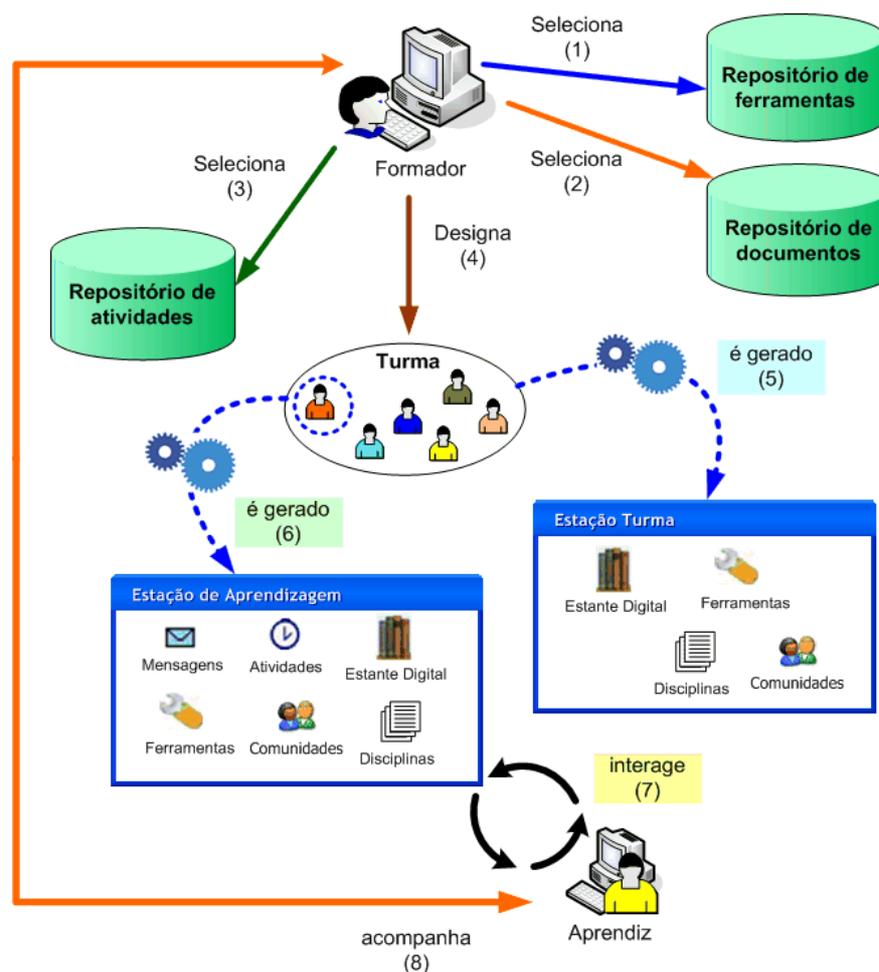


Figura 8.22 – Processo de criação da Estação de Aprendizagem no ACAI.

Uma vez selecionadas os objetos de aprendizagem, o sistema gera uma interface padrão denominada estação turma (passo 5 da figura 8.22) e a torna disponível para os aprendizes pertencentes àquela turma.

Quando um formador atribui uma ou mais atividades a turma, novos elementos serão acrescentados a estação turma, que conterá além das ferramentas e conteúdos já atribuídos, uma agenda de atividades, um sistema de troca de mensagens e posteriormente conterá a produção acadêmica de cada aprendiz. Nesse ponto a estação turma começa a

receber elementos relativos a cada aprendiz gerando a interface denominada de estação de aprendizagem (passo 6 da figura 8.22). A estação funcionará como uma mesa de trabalho do aprendiz, onde o mesmo poderá personalizar a interface padrão gerada (estação turma) acrescentando e configurando novas ferramentas e conteúdos (passo 8 da figura 8.22).

Os formadores terão acesso a todas as interações realizadas pelos aprendizes em relação aos objetos disponibilizados na estação de aprendizagem, essas interações permitirão a cada formador acompanhar atividades referentes às suas disciplinas e atividades além de estatísticas de utilização e dos recursos disponibilizados para as turmas aos quais o aprendiz esteja ligado.

A estação de aprendizagem é única por aprendiz e poderá conter diferentes recursos de acordo com o perfil do aprendiz. Essa estação é um ambiente virtual centrado no aprendiz e no conhecimento que ele constrói enquanto interage com os objetos a ele disponibilizados. Essa concepção, segundo Gava (2003), é independente de contexto, ou seja, ela pode ser usada em diversos domínios de conhecimento, apoiando comunidades virtuais, organizadas ou não em cursos formais, quer sejam eles nas modalidades presencial, semipresencial ou a distância, viabilizando a construção coletiva de conhecimento.

À medida que o aprendiz utiliza a estação de aprendizagem ela sofre modificações que refletirão em adaptações baseadas nas interações aprendiz-estação, gerando sempre uma visão personalizada da mesma. O processo de adaptação bem como os mecanismos responsáveis pela mesma já foram detalhados no capítulo 7 deste trabalho.

Após o processo de *login* no ACAI o aprendiz terá acesso a estação de aprendizagem, ou seja, o espaço onde estarão disponíveis os recursos que facilitarão sua interação com o ambiente. A figura 8.23 mostra uma possível configuração de estação de aprendizagem montada de acordo com o perfil de um aprendiz em particular. A estação é formada por um conjunto de células personalizadas onde cada célula é identificada por uma letra (A,B,C,D,E,F,G e H).

A Minha Estação Caixa de Ferramentas Biblioteca Digital Comunidades Sair

B Minhas Mensagens Isaac, você tem **3 mensagens novas** (10/10/2005)

Minhas Atividades Listar todas... >		Minhas Disciplinas Listar todas... >	
Descrição da Atividade	Entregar em		
▶ Diagrama de Casos de Uso - Sistema de Biblioteca	12/10/2005	▶ Engenharia de Software	G
▶ Protótipo de Compiladores	21/10/2005	▶ Redes de Computadores	
▶ Estudo de Caso sobre Avaliação de Interfaces	03/11/2005	▶ Teoria da Computação	

Minhas produções Acadêmicas Listar todas... >		Minhas Comunidades Listar todas... >	
Engenharia de Software	D	▶ UML para Web	H
- Artigo sobre UML		▶ Linguagem C	
- Fábrica de Software		▶ PHP & MYSQL	
Redes de Computadores			
- Análise de Desempenho			
- Modelos de Caso de Uso			
Interfaces Homem-Máquina			
- Modelagem de Tarefa			

Minha Estante Digital Listar todas... >			
Engenharia de Software	Incluir objetos nesta prateleira >	E	
- Apostila sobre casos de Uso			
- Slides das aulas			
- Modelos de Caso de Uso			
Redes de Computadores	Incluir objetos nesta prateleira >		
- TCP-IP Secrets (eBook gratuito sobre TCP/IP)			
- Slides das aulas de TCP/IP			
Interfaces Homem-Máquina	Incluir objetos nesta prateleira >		
- Slides das aulas			
- Apostila Interfaces com o Usuário			
- Formulário para avaliação de sites			

Minhas Ferramentas Listar todas... >			
Engenharia de Software	Incluir ferramentas >	F	
- Spearmint (modelagem de processo de Software)			
- Visual Paradigm (ferramenta case)			
- Eclipse (Ambiente Gráfico para desenvolvimento Java)			
Redes de Computadores	Incluir ferramentas >		
- Network Traffic Analyser (ferramenta de análise de tráfego)			
Interfaces Homem-Máquina	Incluir ferramentas >		
- WebSpider (Avaliação de Websites)			
- Planilha eletrônica para avaliação de usabilidade de sites			

Isaac Newton - Acesso no.: 28

Figura 8.23 – Estação de Aprendizagem do ACAL.

A interface do aprendiz é dividida em duas partes, a parte superior representada pela letra **A**, relaciona os itens: Minha Estação que agrupa as células personalizadas identificadas pelas letras de **B** a **H** que serão detalhadas a partir da seção 8.4.1.1. Os itens Caixa de Ferramentas, Biblioteca Digital e Comunidades serão detalhados a partir da subseção 8.4.1.9.

Cada item da figura 8.24 (Minha Estação, Caixa de Ferramentas, Comunidades e Biblioteca Digital) estará ativo em um determinado momento da navegação. Quando um item é selecionado o título deste item deverá aparecer em **negrito** para facilitar a percepção do aprendiz, uma vez que a interface possui diversos itens listados. No momento da ativação de um item este ficará em destaque para que o aprendiz saiba exatamente em que contexto ele se encontra na interface. No exemplo mostrado na figura 8.24 o item ativado pelo aprendiz foi Biblioteca Digital.



Figura 8.24 – Ativação do item Biblioteca Digital na estação de aprendizagem do ACAI.

8.4.1.1. Minha Estação

O item Minha Estação é o primeiro item da área **A** da estação de aprendizagem e representa o agrupamento de todas as células personalizadas que estarão disponíveis na interface do aprendiz.

8.4.1.2. Minhas Mensagens (item **B** – figura 8.23)

Esta célula dá acesso à caixa de mensagens do aprendiz, mostrando em primeiro plano se o aprendiz possui novas mensagens. As mensagens podem ser do próprio ACAI ou enviadas por outros usuários do ambiente. A cada *login* do aprendiz é feita uma verificação de acordo com os parâmetros pré-definidos no módulo de administração do ambiente. Ao clicar no *link* Minhas Mensagens o aprendiz acessa todas as mensagens de sua caixa postal (lidas e não lidas). O funcionamento do gerenciador de mensagens da estação de aprendizagem é idêntico ao do formador já descrito na subseção 8.3.5.

8.4.1.3. Minhas Atividades (item **C** – figura 8.23)

Esta célula exibe todas as atividades pendentes do aprendiz, a ordem de exibição na célula (*classificação de links*) será em função data de entrega da atividade, ou seja, as **n** atividades que estejam mais próximas da data de entrega serão exibidas em primeiro plano. Cada atividade listada dentro da célula pode ser vista em detalhes pelo aprendiz, basta que seja selecionada a atividade desejada clicando em cima de seu respectivo nome (*link*). Os detalhes da atividade são mostrados na figura 8.25 a seguir.

ACAI

Minha Estação Caixa de Ferramentas Comunidades Biblioteca Digital Sair

Acompanhamento de Atividade:

Nome da Atividade: [Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.](#)

Tipo de Atividade: Individual

Curso: Ciência da Computação

Disciplina: [Interfaces Homem-Máquina \(BCC\)](#)

Turma: CC5NA

Data de Entrega: Faltam 5 dias para entrega

Formador: Formador 1

Data da Submissão: 12/07/2006

Comentários do Formador: Em: - [Ler arquivo anexado pelo formador](#)

Meus acessos: 2

Meu último acesso: 18/08/2006

Compartilhamento: Não compartilhado Com a turma Com o Ambiente [Compartilhar](#)

Meus Comentários:

Anexar Arquivo a atividade: [Procurar...](#)

[Solicitar avaliação prévia da atividade](#) [Entregar atividade](#)

Figura 8.25 – Detalhamento de uma atividade designada na estação de aprendizagem do ACAI.

Ao detalhar uma atividade o aprendiz tem acesso a todos seus atributos e pode verificar os comentários feitos pelo formador que a designou, compartilhar a atividade com outros aprendizes, solicitar uma avaliação prévia (acompanhamento) e entregá-la caso já tenha concluído.

8.4.1.4. Minhas Produções Acadêmicas (item D – figura 8.23)

A célula Minhas Produções Acadêmicas é a responsável por agrupar todas as produções dos aprendizes. Nessa célula encontram-se disponíveis todos os artefatos produzidos pelo aprendiz organizados em formato de pastas.

Para acessar a produção acadêmica relacionada a uma determinada disciplina o aprendiz seleciona a disciplina que deseja. Ao selecioná-la serão listadas todas as produções do aprendiz relacionadas a mesma como mostra a figura 8.26 a seguir.

The screenshot shows the ACAI system interface. At the top, there are navigation icons: 'Minha Estação', 'Caixa de Ferramentas', 'Biblioteca Digital', 'Comunidades', and 'Sair'. Below these is a header bar with the text 'Minhas produções Acadêmicas » Engenharia de Software'. The main content area is a table with two columns: 'Produções' and 'Entregue em:'. The table lists two productions: 'Diagrama de Classe - Sistema de Biblioteca' with a due date of 10/10/2006, and 'Diagrama de Casos de Uso - Sistema de Biblioteca' with a due date of 27/09/2006.

Produções	Entregue em:
▶ Diagrama de Classe - Sistema de Biblioteca	10/10/2006
▶ Diagrama de Casos de Uso - Sistema de Biblioteca	27/09/2006

Figura 8.26 – Produções acadêmicas relacionadas a uma disciplina na estação de aprendizagem do ACAI.

Para ter acesso aos detalhes de uma produção acadêmica basta selecioná-la, por exemplo: a produção denominada Diagrama de Casos de Uso - Sistema de Biblioteca. Vale ressaltar que uma produção é originada a partir de uma atividade já entregue pelo o aprendiz, ou seja, a produção não poderá sofrer nenhuma alteração, ficando apenas disponível no repositório de produções como parte do histórico de produções. A única operação que o aprendiz poderá realizar é o compartilhamento dessa produção com o ambiente ou com sua turma. A Figura 8.27 descreve o exemplo citado.

The screenshot shows the ACAI system interface with the details of a specific production. At the top, there are navigation icons: 'Minha Estação', 'Caixa de Ferramentas', 'Biblioteca Digital', 'Comunidades', and 'Sair'. Below these is a header bar with the text 'Minhas produções Acadêmicas » Detalhamento de Produção'. The main content area is a table with the following details for the production 'Diagrama de Casos de Uso - Sistema de Biblioteca':

Diagrama de Casos de Uso - Sistema de Biblioteca	
Produção:	Individual
Disciplina:	Interfaces Homem-Máquina
Data de Entrega:	23/05/2006
Formador:	Paulo Sergio R. Lima
Comentários do Formador:	Ler arquivo anexado pelo formador
Meus acesso:	12
Meu último acesso:	19/05/2006
Nota:	8,5
Compartilhamento:	<input checked="" type="radio"/> Não compartilhado <input type="radio"/> Com o Ambiente <input type="radio"/> Com a turma <input type="button" value="Compartilhar"/>

Figura 8.27 – Detalhamento de produção acadêmica relacionadas a uma disciplina na estação de aprendizagem do ACAI.

8.4.1.5. Minha Estante Digital (item E – Figura 8.23)

A célula Minha Estante Digital representa a abstração de uma estante do mundo real. A idéia é que cada aprendiz tenha sua própria estante e que nela conste: livros, notas, aulas, apostilas, etc., em resumo tudo que seja do interesse de cada aprendiz. O próprio sistema infere os itens que compõem a estante digital do aprendiz baseado em sua área de interesse e das disciplinas matriculadas. Os itens que constarão na Estante Digital são itens incluídos por formadores de cada área.

A ordem de exibição das prateleiras e dos itens associados a cada uma delas pode ser em função do número de acessos do aprendiz nas prateleiras e em seus respectivos itens, ou seja, em primeiro plano aparecerão sempre as prateleiras mais acessadas juntamente com os respectivos itens mais acessados destas prateleiras. A ordem de exibição pode ser modificada pelo administrador do ambiente como foi detalhado na subseção 7.5.1 do capítulo 7 deste trabalho.

Ao selecionar uma prateleira da estante digital, todos os objetos dessa prateleira serão listados como mostra a Figura 8.28.



Figura 8.28 – Objetos de uma prateleira da estante digital na estação de aprendizagem do ACAl.

Para ter acesso ao conteúdo do objeto basta selecionar o objeto desejado. A estante digital é parte da Biblioteca Digital do ACAl, desta forma, um aprendiz de qualquer área poderá acessar materiais de estantes digitais de outras áreas, desde que esses materiais estejam compartilhados. O funcionamento da Biblioteca Digital será detalhado na subseção 8.4.1.10.

8.4.1.6. Minhas Ferramentas (item F – Figura 8.23)

Do mesmo modo que a célula Minha Estante Digital, a célula Minhas Ferramentas exhibe todas as ferramentas disponíveis para o aprendiz. Optou-se por criar a abstração de ferramentas para representar todos os artefatos que não sejam uma representação de objetos impressos em papel, ou seja, tudo que esteja relacionado a uma área específica, mas que não seja um material de leitura digital ou convencional (em papel). Esses objetos são agrupados em compartimentos que representam uma abstração das divisões de uma caixa de ferramentas. No item **F** da Figura 8.23 é possível observar vários exemplos de ferramentas separados por áreas de interesse. Ferramentas podem ser simuladores, dicionários, ambientes de desenvolvimento de software, compiladores, etc.

Da mesma forma que na estante digital, as ferramentas são incluídas por formadores de cada área. A Figura 8.28 mostra um exemplo do conteúdo exibido na célula Minhas Ferramentas.



Objetos deste Compartimento	Incluído em:
▶ Spearmint (modelagem de processo de Software)	31/05/2006
▶ Visual Paradigm (ferramenta case)	11/02/2006
▶ Eclipse (Ambiente Gráfico para desenvolvimento Java)	21/03/2006

Figura 8.29 – Objetos de um compartimento da caixa de ferramentas na estação de aprendizagem do ACAl.

A estante digital é parte do repositório de objetos de aprendizagem do ACAl, ou seja, um aprendiz de qualquer área pode acessar ferramentas digitais de outras áreas, desde que essas ferramentas estejam compartilhadas.

8.4.1.7. Minhas Disciplinas (itens G Figura 8.23)

A célula Minhas Disciplinas exibe todas as disciplinas já cursadas ou em curso por um determinado aprendiz. A ordem de exibição é da disciplina mais recente para a mais antiga cursada. O aprendiz tem acesso a todos os detalhes relacionados à disciplina, como por exemplo: área de conhecimento da disciplina, palavras-chave, ementa e o plano de trabalho docente da respectiva disciplina. A Figura 8.30 exibe um exemplo de detalhamento da disciplina Interface Homem-Máquina.



Área de Conhecimento: METODOLOGIA E TÉCNICAS DA COMPUTAÇÃO

Palavras chaves: IHC, Interface, Interação, Usabilidade, Ergonomia, Design, Acessibilidade.

Ementa: Visão introdutória da área de IHC; Sensibilização para bons e maus exemplos de interface e interação em aplicações diversas; Análise e reflexão sobre o problema de Design e de Re-Design; Conceitos de Usabilidade e Acessibilidade; Métodos e Ferramentas de Avaliação de Interface de Usuário; Paradigmas, Modelos e Métodos de Design (Design centrado no Usuário, Engenharia de Usabilidade, Análise de Tarefas, Design Participativo, Design Contextual e outros); Notações para Especificação de Interface.

Plano de Trabalho Docente: [Visualizar arquivo completo](#). (Requer [Adobe Acrobat Reader](#) instalado.)

Figura 8.30 – Detalhamento de disciplina na estação de aprendizagem do ACAl.

8.4.1.8. Minhas Comunidades (itens H Figura 8.23)

A célula Minhas Comunidades exibe as comunidades relacionadas com o aprendiz. Cada aprendiz pode criar uma ou mais comunidades, a partir da criação, outros usuários poderão se associar a elas. Ao criar uma comunidade, todos os usuários do ACAI que se encaixem no perfil da comunidade, receberão uma mensagem acerca de sua criação e estes usuários poderão decidir se querem ou não se associar a ela.

Quando selecionada uma comunidade na célula Minhas Comunidades todos os detalhes da comunidade são exibidos. Esses detalhes descrevem a data de criação da comunidade, o total de postagens que ela recebeu, a data do último acesso a mesma e a relação de tópicos enviados pelos participantes. Para detalhar um tópico basta selecionar o tópico desejado. A Figura 8.31 detalha a interface de comunidades na estação de aprendizagem.



Figura 8.31 – Detalhamento de comunidades na estação de aprendizagem do ACAI.

8.4.1.9. Caixa de Ferramentas

O item Caixa de Ferramentas agrupa todas as ferramentas armazenadas no ACAI. As ferramentas são armazenadas por áreas e subáreas de conhecimento. A divisão em áreas de conhecimento e suas respectivas subáreas foram classificadas de acordo com tabela usada pelo CNPq (CNPA, 2005), sendo possível alterá-las de acordo com as características da instituição.

A navegação em busca de uma ferramenta específica poderá ser feita hierarquicamente dentro das áreas de conhecimento ou através da função de busca (item **B** da Figura 8.32) que poderão ser pesquisadas pelo nome da ferramenta ou pelo nome do

autor. O aprendiz tem acesso a todas as ferramentas classificadas como públicas dentro ACAI.

A ordem de visualização das ferramentas é em função do perfil do aprendiz, sendo mostrada em primeiro plano as ferramentas ligadas diretamente à área e subáreas do aprendiz (item A da Figura 8.32). A interface do item Caixa de Ferramentas exibe as ferramentas disponíveis para um aprendiz da área de Ciências Exatas e da Terra do curso de Ciência da Computação (áreas A da Figura 8.32).

ACAI

Minha Estação **Caixa de Ferramentas** Biblioteca Digital Comunidades Sair

Caixa de Ferramentas Digital

Buscar por: Por título

Por título **Por autor** B

Áreas de Conhecimento

- ▶ **Ciências Exatas e da Terra**
 - ⊕ **Ciência da Computação**
 - ⊕ MATEMÁTICA DA COMPUTAÇÃO
 - Matemática Simbólica
 - Modelos Analíticos e de Simulação
 - ⊕ METODOLOGIA E TÉCNICAS DA COMPUTAÇÃO
 - Banco de Dados
 - Engenharia de Software
 - Interfaces Homem-Máquina
 - Linguagens de Programação
 - Processamento Gráfico
 - ⊕ SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO
 - Arquitetura de Sistemas de Computação
 - Hardware
 - Software Básico
 - Teleinformática
 - ⊕ TEORIA DA COMPUTAÇÃO
 - Análise de Algoritmos e Complexidade
 - Computabilidade e Modelos de Computação
 - Linguagem Formais e Autômatos
 - Lógicas e Semântica de Programas
 - ⊕ Física
 - ⊕ Matemática
 - ⊕ Probabilidade e Estatística
 - ⊕ Química
 - ▶ **Ciências Agrárias**
 - ⊕ Agronomia
 - ⊕ Engenharia Agrícola
 - ⊕ Medicina Veterinária
 - ⊕ Engenharia Florestal
 - ⊕ Engenharia de Pesca
 - ▶ **Ciências Biológicas**
 - ⊕ Biofísica
 - ⊕ Biologia Geral
 - ⊕ Bioquímica
 - ⊕ Genética
 - ⊕ Zoologia
- ▶ **Ciências da Saúde**
 - ⊕ Educação Física
 - ⊕ Enfermagem
 - ⊕ Farmácia
 - ⊕ Fisioterapia
 - ⊕ Medicina
 - ⊕ Nutrição
 - ⊕ Odontologia
- ▶ **Ciências Humanas**
 - ⊕ Antropologia
 - ⊕ Filosofia
 - ⊕ Geografia
 - ⊕ História
 - ⊕ Psicologia
 - ⊕ Sociologia
- ▶ **Ciências Sociais Aplicadas**
 - ⊕ Administração
 - ⊕ Comunicação
 - ⊕ Direito
 - ⊕ Economia
 - ⊕ Serviço Social
 - ⊕ Turismo
- ▶ **Engenharias**
 - ⊕ Engenharia Civil
 - ⊕ Engenharia Elétrica
 - ⊕ Engenharia Mecânica
 - ⊕ Engenharia Química
 - ⊕ Engenharia Sanitária
- ▶ **Linguística, Letras e Artes**
 - ⊕ Artes
 - ⊕ Letras
 - ⊕ Linguística

A

Figura 8.32 – Caixa de Ferramentas Digital na estação de aprendizagem do ACAI.

8.4.1.10. Biblioteca Digital

A Biblioteca Digital para o ACAI é uma abstração de uma biblioteca do mundo real, ou seja, um lugar onde diferentes indivíduos com diferentes níveis de conhecimento buscam informações. Na biblioteca digital o aprendiz encontra (de forma digital): livros, notas, aulas, apostilas, etc., separados por áreas e subáreas de conhecimento. Para encontrar um material específico o aprendiz pode navegar de forma hierárquica dentro das áreas de conhecimento ou utilizar a função de busca (item **B**) da Figura 8.33.

O material da Biblioteca digital está organizado de forma hierárquica começando primeiramente pela área de conhecimento principal, em seguida pelas subáreas, de forma idêntica a da estante digital (descrita na seção 8.4.1.5 deste trabalho). Dentro de cada estante estarão armazenados os objetos digitais: livros, apostilas, etc.

O aprendiz visualizará em primeiro plano a estante digital que agrupa os objetos digitais da sua área de conhecimento (item **A** da Figura 8.33), em seguida o restante das estantes digitais que sejam classificadas como públicas.



Figura 8.33 – Biblioteca Digital na estação de aprendizagem do ACAI.

8.4.1.11. Comunidades

O item comunidades da Figura 8.34 representa todas as comunidades que estão cadastradas no ACAI, ao selecionar este item o aprendiz visualiza todas as comunidades públicas das diversas áreas de conhecimento do ACAI. Nessa interface há disponível uma pesquisa de comunidades, que poder ser livre (em todas as áreas) ou por área de interesse. O modo de pesquisa pode ser visto no item **B** da Figura 8.34.

Apesar do item Comunidades ser um item mais genérico, a adaptação também estará presente. Os mecanismos de adaptação farão uma verificação das áreas e subáreas de interesse do aprendiz, exibindo em primeiro plano as comunidades que estejam ligadas diretamente a seu perfil.

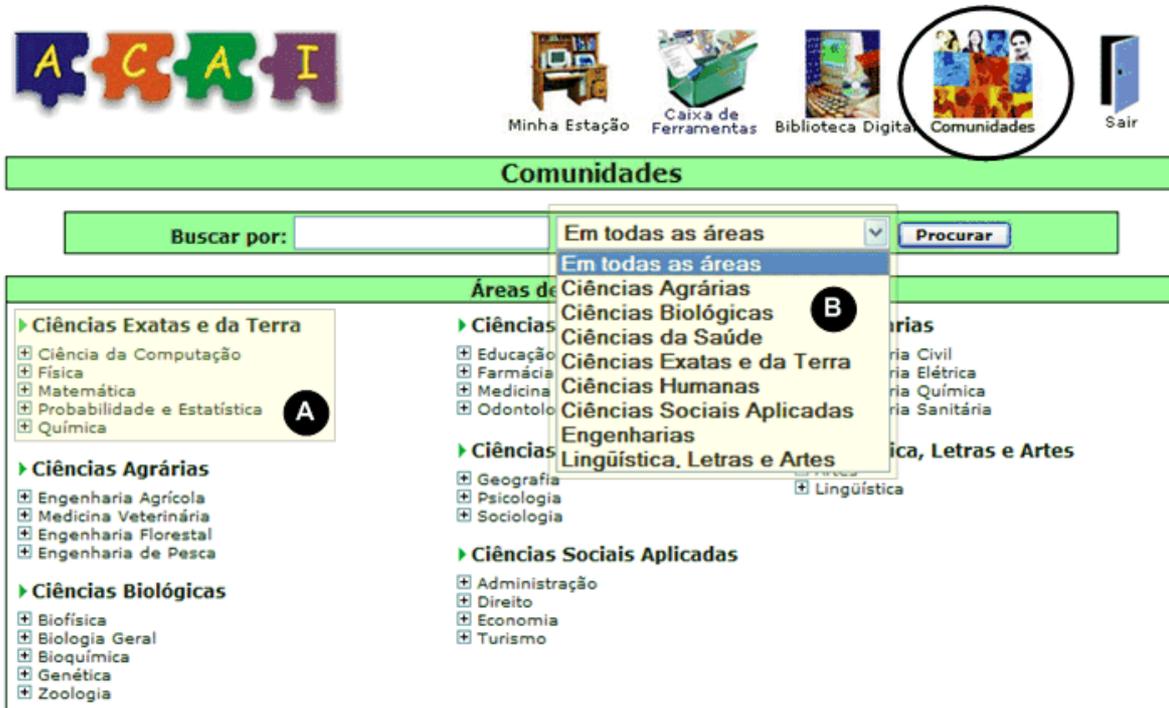


Figura 8.34 – Comunidades na estação de aprendizagem do ACAI.

8.4.1.12. Exemplos de Interação Aprendiz-Formador nas Interfaces do ACAI

Esta subseção descreve um exemplo onde o formador designou uma atividade a uma turma de aprendizes. Cada aprendiz recebe em sua estação de aprendizagem a respectiva atividade na célula Minhas Atividades além de uma mensagem informando a existência de uma nova atividade. Após receber esta atividade o aprendiz começa o

processo de interação com o formador que a designou até que ela esteja concluída e possa finalmente ser entregue para avaliação.

O exemplo mostrado, nas Figuras 8.35-8.37, a seguir descrevem os passos dessa interação focando principalmente os campos relacionados com o processo de cooperação aprendiz-formador.

1a. parte do processo de interação: **aprendiz** verifica atividade recebida

2a. parte do processo de interação: **aprendiz** faz uma pergunta ao formador (solicita aval. prévia)

3a. parte do processo de interação: **formador** responde a pergunta do aprendiz (envia comentários)

Acompanhamento de Atividade:

Nome da Atividade: Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.
 Tipo de Atividade: Individual
 Curso: Ciência da Computação
 Disciplina: Interfaces Homem-Máquina (BCC)
 Turma: CCSNA
 Data de Entrega: Faltam 15 dias para entrega
 Formador: Formador 1
 Data da Submissão: 01/10/2006
 Meus acessos: 1
 Meu último acesso: 01/10/2006
 Compartilhamento: Não compartilhado Com a turma Com o Ambiente
 Meu último comentário:

Acompanhamento de Atividade:

Nome da Atividade: Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.
 Tipo de Atividade: Individual
 Curso: Ciência da Computação
 Disciplina: Interfaces Homem-Máquina (BCC)
 Turma: CCSNA
 Data de Entrega: Faltam 14 dias para entrega
 Formador: Formador 1
 Data da Submissão: 01/10/2006
 Meus acessos: 2
 Meu último acesso: 02/10/2006
 Compartilhamento: Não compartilhado Com a turma Com o Ambiente
 Meu último comentário:
 Anexar arquivo de apoio:

Acompanhamento de Atividade submetida

Nome da Atividade: Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.
 Tipo de Atividade: Individual
 Curso: Ciência da Computação
 Disciplina: Interfaces Homem-Máquina (BCC)
 Turma: CCSNA
 Data de Entrega: Faltam 14 dias para entrega
 Aprendiz: Aprendiz 1
 Data da Submissão: 01/10/2006
 Último comentário do Aprendiz:
 Total de acessos do Aprendiz: 2
 Último acesso do aprendiz: 02/10/2006
 Meu último comentário:
 Anexar arquivo de apoio:

Figura 8.35 – Exemplos de Interação Aprendiz-Formador no ACAI (partes: 1, 2 e 3).

Acompanhamento de Atividade:

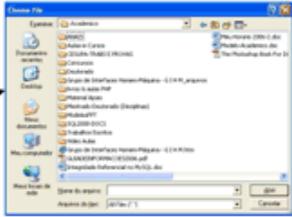
Nome da Atividade: Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.
 Tipo de Atividade: Individual
 Curso: Ciência da Computação
 Disciplina: Interfaces Homem-Máquina (BCC)
 Turma: CCSNA
 Data de Entrega: Faltam 10 dias para entrega
 Formador: Formador 1
 Data da Submissão: 01/10/2006
 Último comentário do Formador: Não é necessário entregar os storyboard. No final do projeto eles devem estar anexados ao relatório final.

Meus acessos: 7
 Meu último acesso: 05/10/2006
 Compartilhamento: Não compartilhado Com a turma Com o Ambiente
 Meu último comentário: Gostaria de saber se é necessário entregar junto com o protótipo os storyboards de cada tela?

Acompanhamento de Atividade:

Nome da Atividade: Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.
 Tipo de Atividade: Individual
 Curso: Ciência da Computação
 Disciplina: Interfaces Homem-Máquina (BCC)
 Turma: CCSNA
 Data de Entrega: Faltam 4 dias para entrega
 Formador: Formador 1
 Data da Submissão: 01/10/2006
 Último comentário do Formador: O protótipo VERTICAL deve detalhar pelo menos um dos módulos do Gerenciador de Projetos.

Meus acessos: 12
 Meu último acesso: 12/10/2006
 Compartilhamento: Não compartilhado Com a turma Com o Ambiente
 Meu último comentário: O protótipo está quase finalizado, gostaria que o senhor fizesse uma análise apenas do módulo de consultas para verificar se estão todas listadas. Segue em anexo o protótipo em HTML.

Anexar arquivo de apoio: 

Acompanhamento de Atividade submetida

Nome da Atividade: Protótipo vertical de um Gerenciador de Projetos.
 Tipo de Atividade: Individual
 Curso: Ciência da Computação
 Disciplina: Interfaces Homem-Máquina (BCC)
 Turma: CCSNA
 Data de Entrega: Faltam 4 dias para entrega
 Aprendiz: Aprendiz 1
 Data da Submissão: 01/10/2006
 Último comentário do Aprendiz: O protótipo está quase finalizado, gostaria que o senhor fizesse uma análise apenas do módulo de consultas para verificar se estão todas listadas. Segue em anexo o protótipo em HTML.

Total de acessos do aprendiz: 12
 Último acesso do aprendiz: 12/10/2006
 Meu último comentário: Depois de analisar seu protótipo percebi que está faltando a consulta de projetos por Departamento.

Anexar Arquivo de apoio:

4a. parte do processo de interação: aprendiz recebe a resposta do formador

5a. parte do processo de interação: após várias interações o aprendiz faz outro comentário ao formador enviando também um arquivo em anexo para avaliação.

6a. parte do processo de interação: o formador recebe o comentário do aprendiz e faz suas considerações.

Figura 8.36 – Exemplos de Interação Aprendiz-Formador no ACAI (partes: 4, 5 e 6).

7a. parte do processo de interação: o **aprendiz** recebe o comentário do formador e faz sua análise.

8a. parte do processo de interação: o **aprendiz** conclui sua atividade e a entrega para avaliação final.

9a. parte do processo de interação: o **formador** recebe uma mensagem comunicando que uma atividade acaba de ser entregue.

Figura 8.37 – Exemplos de Interação Aprendiz-Formador no ACAI (partes: 7 e 8).

8.5. Avaliação Ergonômica do ACAI

Como descrito no capítulo 4 deste trabalho o método de avaliação de interfaces utilizado neste trabalho foi o da Avaliação Heurística. A escolha do método se deu em função de suas características para demonstrar resultados práticos, facilidade de aprendizagem, além de ter a uma excelente relação custo benéfico (Nielsen e Molich, 1990, 1994b; Rocha e Baranauska, 2003).

8.5.1. Metodologia

A avaliação foi feita nos dois principais módulos do ACAI, o módulo de formadores e o módulo de aprendizes. O questionário de avaliação foi totalmente baseado nas dez heurísticas propostas por Nielsen (1990 e 1994b) e descritas no capítulo 4.

O questionário foi elaborado de acordo com os grupos de heurísticas de Nielsen (1990 e 1994b). Cada grupo contou com um número de perguntas relacionadas. O Quadro 8.1 descreve os dez grupo de heurística e o total de perguntas relacionadas a cada grupo.

No.	Heurística	Total de Perguntas para Heurística
1	Visibilidade do status do sistema.	17
2	Compatibilidade do sistema com o mundo real.	02
3	Controle do usuário e liberdade.	06
4	Consistência e padrões.	05
5	Prevenção de erros.	03
6	Reconhecimento ao invés de lembrança.	05
7	Flexibilidade e eficiência de uso.	03
8	Estética e design minimalista.	13
9	Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros.	03
10	Ajuda e Documentação	02
Total de Perguntas		59

Quadro 8.1 – Quadro de Heurísticas utilizadas para avaliar o ACAI.

8.5.2. Consolidação dos resultados

Cada avaliador atribuiu uma nota para cada pergunta relacionada ao possível problema de usabilidade de acordo com grupo de Heurísticas do Quadro 8.1. Ao final da avaliação os resultados foram consolidados através da média aritmética obtida pela somatória de perguntas do grupo e depois foi feita uma média aritmética geral de todos os grupos (total de perguntas).

Para cada problema de usabilidade encontrado foram atribuídas notas de 0 a 4, de acordo com o grau de severidade do erro proposto pela metodologia detalhada no quadro 4.4 do capítulo 4 deste trabalho. De forma resumida o quadro sugere que quanto maior o problema encontrado maior a nota que ele recebe.

Cada avaliador ao encontrar um erro relatou de forma breve as características do erro. Os questionários do **Apêndice A** detalham o modelo do questionário aplicado neste trabalho. Ao final desta subseção os problemas mais críticos serão comentados.

8.5.3. Avaliação do Módulo de Formadores

Após consolidado os questionários aplicados aos cinco avaliadores foi traçado o gráfico ilustrado na Figura 8.38 a seguir.

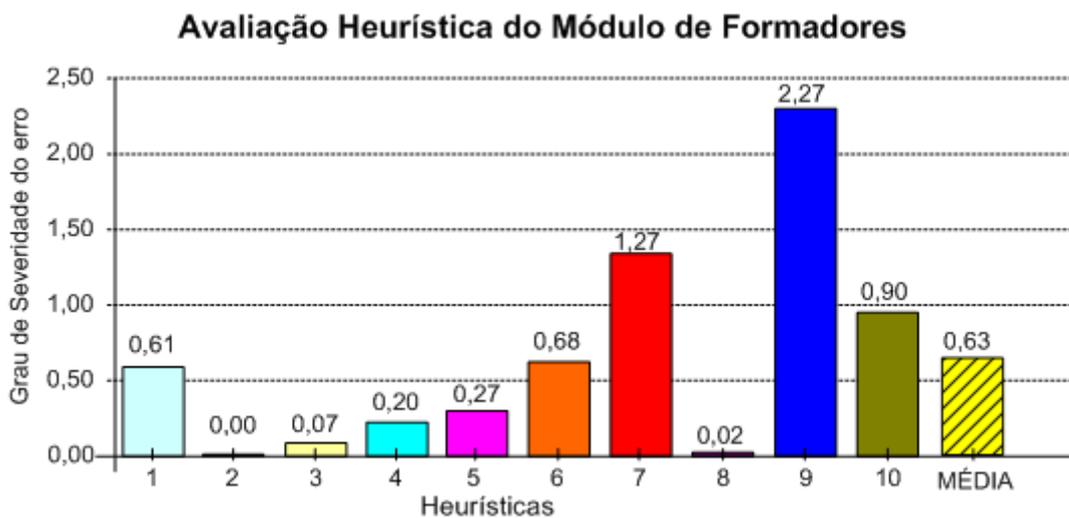


Figura 8.38 – Avaliação Heurística do Módulo de Formadores.

8.5.3.1. Análise dos Resultados

Observa-se claramente no gráfico que o maior grau de severidade alcançado foi de 2,27 na heurística 9 (Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros), este número classifica o problema como simples, ou seja, um problema de baixa prioridade (que pode ser reparado). Observando as respostas dos avaliadores nesse quesito percebeu-se a necessidade de prover a interface de mecanismos de ajuda (*Helps*) o que é reforçado pela heurística 10 (Ajuda e Documentação) que obteve uma pontuação de 0,90.

Nessa primeira versão não foram disponibilizados mecanismos de ajuda, já que a implementação de tais recursos consumiria tempo adicional e a interface precisava ser validada. É importante lembrar que já existe uma completa documentação que poderá ser integrada aos mecanismos de ajuda nas futuras versões.

A heurística 7 (Flexibilidade e eficiência de uso) que obteve uma pontuação de 1,27 é bastante subjetiva, pois trata de representações iconográficas e flexibilidade, estes

conceitos podem variar muito de avaliador para avaliador, observando as respostas dos avaliadores nos questionários foi possível concluir que na grande maioria os avaliadores contestaram alguns ícones para expressar uma idéia. Entretanto trazer abstrações do mundo real para um pequeno gráfico na interface não é uma tarefa fácil. Este problema pode ser minimizado utilizando mecanismos auxiliares de percepção tais como pequenos rótulos de ajuda, que são mostrados quando um usuário, por exemplo, passa com o ponteiro do *mouse* sobre eles.

Outro problema detectado na heurística (7) foi a necessidade de atalhos para outras interfaces. Por exemplo, quando um formador deseja distribuir atividades ou objetos de aprendizagem alguns avaliadores reclamaram que precisavam sair da tela de distribuição para consultar detalhes de uma atividade ou objeto que desejavam designar, foi sugerido que houvesse um atalho para estas consultas na própria tela de distribuição. Esta sugestão foi anotada e estará presente nas versões futuras do ACAI.

As heurísticas 1 (visibilidade do status do sistema) e 6 (reconhecimento ao invés de lembrança) obtiveram respectivamente as pontuações 0,61 e 0,68 foram criticadas exatamente no que diz respeito à localização do usuário. A maioria dos avaliadores criticou que não é possível lembrar facilmente o caminho que foi percorrido na interface e como retornar aos itens principais do *site*. A estratégia de navegação principal adotada foi o menu horizontal existente na parte superior da interface do formador. Várias críticas foram feitas a essa estrutura de navegação, porém a maioria considerou como um problema sem importância que pouco afeta na interface. Esse problema pode ser resolvido facilmente disponibilizando na interface o caminho já percorrido pelo formador.

As heurísticas 2, 3, 4 e 8 tiveram um grau de severidade desprezível, e as críticas individuais dos avaliadores (que foram poucas) poderão ser levadas em conta em futuras versões.

Para finalizar o gráfico a última coluna (MÉDIA) faz uma consolidação geral dos problemas de usabilidade e o grau de severidade médio de todas as heurísticas ficou em 0,63, sendo bastante satisfatório pois representa um número menor que 1 na escala de problemas proposta por Nielsen e Molich (1990; 1994b). Pode-se afirmar com esta análise geral que o módulo pode ser utilizado sem maiores problemas por parte dos formadores uma vez que este número representa um problema basicamente estético.

8.5.4. Avaliação do Módulo de Aprendizizes

Os mesmos cinco avaliadores que fizeram à análise heurística do módulo de formadores analisaram a interface do módulo de aprendizizes. Vale ressaltar que esta análise foi feita em dias e momento distinto e os dados foram consolidados de acordo com a avaliação dos cinco avaliadores, o resultado dessa análise está detalhado no gráfico ilustrado na Figura 8.39 a seguir.

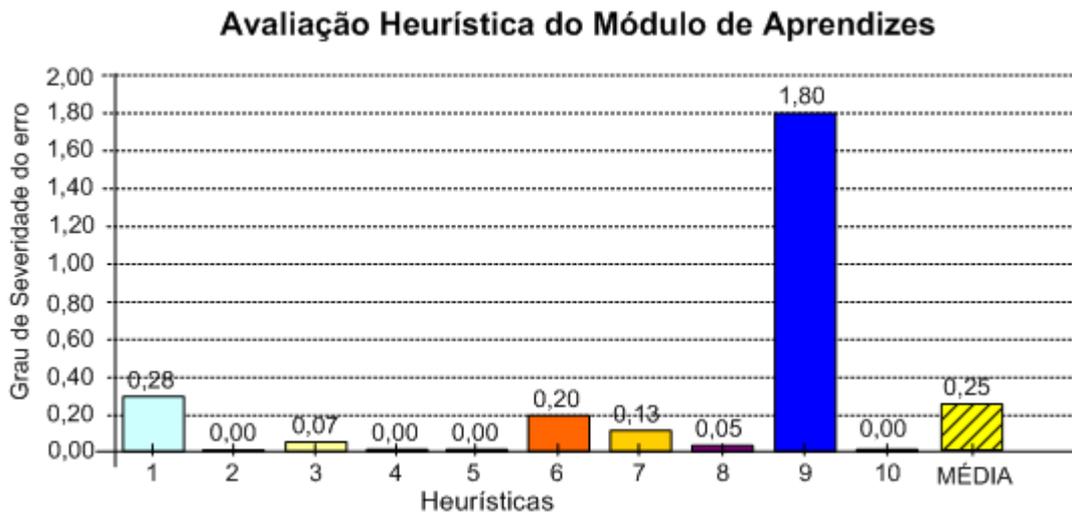


Figura 8.39 – Avaliação Heurística do Módulo de Aprendizizes.

8.5.4.1. Análise dos Resultados

Após a consolidação do gráfico observou-se que a interface do aprendiz praticamente não possui problemas de usabilidade. Esse fato fica bastante claro observando-se a média geral de todas as heurísticas na coluna MÉDIA observa-se que o grau de severidade médio ficou em apenas 0,25, ou seja, não atingiu a metade do primeiro valor da escala de Nielsen e Molich (1990; 1994b), fato bastante desejado no projeto de interfaces.

A heurística que sofreu a maior violação foi a mesma do módulo de formadores, ou seja, a heurística 9 (Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros) cujo valor médio foi de 1,80. Esse problema já era esperado na análise, pois da mesma forma que no módulo de formadores não foi disponibilizado na primeira versão do ACAI mecanismos de ajuda, pois tal implementação consumiria tempo adicional. Os recursos solicitados pelos avaliadores, como no módulo de formadores, serão incluídos em versões futuras do ACAI.

As heurísticas 1 (visibilidade do status do sistema) e 6 (reconhecimento ao invés de lembrança) obtiveram respectivamente as pontuações 0,28 e 0,20, porém por motivos diferentes dos descritos no módulo de formadores, já que cada grupo de heurística é formado por um conjunto de perguntas conforme ilustrado no **Apêndice A** deste trabalho.

Em relação à heurística 1 observou-se que a maior parte das críticas foram em relação à rolagem vertical da página principal da estação de aprendizagem. Porém os próprios avaliadores admitiram que este tipo de rolagem foi inevitável na interface do aprendiz e que isso não prejudicaria em nada sua utilização.

O ponto alto das críticas na heurística 6 foi em relação às datas de atualização e a URL de cada página. Porém acredita-se que isso não se faz necessário nesse tipo de aplicação uma vez que o próprio ambiente gera as interfaces de forma dinâmica e atualizada.

Os problemas encontrados nas heurísticas 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 10 são praticamente desprezíveis e as poucas críticas também serão levadas em consideração na implementação de versões futuras do ACAI.

8.6. Tecnologias e Linguagens Utilizadas

O ACAI foi desenvolvido inteiramente com software livre, disponíveis na própria internet. A proposta é que o próprio ACAI também seja um ambiente baseado no conceito de software livre, seu código estará disponível e poderá sofrer quaisquer modificações.

Os softwares utilizados na concepção do ACAI foram: o banco de dados MySQL, o servidor de aplicações *web* APACHE, a linguagem de programação para *web* PHP apoiada pela linguagem de scripts, executada no lado cliente, *Javascript*. Estas tecnologias serão descritas de forma bastante sucinta nas subseções a seguir.

8.6.1. Banco de Dados MySQL

O Banco de Dados (camada de persistência do ACAI) é suportado pelo sistema gerenciador de banco de dados relacional MySQL - versão 5.0.22, que foi projetado pela empresa sueca TcX para aplicações baseadas na Web. Dentre as vantagens na sua utilização é possível destacar (Tcx, 2006):

- a. **Economia:** o MySQL é gratuito para a maioria das aplicações;
- b. **Facilidade de administração:** bastante simples e extremamente rápido e fácil de customizar;
- c. **Suporta diversas plataformas de programação entre elas:** C, Perl, Java, PHP, etc.;
- d. **Suportado por diversas ferramentas de modelagem gratuitas e pagas.**

8.6.2. *Personal Home Page* (PHP)

A linguagem PHP permite a criação de *websites* dinâmicos, possibilitando interação com o usuário por meio de formulários, parâmetros da URL e links. O código PHP é executado no servidor e o resultado é transferido ao navegador do cliente que solicitou a respectiva página no formato *Hypertext Mark-up Language* (HTML) puro.

PHP permite acessar bancos de dados e aplicações existentes em um ou mais servidores sem precisar expor o código fonte ao cliente (PHP, 2006).

8.6.3. APACHE (Servidor WEB)

O servidor Apache (*Apache server*) é o mais bem sucedido servidor *web* livre. Foi criado em 1995 por Rob McCool, então funcionário do NCSA (*National Center for Supercomputing Applications*), Universidade de Illinois. Numa pesquisa realizada em dezembro de 2005, foi constatado que a utilização do Apache supera 60% nos servidores ativos no mundo.

O servidor é compatível com o protocolo HTTP versão 1.1. Suas funcionalidades são mantidas por uma estrutura de módulos, sendo possível ao usuário escrever seus próprios módulos utilizando a API do software. É disponibilizado em versões para os sistemas *Windows*, *Novell Netware*, OS/2 e diversos outros do padrão POSIX (Unix, Linux, FreeBSD, etc.) (Wikipédia, 2006a).

8.6.4. JavaScript

Segundo Wikipédia (2006b) JavaScript é uma linguagem de programação criada pela Netscape em 1995, que a princípio se chamava *LiveScript*, para atender, principalmente, as seguintes necessidades:

- a. Validação de formulários no lado cliente (programa navegador);
- b. Interação com a página. Assim, foi feita como uma linguagem de script. *Javascript* tem sintaxe semelhante a do Java, mas é totalmente diferente no conceito e no uso.
- c. Oferece tipagem dinâmica - tipos de variáveis não são definidos;
- d. É interpretada, ao invés de compilada;
- e. Possui ótimas ferramentas padrão para listagens (como as linguagens de script, de modo geral);
- f. Oferece bom suporte a expressões regulares (característica também comum a linguagens de script).

8.7. Considerações Finais do Capítulo

Este capítulo buscou mostrar aspectos de utilização do ACAI pelos seus dois principais usuários (formadores e aprendizes). Foram detalhadas as principais características das interfaces de forma a deixar claro os elementos em comum.

Cada cenário de utilização buscou mostrar as principais interações de cada perfil, fazendo um paralelo com o que foi detalhado nos capítulos 6 e 7 deste trabalho, a idéia foi mostrar na prática o funcionamento das especificações descritas nos capítulos anteriores.

Encerrando o cenário de utilização buscou-se ilustrar um processo real de interação aprendiz-formador e vice-versa onde foi possível visualizar cada momento do processo e como as interfaces se comportam em cada fase do processo.

Como o capítulo tratou da utilização das interfaces, optou-se por avaliar as interfaces que aqui foram descritas. O método utilizado foi o proposto no capítulo 4 deste trabalho. Após a análise ficou constatado que as interfaces possuem poucos problemas de

usabilidade, e que estes problemas não impendem a utilização de quaisquer um dos módulos do ACAI em sua primeira versão.

A última subseção do capítulo buscou mostrar de forma bastante resumida as tecnologias utilizadas na implementação do ambiente e que a solução proposta está inteiramente baseada no conceito de software livre, esta característica permite que o ACAI seja implantado e utilizado em qualquer instituição sem nenhum custo adicional com software.

9. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho especificou e implementou um AVA que além de contemplar características de diversas abordagens já existentes, especifica e implementa novas características em sua proposta. Essa proposta foi apoiada por conceitos e tecnologias relacionados às áreas de SHA, interdisciplinaridade e trabalho colaborativo que visam dar apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

Processos de aprendizagem possuem características peculiares porque envolvem aprendizes realizando tarefas (criativas), não sendo possível prever antecipadamente todo o decorrer do processo, sendo necessário, freqüentemente fazer ajustes. Na condição de apoiar esse processo, o ambiente prove mecanismos que possam integrar de forma prática os conceitos de adaptação, interdisciplinaridade e colaboração.

Disponibilizar, de maneira fácil e rápida, informações aos usuários em sistemas com grande volume de dados, é um constante desafio para os projetistas de aplicações *web*, como por exemplo o AVA especificado neste trabalho. No entanto, é possível minimizar esse problema se o projeto for apoiado por técnicas que permitam disponibilizar a cada usuário ou grupos de usuários apenas as informações que lhes podem ser úteis. Dessa forma o trabalho concebeu um ambiente que tem por filosofia disponibilizar conteúdos baseado nos perfis de seus usuários, além de possibilitar que todo o conteúdo nele existente possa ser alterado de forma dinâmica e que essas atualizações estejam disponíveis imediatamente a todos os usuários.

Assim como outros AVAs citados neste trabalho, o ACAI não possui vínculo com nenhuma modalidade de ensino quanto à localização física de seus participantes, ou seja, o ambiente pode ser usado sem nenhuma restrição nas modalidades de ensino presencial, semipresencial e a distância. Até na modalidade de ensino presencial, o formador não está presente o tempo todo ao lado dos aprendizes. Pensando em amenizar esse problema, buscou-se disponibilizar no ACAI recursos que permitem aos aprendizes encontrar mais facilmente conteúdos relacionados ao assunto que estejam estudando. Os mecanismos de adaptação são responsáveis por disponibilizar conteúdos personalizados e conseqüentemente reduzir o esforço na procura por conteúdos que se façam necessários na construção do conhecimento.

Do ponto de vista da interdisciplinaridade o trabalho propôs a reutilização e integração de conteúdos entre disciplinas, independentemente das disciplinas estarem ligadas ou não à mesma área de conhecimento. Por meio da utilização de palavras-chave será possível fazer a relação entre diversas disciplinas. Dessa forma, poder-se-á quebrar barreiras existentes na escola clássica que isola os aprendizes em compartimentos como salas de aula e turmas formais, muitas vezes desencorajando o aprendiz de buscar conteúdos além do disponibilizado ou recomendado pelo formador.

O ACAI foi concebido como um ambiente que facilita o intercâmbio entre os participantes que colaboram e constroem conhecimento a fim de produzir ou manter objetos de aprendizagem. Os objetos produzidos permanecerão no ambiente, possibilitando a qualquer participante poder acessá-los, tendo ou não participado de sua criação.

Além da colaboração na produção de objetos de aprendizagem, os participantes podem reunir-se, no ACAI, para trocar informações nas comunidades virtuais de aprendizagem. A proposta do ambiente foi deixar disponível aos participantes a possibilidade de criarem suas próprias comunidades, permitindo que toda a informação produzida por seus membros fique disponível aos atuais e futuros participantes. As comunidades poderão funcionar como um elemento aglutinador de conhecimento que é criado de acordo com as necessidades de seus utilizadores ou por meio das recomendações do próprio ambiente. Por não ser uma tarefa obrigatória, acredita-se que a criação (participação) de comunidades facilitará o processo de troca entre seus membros.

Este trabalho também valoriza o projeto de interfaces a fim de não colocar em risco o próprio AVA, uma vez que interfaces mal projetadas podem afastar os prováveis utilizadores de uma aplicação (Nielsen, 2000). Todo o projeto pode ser colocado em risco se os usuários não conseguirem utilizá-lo de forma prática e eficiente.

Foram coligidas recomendações de vários autores da área no intuito de aplicá-las no projeto das interfaces do ambiente. Além das recomendações aplicadas ao ACAI, após sua concepção, foi possível avaliá-lo a fim de validar o projeto segundo algum critério. A avaliação conseguiu dar um excelente retorno nos aspectos relacionados aos possíveis problemas de usabilidade encontrados nos módulos de aprendizes e formadores. Pôde-se constatar que foram encontrados poucos problemas de usabilidade nos referidos módulos.

De forma a complementar o projeto das interfaces, buscou ainda criar elementos de apoio à navegação e conteúdos, pois não se pode garantir que somente um bom projeto de interface trará facilidade de uso à aplicação, mormente em ambientes que mantêm um grande volume de dados armazenados. Utilizaram-se técnicas de SHAs focadas nas características do ACAI.

Parte do sucesso dos SHAs está na correta definição dos modelos usados na adaptação e conseqüentemente na manutenção desses modelos, o que não poderia ser diferente no ACAI. Para que o ambiente possa atuar de forma a colaborar com o processo de ensino-aprendizagem é necessário que todos os envolvidos no processo de cooperação desempenhem seus papéis de forma satisfatória. Os mecanismos de controle do ambiente precisam de retorno contínuo para que se possa manter a consistência entre o estado da execução e o estado da realização das atividades.

Os retornos esperados podem ser obtidos de várias formas: **a)** o aprendiz deve informar a conclusão de uma atividade; **b)** questionamentos podem ser feitos ao aprendiz sobre o andamento do processo; **c)** o próprio ACAI pode gerar um evento automaticamente; **d)** um formador pode por meio de uma consulta obter informações sobre as produções dos alunos; e **e)** o próprio ambiente pode gerar eventos que sinalizem o andamento das atividades.

As técnicas de adaptação utilizadas neste trabalho foram inspiradas em técnicas já validadas por outros autores, permitindo que o ambiente integrasse os apanágios de AVAs tradicionais com as características de SHAs, utilizando mecanismos de controle e adaptação que provêem interfaces que se adaptam ao perfil de seus usuários.

Acredita-se que a metáfora de células utilizada no ambiente permita a adição de recursos que aumentem a percepção dos aprendizes e, ao mesmo tempo, facilite a inclusão de novos objetos no ambiente, tendo em vista a existência de um módulo administrativo que permite a inclusão de novos recursos através de sua interface administrativa.

O trabalho demonstrou um cenário de utilização para ilustrar processos reais de interação aprendiz-formador de modo a deixar claro cada momento do processo e o comportamento das interfaces nas diversas fases.

Para o desenvolvimento do ambiente, optou-se por utilizar a linguagem de programação PHP e o banco de dados MySQL . A escolha deu-se principalmente em função da experiência no desenvolvimento com essas ferramentas aliado a necessidade de tornar disponível uma versão funcional do ambiente no menor espaço de tempo possível. Outro aspecto importante é que ambas as ferramentas são softwares livres o que não trouxe custo de aquisição nas ferramentas para o desenvolvimento do projeto, bem como não trará custos adicionais para a utilização do ambiente por qualquer instituição.

As novas possibilidades de aplicação das tecnologias aos sistemas de ensino favorecem a conformação de novos ambientes cognitivos que podem contribuir, de forma efetiva, para o estabelecimento de novas formas de pensar e de aprender.

9.1. Trabalhos Futuros

A primeira versão do ACAI especificou uma arquitetura que serve de alicerce para a implementação dos conceitos abordados. Essa arquitetura pode servir de base para novas idéias. Versões futuras do ACAI poderão ser desenvolvidas com novas funcionalidades ou melhorias em sua arquitetura. Algumas das possibilidades vislumbradas em relação à arquitetura do ACAI são:

- a. É possível, com pequenos ajustes em sua arquitetura, integrá-lo a várias instâncias do próprio ACAI localizadas em diferentes instituições conectadas via internet e, dessa forma, tornar os conceitos existentes no ACAI disponíveis em um domínio muito maior, ou seja, de uma rede de ambientes que poderá crescer à medida que uma nova instituição se conecte a essa rede;
- b. Integração de sua arquitetura com outros sistemas existentes nas instituições onde esteja implantado, como por exemplo um Sistema de Controle Acadêmico;
- c. De forma a complementar a proposta de adaptação do ambiente, em uma futura versão validar a proposta de utilização de agentes de software especificada neste trabalho que possa ser confrontada, testada e até mesmo aprimorada para maior sofisticação as características adaptativas do ACAI;

- d. A arquitetura proposta pode ser aperfeiçoada por meio da utilização de técnicas de personalização de interfaces como, por exemplo, filtragem colaborativa. Técnica utilizada para agrupar ou fazer recomendações baseadas na similaridade entre os usuários, utilizando funções de similaridade. O ACAI pode ser um bom campo de estudo para testes de algoritmos de funções de similaridade empregadas na filtragem colaborativa, a fim de se descobrir quais ou qual o algoritmo que melhor se adapta às idiossincrasias de um AVA como o ACAI.

Além de possíveis modificações na arquitetura proposta para o ACAI, novas tecnologias de implementação podem ser testadas em futuras versões. Algumas dessas tecnologias estão em plena ascensão, como por exemplo, AJAX (*Asynchronous Javascript And XML*) e *Web Semântica*.

De forma prática, o AJAX torna o navegador mais interativo. AJAX é uma iniciativa na construção de aplicações *web* mais dinâmicas e criativas. AJAX não é uma tecnologia, e sim a combinação de várias tecnologias trabalhando de forma integrada, cada uma fazendo sua parte, oferecendo novas funcionalidades à aplicação e, concomitantemente, tornando-as mais rápidas.

A maior vantagem das aplicações AJAX é que elas rodam no próprio navegador *web*, ou seja, basta que o cliente possua algum dos navegadores mais utilizados, entre os lançados após 2001: Mozilla Firefox, Internet Explorer 5+, Opera, Konqueror e Safari.

A utilização de AJAX na construção das interfaces do ACAI pode trazer mais interatividade, além de diminuir o tempo de resposta na atualização da estação de aprendizagem, pois sempre que uma célula personalizada necessitar ser modificada, apenas essa célula será atualizada na interface, não sendo necessário que o navegador recarregue toda a interface novamente.

Já a *Web Semântica* surge como uma possível solução para a estruturação semântica dos dados na *web*, viabilizando o processamento da informação por parte das máquinas. Berners-Lee et al. (2001), idealizador da nova *web*, cita um exemplo do que a *web Semântica* será capaz de fazer: “*imagine que um usuário pede ao computador que ele encontre um médico de uma determinada área e dá ao computador restrições, tais como:*

este médico deve ter seu consultório no mesmo bairro que eu moro e deve estar ligado à comunidade acadêmica”. O computador navega pela rede e encontra algumas opções. De uma maneira inteligente e automática, ele deve comparar a agenda do usuário com a agenda do médico e oferecer opções de horários para consulta. O usuário só terá o trabalho de escolher o horário que melhor lhe convém.

A *Web Semântica* representa a evolução da *web* atual. Enquanto a *web* tradicional foi desenvolvida para ser entendida apenas pelos usuários, a *Web Semântica* está sendo projetada para ser compreendida pelas máquinas, na forma de agentes computacionais que são capazes de operar eficientemente sobre as informações, podendo entender seus significados. A *Web Semântica* pretende fornecer estruturas e dar significado semântico ao conteúdo das páginas *web*, criando um ambiente em que agentes de software e usuários possam trabalhar de forma cooperativa. Neste novo contexto, a *web* será capaz de representar associações entre coisas que em princípio poderiam não estar relacionadas, o que torna essa proposta bastante atrativa para a proposta de AVAs como o ACAI.

Apêndice A – Questionário aplicado na Avaliação Heurística do ACAI

AVALIADOR			
1	Visibilidade do status do sistema	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
1.1	O conteúdo do site é logicamente organizado?		
1.2	Os elementos de navegação são localizados no mesmo lugar em cada página?		
1.3	Os elementos de navegação são claramente reconhecíveis como navegação?		
1.4	Todos os links são claramente identificados e seu destino é óbvio?		
1.5	A navegação é simples de entender e de usar?		
1.6	O uso do botão Voltar do navegador é desnecessário? (não existem páginas sem saída?)		
1.7	Se forem utilizados ícones ou outras imagens para navegação, seu significado é claro?		
1.8	O objetivo de cada página é facilmente identificado?		
1.9	Existem vínculos diretos para as informações essenciais a partir do sistema de navegação? (por exemplo, página de contato)		
1.10	Os usuários podem chegar à informação com um número mínimo de cliques? (no máximo 3 cliques)		
1.11	A navegação permite ao usuário voltar atrás ou retornar a níveis superiores no site?		
1.12	Existe algum método óbvio de navegação entre páginas relacionadas no site?		
1.13	Existe algum método óbvio de navegação entre diferentes seções do site?		
1.14	Existe um mapa do site?		
1.15	O conteúdo reflete o objetivo do site?		
1.16	O conteúdo é apropriado ao público alvo?		
1.17	Conteúdos específicos podem ser encontrados com facilidade?		
Média			

Grupo 1 - Visibilidade do status do sistema.

2	Compatibilidade do sistema com o mundo real	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
2.1	O sistema utiliza conceitos e linguagem familiar com o usuário em vez de termos orientados ao sistema?		
2.2	O sistema utiliza convenções do mundo real, exibindo informações com uma ordem lógica e natural?		
Média			

Grupo 2 - Compatibilidade do sistema com o mundo real.

3	Controle do usuário e liberdade	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
3.1	Se a entrada possuir animação Flash, existe opção para saltar?		
3.2	Para sites com grande quantidade de informação, existe uma função de busca interna?		
3.3	No caso de <i>layouts</i> complexos, existe a possibilidade de reformatar a página para impressão?		
3.4	Se houver música ou som, existe a possibilidade de desligá-la?		
3.5	Se o navegador for configurado para não descarregar imagens, o conteúdo e a navegação permanecem intactos, sem prejuízo ao usuários?		
3.6	O usuário pode configurar fontes e seu tamanho?		
Média			

Grupo 3 - Controle do usuário e liberdade.

4	Consistência e padrões	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
4.1	O projeto de elementos como objetos e ações tem o mesmo significado ou efeito em diferentes situações?		
4.2	O layout da página e o uso de cores, fontes e imagens é consistente ao longo do site?		
4.3	O site é compatível com os principais navegadores e as principais plataformas?		
4.4	O site pode ser visto sem rolagem horizontal na resolução mais comum (atualmente 800x600)?		
4.5	Todos os componentes do site funcionam (links, formulários, scripts)?		
Média			

Grupo 4 - Consistência e padrões.

5	Prevenção de erros	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
5.1	A informação relativa a requisitos especiais ou plug-ins são claramente visíveis e facilmente entendidas?		
5.2	As habilidades necessárias para usar as características do site são apropriadas para o público-alvo?		
5.3	Os usuários podem cometer erros que poderiam ser prevenidos?		
Média			

Grupo 5 - Prevenção de erros.

6	Reconhecimento ao invés de lembrança	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
6.1	As datas de atualização e a URL são listadas em cada página?		
6.2	A escolha dos ícones e botões diminuem o esforço cognitivo?		
6.3	O usuário pode se localizar sem precisar lembrar o caminho percorrido?		
6.4	Não é necessário que os usuários relembrem dados precisamente entre uma tela e outra?		
6.5	O objetivo do site e de cada página são imediatamente claros?		
Média			

Grupo 6 - Reconhecimento ao invés de lembrança.

7	Flexibilidade e eficiência de uso	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
7.1	A escolha dos ícones e botões diminuem o esforço cognitivo?		
7.2	O usuário pode se localizar sem precisar lembrar o caminho percorrido?		
7.3	Não é necessário que os usuários relembrem dados precisamente entre uma tela e outra?		
Média			

Grupo 7 - Flexibilidade e eficiência de uso.

8	Estética e design minimalista	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
8.1	São usadas menos de 3 fontes no design?		
8.2	O número de cores usadas é moderado?		
8.3	O design é apropriado para o objetivo do site e o público-alvo?		
8.4	O design é atrativo para o público-alvo?		
8.5	O layout da página é leve, equilibrado e bem distribuído?		
8.6	Os seus olhos são dirigidos para o conteúdo ou elementos importantes da página?		
8.7	As combinações de cores são agradáveis e apropriadas ao objetivo do site?		
8.8	O texto é claramente legível?		
8.9	Na resolução 800x600, todo o conteúdo importante (navegação, formulários de busca, identificação do site e da página) são visíveis sem rolagem?		
8.10	A página tem a altura adequada, para evitar rolagem vertical? (especialmente na página principal do site)		
8.11	São usadas frases curtas, parágrafos curtos, títulos e listas numeradas ou com marcadores, permitindo leitura dinâmica?		
8.12	As linhas de texto são muito longas para serem lidas com facilidade?		
8.13	Os campos de formulários são arranjados em uma ordem lógica?		
Média			

Grupo 8 - Estética e design minimalista.

9	Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
9.1	Existe ajuda contextualizada à tarefa em execução?		
9.2	Existe um índice com entradas tanto para os objetivos das tarefas do usuário quanto para nomes de operações?		
9.3	A ajuda é rápida?		
Média			

Grupo 9 - Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros.

10	Ajuda e Documentação	Grau de Severidade	Comentários do Problema se encontrado
10.1	As mensagens de erros são expressas em linguagem clara?		
10.2	É possível “desfazer” uma operação?		
Média			

Grupo 10 - Ajuda e Documentação.

Apêndice B – Publicações relacionadas com a Tese

REVISTAS

- Adaptação de Interfaces em Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Foco na Construção Dinâmica de Comunidades. Lima, P. S. R, Brito, S. R. Silva, F. O., Fávero. E. L. RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: UFRGS, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Semestral. Publicação on-line. ISSN 1679-1916. V.3 No.1, Maio, 2005.
- Uma proposta de Interface Adaptativa para um Ambiente de Aprendizagem Multiparadigmático – AmAm. Lima, P. S. R, Brito, S. R. Silva, F. O., Fávero. E. L. Revista Controle e Instrumentação. Ano 10, No. 101, pag: 58-62. ISSN 0101-0794. Fevereiro de 2005.
- Uma introdução ao Projeto de Interfaces Homem-Máquina. Lima, P. S. R. Revista Controle e Instrumentação. Ano 10, No. 101, pag: 66-70. ISSN 0101-0794. Fevereiro de 2005.

CONGRESSOS INTERNACIONAIS

- Adaptive Interfaces to Virtual Learning. Lima, P. S. R, Brito, S. R. Silva, F. O., Fávero. E. L. EATIS2006. Euro American Conference on Telematics and Information Systems Proceedings, pp. 39-44, vol. FULL PAPERS. ISBN 958-8166-38-12, February 7-10, 2006 Santa Martha Colômbia. 2006.
- Personalização de Interfaces para Ambientes Virtuais de Aprendizagem baseados na Construção Dinâmica de Comunidades. Lima, P. S. R, Brito, S. R. Silva, F. O., Fávero. E. L. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 124. Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction. Cuernavaca, Mexico. Pages: 268 – 276. 2005. ISBN:1-59593-224-0. ACM Press New York, NY, USA.

REFERÊNCIAS

- ADDLER, P.; WINOGRAD, T. Usability: Turning Technologies into Tools. New York: Oxford University Press, 1992.
- ARAÚJO, F., C., M, CASTILLO, R. A. F. “O ambiente virtual de aprendizagem e suas incorporação na Unicamp” in Educação e Pesquisa. v. 29 n. 2. São Paulo, FE/USP. Dez 2003.
- AULANET. Ambiente AulaNet. Disponível em: <http://aulanet.les.inf.puc-rio.br/aulanet/>. Acessado em: 04/11/2006.
- BENBUNAN-FICH, R. HILTZ, S. R. Impacts of Asynchronous Learning Networks on Individual and Group Problem Solving: A Field Experiment, Group Decision and Negotiation, Vol.8, pp. 409-426, 1999.
- BENYON, D. R. Adaptive Systems; a solution to usability problems. User Modelling and User Adapted Interaction , 1993.
- BENYON, D. R., Accommodating Individual Differences Through An Adaptive User Interface, Elsevier Science Publisher B.V., 1993.
- BENYON, D., INNOCENT, P. and MURRAY, D. System Adaptivity and the modeling of stereotypes. In Bullinger, H. and Shackel, B. (Eds.), Human-Computer Interaction - INTERACT'87, 245-253 p. 1987.
- BENYON, D. R., MURRAY, D. M., Experiences with adaptive interfaces, The Computer Journal, 33, Nº 4. 453-461 p. 1988.
- BERNERS. T.B.; HENDLER; J., LASSILA, O. The Semantic Web. Scientific American, maio 2001. Disponível em: < <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21> > Acesso em: 30 de outubro de 2006.
- BETTIO, R. W., MARTINS A. Objetos de Aprendizado: Um novo modelo direcionado ao Ensino a Distância. IX Congresso Internacional de Educação a Distância. São Paulo - SP, 2002.
- BLIKSTEIN, Paulo. Entrevista ao Jornal do Brasil, sobre educação, treinamento a distância e a ‘nova economia’. Jornal do Brasil, Educação e Trabalho, 18 fev. 2001.
- BOLOGNESI, T. and Brinksma, E. Introduction to the ISO Especification Language LOTOS. Computer Networks ISDN Systems 14: 25-59. 1987.
- BOOCH P., Rumbaugh J., Jacobson I. UML: Guia do Usuário. Segunda Edição. Editora: Campus. ISBN: 8535217843. Ano: 2005.

- BORDINI, T. C. Uma postura Interdisciplinar. Disponível do site Fórum de educação. 2006.
- BRA, P. de; CALVI, L. AHA: A Generic Adaptative Hypermedia System. Proceedings. II Workshop on Adaptative Hypertext and Hypermedia . Pittsburg: USA, 1998. Pag. 20-24.
- BRAD A. M. "Why are Human-Computer Interfaces Difficult to Design and Implement?", Carnegie Mellon University School of Computer Science Technical Report CMU-CS-93-183, July. 1993.
- BRINCK, T. MCDANIEL, S. E. Awareness in Colaborative Systems”, Workshop Report, SIGCHI Bulletin. 1997.
- BRUSILOVSKY, P.: Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. User Modeling and User Adapted Interaction. v.6, n.2-3, pp.87-129. Special issue on adaptive hypertext and hypermedia, Kluwer, 1996.
- BRUSILOVSKY, P. "Efficient techniques for Adaptative Hypermedia". Lecture Notes in Computer Science, Intelligent hypertext: Advanced techniques for the World Wide Web, Berlin: Springer-Verlag, Vol. 1326, pp. 12-30. 1997.
- BRUSILOVSKY, P. Adaptive Hypermedia. User Modeling and User Adapted Interaction - UMUAI, v.11, n. 1-2, p. 87-110. Special Issue Ten Anniversary Issue. 2001.
- BRUSILOVSKY, P.; SCHWARZ, E.; WEBER, G. ELM-ART: An intelligent tutoring system on World Wide Web. In: FRASSON, C.; GAUTHIER, G.; LESGOLD, A. (Eds.). *Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS-96* (LNCS, Vol. 1086). Berlin: Springer Verlag, p. 261-269, 1996.
- BRUSILOVSKY, P., SCHWARZ E. and WEBER G. A tool for developing adaptive electronic textbooks on WWW. Proceedings of WebNet'96, World Conference of the Web Society, San Francisco, CA, p. 64-69, 1996b.
- BRUSILOVSKY P., KARAGIANNIDIS C., SAMPSON D. Adaptive User Interfaces Models and Evaluation, In: CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION. Greece, 2001.
- CAMPOS G., ROBERTO F., BARROS A. L., FERNANDEZ M., BEZERRA J., CELESTINO J. Um Agente Racional para Localização de Dispositivos Móveis em Ambientes Indoor. SBRC 2006 - 24º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. Curitiba-PR.
- CHAVES, E. O. C. Multimídia, Conceituação, Aplicações e Tecnologia. People.

- Computer Journal, 33, N° 4. 453-461 p. 1991.
- CHEN, P.P. The entity-relationship model - towards a unified view of data. ACM Transactions on Database Systems 1, 1976.
- CNPQ. WebSite do CNPQ. Currículo Lattes. Acessado em 01/12/2005.
- CONKLIN, J. Hypertext: An Introduction and Survey. IEEE Computer, p.17-41, sep. 1987.
- COSTA, M.T.C. Uma arquitetura baseada em Agentes para suporte ao Ensino a Distância. Florianópolis, 1999. Tese de Doutorado. UFSC.
- COSTA, Rogério da. A Cultura Digital. São Paulo: Publifolha, 2002.
- DE BRA, Paul. Pros and Cons of Adaptive Hypermedia in Web-bades Education. 2000. In: Journal on Cyber Psychology and Behavior, v. 3, n 1, pp. 71-77, Mary Ann Lievert Inc.
- DORÉ, S., BASQUE, J. Le concept d'environmentd'apprentissage. Revue de L'Education à Distance, v. 13, p. 40-56, 1998.
- DOURISH, P. BELLOTI, V. Awareness and coordination in shared workspaces. Proceedings of CSCW'92, Chapel Hill NC, 1992.
- DUMAS, J. S e REDISH, J. C. (1999) A Practical Guide to Usability Testing (Revised Edition). Exeter, UK: Intellect, 1999.
- EPROINFO. E-Proinfo. Seed – Secretaria de Educação a Distância. Disponível em: <http://www.eproinfo.mec.gov.br/>. Acessado em: 04/11/2006.
- FERREIRA, Aurélio B. H. Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.0, 3ª Ed., Editora Positivo, 2004.
- FIDALGO, António. A biblioteca universal na sociedade de informação. In: MIRANDA, José Bragança de. Real vs. Virtual. Revista de Comunicação e Linguagem. Lisboa, Edições Cosmos, 1999, p. 281-288.
- FISCHER, G. Beyond 'couch potatoes': From consumers to designers. Proceedings of APCHI 98, 2-9. IEEE Computer Society. 1998.
- FRAINER, A. S. Interfaces Inteligentes. TI nº 214. CPGCC-UFRGS. Abril 1991.
- FUKS, H., RAPOSO, A.B. GEROSA, M.A. Engenharia de Groupware: Desenvolvimento de Aplicações Colaborativas. XXI Jornada de Atualização em Informática. 2002. Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V2, Cap. 3, ISBN 85-88442-24-8, pp. 89-128.
- FUKS, H., GEROSA, M.A. LUCENA, C.J.P. The Development and Application of

Distance Learning on the Internet. The Journal of Open and Distance Learning, Vol. 17, N. 1, ISSN 0268-0513, February 2002a, pp. 23-38.

FUKS, H.; RAPOSO, A.B.; GEROSA, M.A. Do Modelo de Colaboração 3C à Engenharia de Groupware. WebMidia 2003 - IX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web, Salvador, BA, Brasil, Nov. 2003, pp.445-452.

FUKS, H., Gerosa, M.A., RAPOSO, A.B. & LUCENA, C.J.P, “O Modelo de Colaboração 3C no Ambiente AulaNet”, Informática na Educação: Teoria e Prática, Vol 7, No. 1, Porto Alegre, UFRGS, ISSN 1516-084X, pp. 25-48. 2004.

FUSSELL, S. R. et alli. Coordination, overload and team performance: effects of team communication strategies. Proceedings of CSCW '98, Chapel Hill NC, pp 275-284, 1998.

GASPARINI, I. Concepção de Interfaces Adaptativas para Educação a Distância: uma revisão bibliográfica. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre. 2001

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. Concepção de Interfaces WWW Adaptativas para EAD. Cadernos de Informática, Porto Alegre, v.2, n.1, p.71-76, mar. 2002. Artigo apresentado nos Seminários sobre Tecnologias de Informática para Ensino a Distância, 2002.

GAVA, T. B. S., MENEZES, C. S. “*Moonline*: um ambiente de aprendizagem cooperativa baseado na Web para apoio às atividades extraclasse”. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 12. 2002, Vitória.

GAVA. T. B. S. Um Framework para Organização e Integração de Conhecimento em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Espírito-Santo (UFES). Vitória, 2003.

GAVA, T. B. S, MENEZES, C. S. Uma Estação de Aprendizagem baseada em um modelo de referência. XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - NCE - IM/UFRJ. 2003.

GEROSA, M.A. Categorização e Estruturação de Mensagens Textuais em Ambientes Virtuais de Colaboração. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro. Departamento de Informática - PUC, 2002.

GEROSA, M.A., FUKS, H. LUCENA, C.J.P. Suporte à Percepção em Ambientes Digitais de Aprendizagem. Revista Brasileira de Informática na Educação, Vol. 11, No. 2, Novembro 2003, ISSN 1414-5685, Sociedade Brasileira de Computação.

GIESE, L.F. Estrutura de Agentes para os processos de compra e Venda utilizando

- tomada de decisão difusa. Florianópolis, 1998. Dissertação de Mestrado. UFSC.
- GUTWIN, C., STARK, G. GREENBERG, S. Support for workspace awareness in educational groupware. Computer Support for Collaborative Learning, Lawrence Erlbaum Associates, New York, 1995, pp. 147-156.
- GUTWIN, C. GREENBERG, S. A framework of awareness for small groups in shared-workspace groupware. Technical Report 99-1, Saskatchewan University, 1999.
- HAETINGE, D. Fatores Relevantes à Formação e manutenção de comunidades virtuais facilitadoras da Aprendizagem. RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: UFRGS, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Semestral. Publicação on-line. ISSN 1679-1916. V.3 No. 1, Maio, 2005.
- HARB, M. P. A. A. Implementação de uma Estante Digital e Portfólio no contexto do Ambiente AmAm. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, 2005.
- HENZE, N.; NEJDL, W. Extendible Adaptive Hypermedia Courseware: Integrating Different Courses and Web Material. In: International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems – AH'2000, Trient - Italy, Proceedings.2000.
- HENZE, N; NEJDL, W. Logically Characterizing Adaptive Educational Hypermedia Systems. In: AH2003: Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Budapest, Hungary, 2003. Proceedings, 2003.
- HEWETT, T.T. et al. Curricula for Human-Computer Interaction. New York: ACM SIGCHI,1992.
- JACOBSON, I., The Object Advantage: Business Process Reengineering With Object Technology, Addison Wesley, 1995.
- JAPIASSU, H. Interdisciplinaridade e patologia do saber.RJ: Imago Editora Ltda, 1976.
- KAVCIC, A. et al. "Educational Hypermedia: An Evaluation Study". IEEE Melecon, Cairo, pp. 7-9. Maio, 2002
- KENSKI, V. M. Do ensinamento interativo às comunidades de aprendizagem, em direção a uma nova sociabilidade na educação. Revista de Educação e Informática, nº 15, p. 49-59. SEED-SP. Dez. 2001.
- KERCKHOVE, D. Connected Intelligence: the arrival of the web society. Toronto,Somerville House Books, 1999.
- KOBSA, A.; KOENEMANN, J.; POHL, W. Personalised Hypermedia Presentation

Techniques for Improving Online Customer Relationships. The Knowledge Engineering Review, Vol. 16,2, pp. 111–155. 2001, Cambridge University Press.

KOCH, N. P. Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems – Reference Model, Modeling Techniques and Development Process. 2001. PhD. Thesis. Ludwig-Maximilians-Universität München. Disponível em: <http://www.pst.informatik.uni-muenchen.de/~kochn>. Acesso em: 09/2005.

KRAUT, R. E., ATTEWELL, P. Media use in global corporation: eletronic mail and organizational knowledge. Research milestone on the information highway, Mahwah, NJ: Erlbaum, 1997.

KRUG, S. Não me faça Pensar. ISBN: 8576081180. Editora: ALTA BOOKS. Edição: 2006.

LEITÃO, A. C. Um Survey Sobre Sistemas Adaptativos Com Enfoque Nas Interfaces Adaptativas. Monografia do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação. Recife, 2003.

LÉVY, P. Cibercultura. Pg. 126. Editora 34, São Paulo, 1999.

LIMA, P. S. R. Personalização de Interfaces Web para Sites Institucionais com Base em Perfis de Usuários. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2002.

LIMA, P. S. R.; Pimental, M. S. Institutional Web Sites Personalization Using Macro And Micro User Profiles, no livro Digital Communities in a Networked Society e-Commerce, e-Business and e-Government - Section 6: Internet And The Web, Chapter 19. ISBN 1-4020-7795-5. 472 pages. 2004.

LIMA, P. S. R.; BRITO, S. R.; SILVA, O. F.; FAVERO, E.L. Adaptação de Interfaces em Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Foco na Construção Dinâmica de Comunidades. RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: UFRGS, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Semestral. Publicação on-line. ISSN 1679-1916. V.3 No. 1, Maio, 2005.

LIMA, S.L.S. Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa-Computador: Análise da Usabilidade da Urna Eletrônica 2002 e do Módulo Impressor Externo. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - UFSC. Florianópolis, 2003.

LINARD, M., ZEILIGER, R., (1996), Designing Navigational Support for Educational Software, in Lecture Notes in Computer Science, 5th International Conference EWHCI'95, Moscow, Russia, Selected Papers, pp 63-78, Blumental, Gornostaev, Unger

(Eds), Springer, Berlin

LOINAZ, M. U. Presentacion Monografia: Sistemas Inteligentes en el ambito de la Educacion Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de IA, Number 12, pp. 2-4, 2001.

LONG, B. and BAECKER, R. A taxonomy of Internet communication tools. Proceedings of WebNet - World Conference of the WWW, Internet, and Intranet, Toronto, Canada, p. 318-323. ISBN 1-880094-27-4. 1997.

MACHADO, Arlindo. Regimes de Imersão e Modos de Agenciamento. In: INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Salvador-BA. Set 2002.

MANN, M. "Using the Adaptive Navigation Support Technique of Link Hiding in an Educational Hypermedia System: An Experimental Study". 1999. 91 f. Tese (Doutorado) - Oklahoma State University. May, 1999.

MARTINS, J. S. B, QUADROS, T. Experiences and Practices in Modeling Distance Learning Curricula for Capillary Approaches and Limited ICT Resource Scenarios. IFIP Working Group 3.2 & 3.4 Workshop – Information and Communication Technologies (ICT) and Real-life Learning, Melbourne, 2004.

MARTINS, E.; SANTOS, M.; SIQUEIRA, L.; GOMES, L.; SOARES, A. P.; VITÓRIA, C.; e VIANA, R. M. Customizarte: moda, arte e cultura - trabalhando com as competências humanas. Ciências & Cognição; Ano 03, Vol 08. (2006).

MCGRATH, J. ALTIMAN, I. Small group research: a synthesis and a critique of the field, New York: Holt, Rinehart and Winston. 1966.

MILLER, G.A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97. 1956

MORAN, T. The Command Language Grammars: A Representation for the User Interface of Interactive Computer System. International Journal of Man Machine Studies, [S.l.], n.15, p. 3-50. 1981.

MORI, G., PATERNÓ, F. and SANTORO, C. CTTE: Support for Developing and Analyzing Task Models for Interactive System Design. IEEE Transactions on Software Engineering: 797-813. 2002.

MUZIO, J.; HEINS, T.; MUNDELL, R. Experiences with Reusable eLearning Objects: From Theory to Practice. Victoria, Canadá. 2001.

NEISSER, U. Cognition and Reality, Ed. W.H. Freeman, San Francisco. 1976.

- NIELSEN, J. Hypertext and Hypermedia. New York: Academic Press, 1990.
- NIELSEN, J. Usability Engineering. New York: Academic Press, 1993. p. 26.
- NIELSEN, J. Ten usability heuristics. In: NIELSEN, J. MACK, R. (eds). Usability inspection methods. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- NIELSEN, J. (1994b). Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), Usability Inspection Methods. John Wiley & Sons, New York, NY.
- NIELSEN, J. Projetando Web Sites, Design Web, Design Web Usability. Rio de Janeiro: Campus, 2000. p. 10-11, p. 25-26, p. 115, p. 217-218, p.264.
- NIELSEN, J TAHIR, M. Homepage usabilidade: 50 web sites desconstruídos. Tradução de Teresa Cristina Felix de Souza. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- NIELSEN, J. Why you only need to test with 5 users. Jakob Nielsen's Alertbox. March 19, 2000b. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>>. Acessado em: 12/08/2006.
- NIELSEN, J., and MOLICH, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces, Proc. ACM CHI'90 Conf. (Seattle, WA, 1-5 April), 249-256.
- NORMAN, D. Cognitive Engineering. In: NORMAN, D., DRADER, S. (Ed.). User Centered System Design. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1986. p.31-61.
- NORMAN, D. Cognitive Artifacts. In: CARROLL, J.M. Designing Interaction: psychology at the Human-Computer Interface. Cambridge: Cambridge University, 1991. p.17-38.
- NORMAN, D. Things That Make us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine. Reading, MA: Addison-Wesley, 1993.
- NORMAN, D.A. The Design of Everyday Things. Basic Books. ISBN: 0465067107. September, 2002
- NOVAK, J. D., D. B. GOWIN.. Learning How to Learn. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1984.
- OKADA, A. L. P. SANTOS, E. A construção de ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias plurais e gratuitas no ciberespaço. In: 26ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2003, Poços de Caldas. ANPEd, 2003.
- OKADA, A. SANTOS, E. Articulação de saberes na EAD: por uma rede interdisciplinar e interativa de conhecimentos. X Congresso Internacional de Educação a Distância. ABED, 2003b.
- OKADA, Alexandra. Desafio para EAD: Como fazer emergir a colaboração e cooperação

em ambientes virtuais de aprendizagem? In: Silva, Marco (Org). *EDUCAÇÃO ONLINE: Teorias, práticas, legislação e formação corporativa*. Rio de Janeiro:Loyola, 2003.

OLIVEIRA, J. M. P. de; FERNANDES, C. T. *Sistemas Hipermídia Adaptativos Educacionais: Breve Panorama e Modelo de Referência*. In: Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem, 1., 2004, Florianópolis, Brasil.

PALAZZO, L. A. M. *Modelos Proativos para Hipermídia Adaptativa*. 2000. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

PALAZZO, Luiz Antônio M. *Sistemas de Hipermídia Adaptativa*. In: XXII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, v. 2, pp 287-325, 2002, Florianópolis. *Convergências Tecnológicas: redesenhando as fronteiras da ciência e da educação*. Florianópolis: SBC, 2002.

PALLOFF, Rena M.; PRATT, Keith. *Construindo Comunidades de Aprendizagem no Ciberespaço: estratégias eficientes para salas de aula on-line*. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PATERNÓ, Mancini, Meniconi. *ConcurTaskTrees: a Diagrammatic Notations for Specifying Task Models*, Proc. of INTERACT 97, pp 362-69, Sydney, Chapman&Hall, July 1997.

PATERNÓ, F. *Task models in interactive software systems*. In *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering*, S. K. Chang, Ed. World Scientific Publishing Co., 2002.

PHP: Hypertext Pre-processor. Em: <http://www.php.net>. Acessado em: 12 out. 2006.

PIMENTA, Pedro e BAPTISTA, Ana Alice. *Das plataformas de E-learning aos objetos de aprendizagem*. In. DIAS, Ana Augusta Silva e GOMES, Maria João. *Elearning para e-formadores*. Minho, TecMinho, 2004, p. 97-109.

PRATES, R. O.; Barbosa, S. D. J. *Avaliação de Interfaces de Usuário – Conceitos e Métodos*. XXII Jornada de Atualização em Informática em Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Capítulo 06, páginas 245 – 293. Campinas, 2003.

PRETTO, N. L. *Linguagens e Tecnologias na Educação*. 2000. Disponível em: <http://www.ufba.br/~pretto/textos/endipe2000.htm>. Acessado em 20/04/2006.

QUADROS, T. e MARTINS, J. S. B. *A Prática Interdisciplinar em Programas de Educação a Distância num Cenário de Novas Tecnologias da Informação e Comunicação* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE 2005, 2005, Juiz de Fora - Minas Gerais. 2005.

- RAPOSO, A.B., MAGALHÃES, L.P., RICARTE, I.L.M. FUKS, H. Coordination of collaborative activities: A framework for the definition of tasks interdependencies”, 7th International Workshop on Groupware - CRIWG 2001, September 2001, Germany.
- RECUERO, Raquel da Cunha. Comunidades virtuais: uma abordagem teórica. In: Seminário Internacional de Comunicação. Comunicação e Tecnologia das Mídias, 5., Porto Alegre, 2002. Anais... Porto Alegre: PUC/RS. 2002.
- Rede Escola Livre. Estudo de Caso Rede Escolar Livre. Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.redeescolarlivre.rs.gov.br/EAD.html>. Acessado em: 04/11/2006.
- REZENDE, J. L. Aplicando Técnicas de Conversação para a Facilitação de Debates no Ambiente AulaNet. Dissertação de mestrado. Departamento de informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Março de 2003
- ROCHA, H. BARANAUSKAS, M. Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador, NIED/Unicamp. 2003.
- RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter: Inteligência Artificial. Campus, São Paulo, 2004. 1040p.
- SANTIBAÑEZ, M. R. F. FERNANDES, C. T. HACIA UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM HIPERMÍDIA ADAPTATIVO NO WWW. IV Congresso RIBIE, Brasília, 1998.
- SANTOMÉ, J. T. Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1998.
- SANTOS, M. C; FUKS, H. A educação na era da Internet. Rio de Janeiro, Clube do Futuro Ed. 2000.
- SANTOS, E. O. Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade. Formação de Professores e Cibercultura: novas práticas curriculares na educação presencial e a distância, Salvador, v. 11, n. 17, p. 113-122, jan./jun., 2002.
- SCHRAGE, M. No more teams! Mastering the dynamics of creative collaboration, Nova York, EUA: Currency Doubleday. 1995.
- SHEPHERD, C. Objects of interest. (2000) Disponível em: <http://istpub.berkeley.edu:4201/bcc/Summer2002/feat.interopstandards.html>. Acessado em: 01/05/2006.
- SHNEIDERMAN, B. Designing the user interface: strategies for human computer interaction. Reading, Addison-Wesley, 3 ed. 1998.
- SILVA, M. Sala de Aula Interativa. Rio de Janeiro: Quartet, 2000.
- SOUZA, C. S. et al. Interação Humano-Computador: Perspectivas Cognitivas e

- Semióticas. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA, JAI, 18., 1999. Anais... Rio de Janeiro: Entrelugar, 1999.
- SOUZA, A. C. Objetos de Aprendizagem Colaborativos. XII Congresso Internacional de Educação a Distância. Florianópolis-SC, 2005.
- STORRS, G. The Notion of Task un Human-Computer Interaction. In: Proc. of HCI 95-10th Annual conference of the British Human-Computer interaction Group, University of Huddersfield, UK, August-september 1995.
- TELEDUC. O Ambiente TelEduc. Disponível em: <http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc/quemusa.php?usuario=2147483648>. Acessado em 31/10/2006.
- TCX. MySQL Reference Manual for version 5.0. Disponível em: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/index.html>. Acessado em: 12 out. 2006.
- TUROFF, M. HILTZ, S. R. Computer Support for Group versus Individual Decisions, IEEE Transactions on Communications, 30, (1), pp 82-91, 1982.
- VASSILEVA, J. A task-centered approach for user modelling in a hypermedia office documentation system. User Modeling and User-Adapted Interaction. Special issue on adaptive hypertext and hypermedia, Dordrecht, v.6, n.2-3, p.87-129, 1996.
- VYGOTSKY, Lev S. Pensamento e linguagem. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- W3C. The World Wide Web. Consortium Platform for Privacy Preferences (P3P) Project. June.2001. Disponível em: <http://www.w3.org/P3P/>. Acesso em: 01/2006.
- WEBER, G.; BRUSILOVSKY, P. ELM-ART: An Adaptive Versatile System for Web-Based Instruction. International Journal of Artificial Intelligence in Education, n. 12, 2001.
- WIKIPEDIA. Use case. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Use_case. Acessado em: 07/09/2006.
- WIKIPEDIA. Servidor Apache. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Servidor_Apache. Acessado em : 14/10/2006b.
- WIKIPEDIA. JavaScript. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Javascript>. Acessado em: 14/10/2006c.
- WIKIPEDIA. Model View Controllee . Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/MVC>. Acessado em: 15/10/2006d.
- WILEY, D. A. Conecting learning objects to instructional theory: A definition, a methaphor and a taxonomy. The Instructional Use of Learning Objets. Wiley, D. (Ed.) 2001.

WINCKLER, M. A. A.; Nemetz, F.; Lima, J. V. Interação entre Aprendiz e Computador: Métodos para Desenvolvimento e Avaliação de Interfaces. In: Tarouco, L. M. R. (Ed.) Tecnologia Digital na Educação. Porto Alegre: Pós-Graduação em Informática na Educação, UFRGS. p.7-33. 2000.

WINCKLER, M.; PIMENTA, S. M. Análise e Modelagem de Tarefas. VI Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, IHC 2004, Curitiba, Brazil. 17-20 October 2004.

WINOGRAD, T. FLORES, F. Understanding Computers and Cognition, Addison-Wesley, USA. 1987.