

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

AAERO
Ambiente de Aprendizado para o Ensino de
Redes de Computadores Orientado a Problemas

por

RENATO LUÍS DE SOUZA DUTRA

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

Prof^a Dr^a Liane Margarida Rockenbach Tarouco
Orientadora

Porto Alegre, novembro de 2002.

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Dutra, Renato Luís de Souza

AAERO: Ambiente de Aprendizado para o Ensino de Redes de Computadores Orientado a Problemas / por Renato Luís de Souza Dutra. – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2002.

113 p.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2002. Orientadora: Tarouco, Liane Margarida Rockenbach.

1. CBR. 2. CSCL. 3. Educação a distância. 4. Ensino de redes de computadores. 5. PBL. I. Tarouco, Liane Margarida Rockenbach. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Prof^a Wrana Maria Panizzi

Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitor Adjunto de Pós-Graduação: Prof. Jaime Evaldo Fensterseifer

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

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: [Beatriz Regina Bastos Haro](#)

*Dedico este trabalho
à minha esposa Carla e à
minha filha Maria Eugênia*

Agradecimentos

À minha orientadora, professora Dr^a Liane Margarida Rockenbach Tarouco, pela orientação criteriosa, paciência e atenção, além da oportunidade que me deu de desenvolver este trabalho.

À Carla, minha esposa e companheira, que com sua presença inspira minha vida e que durante esta jornada esteve sempre ao meu lado, incentivando e apoiando com paciência, amor e carinho.

À minha filha, Maria Eugênia, que mesmo sem saber, abdicou de minha companhia em seus primeiros meses de vida.

Aos meus pais, Ivan e Nadyr, e aos meus irmãos, André e Ivan, que sempre me apoiaram em todos os desafios de minha vida.

À Cristina Melchiors e ao Fabricio Raupp Tamusiunas pela valiosa ajuda, sempre fornecendo as informações necessárias para dar andamento na implementação do protótipo desenvolvido neste trabalho.

Aos professores do PPGC da UFRGS, pelo conhecimento e incentivo demonstrados durante o curso.

Ao professor Carlos Alberto Heuser, coordenador, pela incansável presteza e simpatia, incentivando-nos em todos os momentos.

Aos funcionários da Biblioteca e da Secretaria do Instituto de Informática da UFRGS, que sempre nos atenderam com toda a paciência e dedicação, ajudando e esclarecendo.

Aos amigos de mestrado, com quem partilhei dúvidas e conhecimentos e que, com sua amizade, tornaram este período muito prazeroso.

Aos meus companheiros de trabalho, em especial à Cíntia e ao Marcelo pela boa vontade e colaboração nesta etapa de minha vida.

Sumário

Lista de Abreviaturas	7
Lista de Figuras.....	8
Lista de Quadros.....	10
Resumo.....	11
Abstract.....	12
1 Introdução.....	13
1.1 Objetivo do Trabalho.....	14
1.2 Estrutura da Dissertação	15
2 Problem-Based Learning - PBL.....	16
2.1 Histórico	16
2.2 Modelos e Conceitos Relacionados	16
2.2.1 Teoria Lógica e a pedagogia de John Dewey	17
2.2.2 Construtivismo	18
2.2.3 Teoria da Epistemologia Genética de Piaget.....	18
2.2.4 Teoria sócio-cultural de Vygotsky	20
2.2.5 A Aprendizagem Colaborativa e o Construtivismo	21
2.2.6 O Ambiente de Aprendizado Construtivista	21
2.2.7 O PBL como Ambiente de Aprendizado Construtivista	23
2.3 Características do PBL	23
2.3.1 Processo de Aprendizado	25
2.3.2 O Papel do Aluno no PBL.....	26
2.3.3 O Papel do Professor no PBL.....	27
2.4 Problem-Stimulated PBL	28
2.5 Considerações finais sobre o PBL.....	28
3 Case-Based Reasoning – CBR.....	30
3.1 Aplicações do CBR para o domínio Redes de Computadores	31
3.1.1 DUMBO	31
3.2 Aplicações do CBR para o Aprendizado.....	35
3.2.1 Learning By Design.....	36
3.2.2 Goal-Based Scenarios.....	37
3.2.3 Problem-Based Learning em conjunto com o Case-Based Reasoning	38
3.3 Considerações finais sobre o CBR	38
4 Suporte por Computador ao PBL	40
4.1 Computer Supported Collaborative Learning	40
4.2 O CSCL e a Educação a Distância.....	41
4.3 Características necessárias a Ferramentas de suporte ao PBL	42
4.4 Ferramentas de Suporte ao PBL.....	42
4.4.1 BELVEDERE.....	42
4.4.2 CROCODILE - Creative Open Cooperative Distributed Learning Environment.....	45
4.4.3 CALE - Computer Assisted Learning and Exploration Environment.....	49
4.4.4 CoMMIT – Collaborative Multi-Media Instructional Toolkit	51
4.4.5 Munics Learning Environment.....	53
4.5 Análise das Ferramentas de Suporte ao PBL	56
4.5.1 As Características do Ambiente	56

4.5.2 Suporte ao Aluno.....	57
4.5.3 Suporte ao Professor.....	58
4.5.4 Avaliação Final das Ferramentas	59
5 Ambiente Proposto.....	60
5.1 As Características do Ambiente.....	60
5.1.1 Área de Problema-Projetos.....	61
5.1.2 Casos Relacionados.....	61
5.1.3 Recursos de Informação	61
5.1.4 Ferramentas Cognitivas.....	61
5.1.5 Ferramentas para Conversação e Colaboração.....	62
5.2 Suporte ao Professor	62
5.2.1 Desenvolvimento do Problema.....	62
5.2.2 Tutoria	63
5.2.3 Avaliação.....	63
5.3 Suporte ao Aluno.....	63
5.3.1 Visualização do Problema	63
5.3.2 Investigação.....	64
5.3.3 Construção da Solução	64
5.3.4 Metacognição e Revisão.....	64
5.4 Considerações Finais sobre o Ambiente Proposto	65
6 AAERO	66
6.1 Visão Geral.....	66
6.2 Módulo de Autenticação	67
6.3 Módulo do Professor	68
6.3.1 Manutenção de Grupos.....	69
6.3.2 Acompanhamento.....	70
6.3.3 Modelagem de problemas	72
6.4 Módulo do Aluno.....	73
6.4.1 Problema.....	75
6.4.2 Área de Trabalho	76
6.4.3 Biblioteca de Casos	81
6.5 Considerações sobre Implementação	83
6.6 Ambiente de Implementação.....	83
6.6.1 PHP.....	83
6.6.2 ADOdb Database Library for PHP.....	84
6.6.3 PostgreSQL	84
6.6.4 Conversão do DUMBO de Postgres para PostgreSQL	84
6.6.5 Alterações no DUMBO para o suporte a Simulação de Casos	85
6.7 Especificação SDL	85
6.8 Modelo de Dados	85
7 Conclusão.....	86
7.1 Trabalhos Futuros.....	87
Anexo 1 Especificação formal do AAERO usando SDL	88
Anexo 2 Modelo de Dados do AAERO	102
Anexo 3 Resumo das diferenças entre o Postgres e o PostgreSQL	103
Referências	105

Lista de Abreviaturas

ABP	Aprendizado Baseado em Problemas
CBR	Case-Based Reasoning
CSCL	Computer Supported Collaborative Learning
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
GBS	Goal-Based Scenarios
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transport Protocol
IA	Inteligência Artificial
LBD	Learning By Design
NOC	Network Operation Center
PBL	Problem-Based Learning
PBLI	Problem-Based Learning Initiative
POP/RS	Ponto de Presença da Rede Nacional de Pesquisas no RS
RBC	Raciocínio Baseado em Casos
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TTS	Trouble Ticketing System
URL	Universal Resource Locator
VRML	Virtual Reality Modeling Language
WWW	World Wide Web

Lista de Figuras

FIGURA 2.1 - Processo de adaptação segundo Piaget.....	19
FIGURA 3.1 - Componentes. de um Caso	32
FIGURA 3.2 - Estrutura do Sistema DUMBO	33
FIGURA 3.3 - Menu do Sistema DUMBO	34
FIGURA 3.4 - Tela do início da criação de um registro no DUMBO.....	35
FIGURA 4.1 - Diagrama de Investigação	43
FIGURA 4.2 - Representação em forma de matriz.....	44
FIGURA 4.3 - Diagramas de Investigação com a utilização do Mr.Belvedere.....	45
FIGURA 4.4 - Tela com a visão do campus no Virtual Institute	46
FIGURA 4.5 - Tela do editor do PBL-Net	47
FIGURA 4.6 - Tela da ferramenta para manipular o PBL-plan	48
FIGURA 4.7 - Notação para o projeto de casos	49
FIGURA 4.8 - Tela de abertura do CALE.....	50
FIGURA 4.9 - Estrutura do Sistema CoMMIT	51
FIGURA 4.10 - Diagrama de Precedência	52
FIGURA 4.11 - Tela do módulo do aluno	53
FIGURA 4.12 - Exemplo de uma entrevista.....	54
FIGURA 4.13 - Tela do Modeler Tool	55
FIGURA 6.1 - Arquitetura do Ambiente	66
FIGURA 6.2 - Padrão de interface do ambiente.....	67
FIGURA 6.3 - Tela de Autenticação do Ambiente	68
FIGURA 6.4 - Tela principal do professor	68
FIGURA 6.5 - Tela de Manutenção de Grupos	69
FIGURA 6.6 - Tela de consulta às anotações da Investigação	70
FIGURA 6.7 - Tela do formulário de inclusão no Bloco de Notas	71
FIGURA 6.8 – Tela de modelagem do problema a partir dos dados do DUMBO.....	73
FIGURA 6.9 - Tela com os problemas disponíveis para o aluno	74
FIGURA 6.10 - Tela principal do aluno	74
FIGURA 6.11 - Tela de visualização dos detalhes de uma característica	75
FIGURA 6.12 - Tela do processo de investigação	76
FIGURA 6.13 - Tela de alteração da coluna "O que sabemos ?"	77
FIGURA 6.14 - Tela de edição do Produto Final	78

FIGURA 6.15 - Tela do Diário de Bordo (consulta)	79
FIGURA 6.16 - Tela de inclusão na Agenda.....	80
FIGURA 6.17 - Tela inicial do Fórum	81
FIGURA 6.18 - Tela de simulação de um novo registro no DUMBO	82

Lista de Quadros

QUADRO 4.1 - Componentes de um Ambiente segundo Jonassen e Murphy	57
QUADRO 4.2 - Suporte ao Processo de Aprendizado no PBL.....	58
QUADRO 4.3 - Suporte aos papéis exercidos pelo Professor segundo Delisle	59
QUADRO 5.1 - Recursos do Ambiente Proposto	65

Resumo

Atualmente, a sociedade tem experimentado uma grande transformação devido à crescente incorporação da tecnologia em seu cotidiano. Estas mudanças demonstram o grande avanço tecnológico experimentado nas últimas décadas, principalmente na área de Redes e Telecomunicações.

Este contexto tem gerado uma crescente procura por profissionais desta área, com um perfil que privilegie, além do conhecimento técnico, outras habilidades consideradas importantes, como o pensamento crítico, o auto-aprendizado e a habilidade para trabalhar em equipe, habilidades estas que não são normalmente focadas nos cursos atuais. Estas habilidades são estimuladas nas abordagens centradas nos alunos, com destaque ao *Problem-Based Learning* (PBL), uma abordagem na qual o aluno é exposto a problemas, sem nenhum conhecimento prévio, e que, para resolvê-los, precisa pesquisar e analisar novas informações, visando sua aplicação na solução dos mesmos.

Apesar da grande utilização do PBL em diversas instituições no mundo, existem poucas ferramentas de *software* que dão apoio para sua total aplicação. Por outro lado, mesmo sendo bem estruturado, o PBL não sugere indicações de como assimilar melhor novas experiências, de como buscar o conhecimento em experiências anteriores e como desenvolver problemas atuais e interessantes com características reais. Estas dificuldades podem ser minimizadas com a utilização do CBR (*Case-Based Reasoning*).

Entre as aplicações CBR desenvolvidas especificamente na área de Redes de Computadores, pode-se destacar o sistema DUMBO, um sistema CBR, desenvolvido na UFRGS, especificamente para o diagnóstico de problemas em Redes de Computadores. A integração com o DUMBO permite à abordagem PBL ser aplicada com maior eficiência, utilizando sua biblioteca de casos como ferramenta de pesquisa e para a sugestão de novos problemas a partir de casos reais e atuais.

Com base nestas afirmações, este trabalho apresenta a proposta e o desenvolvimento de um protótipo de ambiente de aprendizado para o ensino de Redes de Computadores, utilizando a abordagem PBL em conjunto com a abordagem CBR através do sistema DUMBO.

Palavras-chave: CBR, CSCL, Educação a Distância, Ensino de Redes de Computadores, PBL.

TITLE: “AAERO - LEARNING ENVIRONMENT FOR PROBLEM-BASED COMPUTERS NETWORK TEACHING”

Abstract

Today’s society is experiencing a large transformation through the increased incorporation of technology in people’s daily life. These changes evidence the great technological advance of the past decades, mainly in the field of Networks and Telecommunications.

This context has generated an increasing demand for professionals from this field; however, with a profile favoring not only technical knowledge, but also other skills considered important but not normally focused by current courses such as critical thinking, self-learning, and team work skills. These are skills stimulated by learner-centered approaches, mainly the Problem-Based Learning (PBL), an approach in which the student is exposed to problems with no previous knowledge, in a way that, to solve them, s/he is required to research and search for new information in order to apply it in the solution of those problems.

Despite the great use of PBL in several institutions world wide, there are few, software tools to support such an application. On the other hand, although well structured, PBL does not provide for ways to a better assimilation of new experiences, the search for knowledge from previous experiences and the development of current and interesting authentic problems. These difficulties may be minimized by the use of CBR (*Case-Based Reasoning*).

Among the CBR applications specially developed in the field of Computers Networks, we may point out the DUMBO system, a CBR system developed at the UFRGS, mainly for the diagnosis of problems in Computers Networks. The integration with the DUMBO allows for PBL to be applied more efficiently, using its cases library as a tool for research and suggestion of problems based on real and current cases.

Based on this information, this work presents the proposal and development of a prototype of a learning environment for Computers Networks teaching, using PBL and CBR together, through the DUMBO system.

Keywords: CBR, CSCL, Distance Education, Computers Network Teaching, PBL.

1 Introdução

O setor de tecnologia tem vivenciado uma grande evolução nos últimos anos. Esta evolução se reflete principalmente na área de telecomunicações, possibilitando cada vez mais a interconexão de redes e a incorporação de novos dispositivos. Atualmente, as Redes de Computadores lidam com grandes quantidades de informações e interligam universidades e corporações no mundo inteiro. Seu funcionamento ininterrupto garante a milhares de pessoas o acesso a diversos serviços indispensáveis.

Esta importância do setor de Redes e Telecomunicações tem gerado uma crescente demanda por profissionais especializados. Países de primeiro mundo, como EUA e Alemanha abrem cada vez mais suas fronteiras para profissionais nas áreas de alta tecnologia. As empresas, mesmo buscando cada vez mais cedo estes profissionais entre alunos das universidades, estão encontrando dificuldades em suprir seus quadros, pois o perfil destes profissionais procurados exige, além do conhecimento conceitual, outras habilidades consideradas igualmente importantes como o pensamento crítico, a capacidade de pesquisar e a habilidade para trabalhar em equipe.

Estas habilidades se fazem necessárias, pois, atualmente, estes profissionais estão expostos diariamente a situações de implantação ou diagnóstico de problemas nas redes em que necessitam tomar decisões acerca da instalação, manutenção e resolução de problemas, que envolvem configurações de *hardware* e *software* e interação com outros profissionais.

O problema para encontrar profissionais com este perfil está na falha de sua formação nos cursos da área de tecnologia, principal fonte de profissionais que atuam na área de redes. Muitas universidades já verificaram problemas em suas estruturas curriculares e principalmente em suas abordagens de ensino tradicionais [GRE 97][KOC 98][NWA 96]. Estas abordagens tradicionais foram influenciadas principalmente pelo positivismo, com um ensino diretivo, centralizado no professor, em que o conteúdo determinado no programa do curso é repassado através de uma estrutura fixa e predeterminada. Estas abordagens consideram que a melhor maneira do aluno aprender é seguindo um modelo predefinido, através de aulas expositivas sobre o assunto e da memorização do conteúdo através de leituras direcionadas.

Esta nova formação de profissionais sugere a utilização de abordagens de ensino mais centradas no aluno, voltadas para a preparação de profissionais que possuam, além do conhecimento técnico em redes, a habilidade de aplicar estes conhecimentos em problemas reais e a capacidade de continuamente buscar aperfeiçoamento através do auto-aprendizado e do trabalho colaborativo.

Os ambientes de aprendizado construtivistas têm-se mostrado excelentes ferramentas para o aprendizado, pois, baseados nas teorias construtivistas e através da aprendizagem colaborativa, promovem a construção do conhecimento e o desenvolvimento de outras habilidades. Segundo Savery e Duffy [SAV 95], o ambiente que mais se encaixa nas características de um verdadeiro ambiente de aprendizado construtivista é o *Problem-Based Learning*.

O *Problem-Based Learning (PBL)*, ou Aprendizado Baseado em Problemas (ABP), é uma abordagem, com mais de trinta anos de aplicação [DEL 97][CAM 96],

em que o aluno é exposto a problemas e, para resolvê-los, são necessárias pesquisas e a análise de informações adicionais, com vistas à sua aplicabilidade na solução dos mesmos. Estes problemas vão sendo resolvidos por sucessivas interações, nas quais estruturas, tanto para representar as hipóteses formuladas como para servir de apoio ao processo de cognição, precisam estar facilmente acessíveis. Isto se faz necessário para registrar passo a passo o processo de aprendizagem, visando permitir a sua consulta ou revisão durante ou após o processo.

Apesar da abordagem PBL ter sido aplicada tradicionalmente na Medicina [DEL 97][SAV 95], sua utilização tem acontecido com bastante sucesso em diversas outras áreas da ciência [DEL 97], inclusive na Ciência da Computação [DUT 2001]. A área de Redes de Computadores em que o estudo de arquiteturas e protocolos constitui a ênfase principal, é ideal para este tipo de abordagem.

Os mesmos conceitos que permeiam o PBL também influenciaram outras áreas da computação como a Inteligência Artificial (IA). Christopher Riesbeck e Roger Schank [RIE 89], em seus estudos na IA, sugerem que, para resolvermos problemas, utilizamos lembranças anteriores, que adaptamos a fim de chegarmos a uma nova solução, semelhante aos princípios da assimilação e adaptação sugeridos por Piaget no desenvolvimento da inteligência das crianças. Estes princípios são a base para o *Case-Based Reasoning (CBR)*, ou Raciocínio Baseado em Casos (RBC).

Para Riesbeck e Schank, o aprendizado é a acumulação e indexação de casos, e o pensamento é processo de achar e analisar um caso antigo, utilizando-o em uma tomada de decisão sobre um novo caso [RIE 89].

Sistemas CBR classificam e armazenam diversos problemas ocorridos em um determinado domínio. Partindo do pressuposto de que o CBR simula o processo humano de raciocínio, chega-se à conclusão de que um caso armazenado em um sistema de CBR é um candidato a problema a ser utilizado em ambientes de aprendizado construtivista como o PBL. Adicionalmente, Kolodner e Guzdial [KOL 2000] argumentam que as bibliotecas de casos dos sistemas CBR são excelentes fontes de informação para abordagens construtivistas, visto que as consultas nestas bibliotecas sugerem novos indícios e sugestões para a resolução de problemas.

1.1 Objetivo do Trabalho

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um “Ambiente de Aprendizado Construtivista” [JON 99] voltado para o domínio de Redes de Computadores através da abordagem PBL.

Para contemplar as características do PBL, este ambiente deverá disponibilizar entre outras coisas, os componentes básicos para um Ambiente de Aprendizado Construtivista sugeridos por Jonassen e Murphy [JON 99], contendo uma área de problemas, casos relacionados, recursos de informação, ferramentas cognitivas e ferramentas para colaboração.

Além disso, este ambiente deve suportar as funções básicas do professor no PBL sugeridas por Delisle [DEL 97], que age como desenvolvedor de problemas, tutor

e avaliador dos alunos. Outra característica importante é suportar o processo de aprendizado do PBL, conforme descrito por Stepien, Senn e Stepien [STE 2000], no qual o aprendizado se divide em visualização do problema, investigação, construção da solução e metacognição.

A elaboração dos problemas e a consulta na biblioteca de casos similares serão implementadas através da integração com o sistema DUMBO [MEL 99], que é um sistema CBR para o diagnóstico de problemas em rede. Além de servir como ponto de partida para a criação de novos problemas, esta integração possibilitará ao aluno simular o diagnóstico de um caso.

1.2 Estrutura da Dissertação

Para a melhor compreensão das técnicas e princípios adotados para o projeto e desenvolvimento do protótipo, esta dissertação está dividida em sete capítulos descritos a seguir:

Dando seqüência a introdução vista neste primeiro capítulo, são discutidos em profundidade, no segundo capítulo, os conceitos e aplicações do PBL, além das idéias que serviram como base para seu desenvolvimento. Entre estas idéias podemos destacar a Teoria da Investigação de Dewey [TEI 55], os princípios construtivistas, suas principais teorias e as características essenciais para ambientes construtivistas.

No terceiro capítulo são mostrados os principais conceitos do CBR, sua aplicação para o diagnóstico de redes, e suas contribuições para as abordagens de ensino construtivistas.

O quarto capítulo mostra as possibilidades que o computador oferece para a aprendizagem colaborativa, apresentando os conceitos do Aprendizado Colaborativo Apoiado pelo Computador (*Computer-Supported Collaborative Learning*), detalhando as principais características para o suporte ao PBL e avaliando as principais ferramentas atuais utilizadas para a abordagem PBL.

A partir da análise das ferramentas existentes e das características detalhadas no quarto capítulo, é descrito, no quinto capítulo, o modelo proposto para um ambiente de aprendizado baseado no PBL.

O sexto capítulo apresenta a interface, as funções e a implementação do protótipo do ambiente de aprendizado proposto no capítulo anterior.

O último capítulo traz as conclusões e contem uma análise das funções do ambiente, pontos nos quais o ambiente pode ser melhorado e também as possibilidades para trabalhos futuros.

2 *Problem-Based Learning* - PBL

O Aprendizado Baseado em Problemas (ABP), em inglês *Problem-Based Learning* (PBL), é uma estratégia instrucional mediante a qual os alunos são expostos a problemas para achar soluções, promovendo o aprendizado [RHE 98]. Os alunos, por meio desta abordagem, desenvolvem simultaneamente estratégias e conhecimentos para resolução de problemas e habilidades para a investigação e obtenção de novos conhecimentos [JON 96].

2.1 Histórico

Segundo Delisle [DEL 97], as raízes do PBL estão ligadas ao movimento progressivo no início do século, liderado pelo filósofo americano John Dewey. Algumas décadas mais tarde, em meados da década de 60, algumas escolas de medicina estruturam o que conhecemos hoje por PBL. A *McMaster University*, no Canadá [WHI 96][RHE 98], através dos estudos de Howard Barrows, é considerada a pioneira, seguida de três outras grandes instituições, a *University of Limburg* em Maastricht na Holanda, a *University of Newcastle* na Austrália e a *University of New Mexico* nos EUA [CAM 96]. Naquela época, professores e pesquisadores se questionavam como as abordagens tradicionais de ensino poderiam ensinar estudantes de Medicina a estarem aptos a resolver problemas e a terem a característica de estar sempre procurando aprender. O modelo tradicional utilizado no ensino de Medicina, por meio do qual uma grande quantidade de aulas expositivas eram apresentadas por especialistas em cada área a um grande número de alunos, estava em desacordo com a prática da medicina que requer a capacidade de inter-relacionar diversos conhecimentos, tomar decisões, trabalhar em cooperação com os outros e conversar com os pacientes.

Atualmente o PBL está presente em diversas escolas médicas no mundo [CAM 96][APR 2002], além de escolas de Odontologia, Farmácia, Enfermagem, Arquitetura, Administração, etc. Ele também tem sido aplicado com grande êxito em escolas do ensino fundamental e médio nos Estados Unidos. No Brasil algumas escolas de Medicina já estão adotando o PBL em seus currículos. Entre elas podemos destacar as pioneiras Universidade Estadual de Londrina (UEL) e a Faculdade de Medicina de Marília (FAMEMA) além de outras universidades como a Universidade Federal da Bahia (UFBA) e a Escola Paulista de Medicina (UNIFESP)[APR 2002][UNI 2002].

2.2 Modelos e Conceitos Relacionados

Como mencionado anteriormente, alguns autores argumentam que a abordagem PBL tem sua origem e inspiração nas idéias discutidas por John Dewey [DEL 97][KOS 2002], especialmente em sua crença de que os professores deveriam ensinar estimulando os alunos a cultivar os instintos naturais de investigar e criar. Estes mesmos autores indicam que os conceitos construtivistas são na verdade uma aplicação destas mesmas idéias de Dewey.

Pode-se dizer, em termos de abordagem pedagógica, que o PBL é uma abordagem de ensino construtivista que utiliza a aprendizagem colaborativa baseada na resolução de problemas.

Para compreender melhor as características e aplicações do PBL, suas origens e inspirações, é muito importante a análise das idéias de Dewey, do aprendizado colaborativo e das teorias construtivistas.

2.2.1 Teoria Lógica e a pedagogia de John Dewey

A essência da Teoria Lógica ou Teoria da Investigação de Dewey consiste na generalização do método científico aplicado em todas as áreas do conhecimento e na própria vida do homem. Esta teoria bastante extensa e bem fundamentada foi sintetizada por Anísio Teixeira em um artigo para a Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos [TEI 55].

Nesta síntese, Teixeira explica que, para Dewey, o conhecimento é o resultado de um processo de indagação do homem na tentativa de resolução de um problema que tenha elementos desconhecidos por ele. O saber do homem significa a capacidade de visualizar a complexidade da situação, de descobrir e utilizar os dados já existentes, manipulando-os apropriadamente para chegar a conclusões, testadas ou comprovadas.

Em sua visão, o ser vivo nunca tende ao imobilismo, mas sim a uma nova integração, buscando sempre o crescimento ou o desenvolvimento. O processo de investigação não é nenhum ato independente da mente, mas uma interação entre o organismo e o meio, uma vez que estes não existem independentemente.

A linguagem e o meio cultural fazem do homem um ser racional, distinguindo-o dos outros seres vivos, pois a adição destes dois elementos às transformações do comportamento basicamente biológico, fornece os requisitos para o comportamento intelectual do homem.

Os problemas e necessidades do homem são resolvidos pelas instituições, pelos hábitos, pelas crenças, pelas artes e pelos conhecimentos, que ele construiu e obteve em sua experiência, transformando em um processo contínuo de investigação, aprendizagem e descoberta.

A “Lógica”, segundo Dewey, nada mais é que o desdobramento deste processo de pesquisa, a maneira de se conduzir esta pesquisa, se definindo no processo de adquirir conhecimento. Este processo de pesquisa pode ser propriamente científico, ou não, já que o conhecimento humano é, de certo modo, um só.

Com base nestas idéias, Dewey concluiu que a concepção da Ciência poderia servir de modelo de metodologia educacional em todas as etapas do ensino [TEI 55].

Dewey acreditava que o desenvolvimento da pessoa se daria em conjunto com o desenvolvimento da sociedade, na qual a educação seria um processo social natural para a transmissão e continuidade das crenças, idéias e conhecimentos das pessoas. A escola, pelo seu caráter social, deveria ter seus conteúdos de ensino organizados de

forma integrada, a partir de uma organização lógica articulada para a vida em sociedade [MUL 2000].

Segundo Dewey [TEI 52], a educação tem como finalidade propiciar ao indivíduo condições para que resolva sozinho seus problemas, habilitando-o para que tenha consciência e condições de enfrentar os obstáculos, sendo um agente ativo no processo de aprendizagem. Assim, para ele, vida, experiência e aprendizagem estão interligadas, de tal forma que a função da escola consiste em possibilitar uma reconstrução das experiências reais, instigando no aluno seu instinto natural para a investigação e levando-o a estar sempre motivado a aprender.

2.2.2 Construtivismo

O construtivismo é uma corrente da educação que acredita que o aluno constrói seu conhecimento através da interação com o meio. Diferentemente do comportamentalismo, no qual o conhecimento se dá a partir de um condicionamento do aluno através de um estímulo que reforça respostas emitidas [FOU 98], no construtivismo o conhecimento é construído por cada aluno a cada nova experiência. O conhecimento não pode ser transmitido de um indivíduo para outro; ele tem que ser construído ou reconstruído por cada pessoa [MAR 2000].

Em contraposição à educação tradicional geralmente centrada no professor, que determina o ritmo e o conteúdo, no construtivismo o aprendizado é centrado no aluno. Segundo Savery e Duffy [SAV 95] o construtivismo pode ser caracterizado em três características principais:

- ❑ **O conhecimento decorre de nossas interações com ambiente.** Este é o principal conceito do construtivismo, já que o conhecimento não é uma entidade a ser adquirida e não pode ser separado do domínio a que pertence.
- ❑ **O conflito cognitivo é o estímulo para o aprendizado e determina a organização e natureza do que é aprendido.** A necessidade de entender uma nova situação é o estímulo e o organizador do aprendizado.
- ❑ **O entendimento é influenciado pelo contexto social do significado.** O ambiente social e a crença em conceitos e princípios oriundos do senso comum, influenciam nosso aprendizado.

Estas noções sobre o construtivismo advêm de teorias que se apresentam de várias formas e derivam dos trabalhos de diversos pesquisadores. Podemos classificar as teorias construtivistas em duas vertentes principais: as teorias construtivistas orientadas para a cognição, baseadas principalmente nos trabalhos de Piaget, e as teorias construtivistas socialmente orientadas, baseadas na teoria sócio-cultural de Vygotsky [FOU 98][MUL 2000].

2.2.3 Teoria da Epistemologia Genética de Piaget

Os estudos de Piaget buscaram desenvolver uma teoria geral do desenvolvimento da inteligência lógica. Ele tenta mostrar, ao longo de sua obra, que o

saber constitui a base da adaptação do indivíduo ao mundo, sendo a inteligência a forma mais elaborada desta adaptação [FOU 98].

A aprendizagem, segundo Piaget, é um processo ativo e construtivo, no qual o conhecimento se constrói através do conflito resultante da relação da pessoa com o meio, a partir das estruturas cognitivas inerentes à pessoa, na tentativa de conhecer e compreender o que se passa à sua volta [MUL 2000]. Este conflito cognitivo pode acontecer em menor escala, em que a pessoa consegue incorporar novas experiências em esquemas de assimilação já estruturados internamente (**assimilação**); pode ocorrer também em maior escala; nesse caso, estas novas experiências não se encaixam nos esquemas de assimilação internos da pessoa, necessitando ser ampliados ou modificados (**acomodação**).

De acordo com Piaget, o aprendizado resulta do processo de sucessivas assimilações e acomodações equilibrando-se no que ele chamou de **adaptação**. A cada nova adaptação realizada, um novo esquema assimilador mais complexo fica disponível para que possam acontecer novas e sucessivas acomodações. Assim, o conhecimento vai ficando mais complexo e abrangente, à medida que vai interagindo com objetos do conhecimento cada vez mais abstratos e diferenciados [MUL 2000].

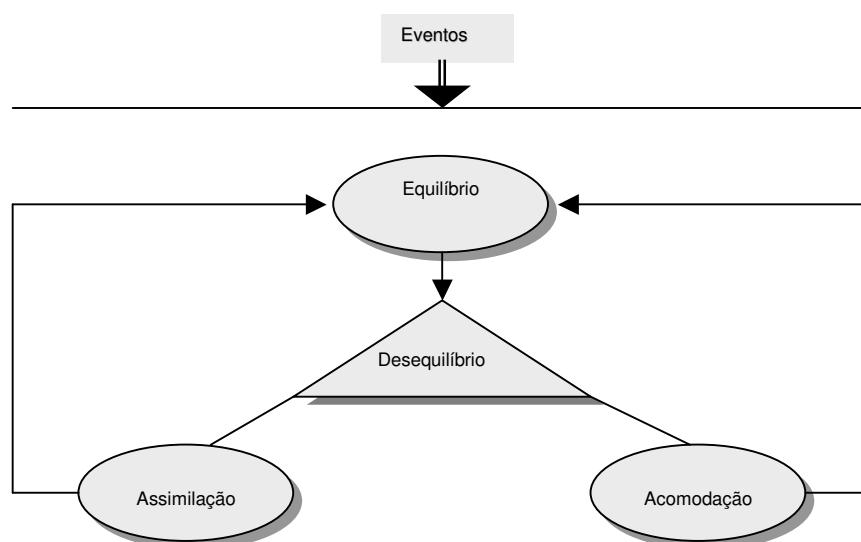


FIGURA 2.1 - Processo de adaptação segundo Piaget

Este processo também passa por estágios de mudanças qualitativas, visto que a lógica, a moral, a linguagem e a compreensão de regras sociais não são inatas nem impostas de fora para dentro, e sim construídas por cada pessoa ao longo de seu desenvolvimento. Cabe à família e à escola oferecer um ambiente que propicie à criança e ao adolescente a elaboração destas capacidades de forma qualitativa. Pensando nestes aspectos, a educação passa a ter como objetivo a autonomia moral e intelectual do aluno.

Piaget observa que o desenvolvimento intelectual da criança passa por quatro grandes períodos vivenciados em seqüência. Cada período estabelece os alicerces para o período seguinte, fazendo com que as aquisições ocorridas em um período constituam as precondições para o período seguinte [CUN 2000].

O primeiro período (sensório-motor) caracteriza-se pela inexistência de representações e imagens mentais. Neste período o conhecimento são as impressões que chegam através dos órgãos de sentidos e do aparelho motor.

O segundo período (pré-operatório) caracteriza-se pelo desenvolvimento da representação e transformação de esquemas, acrescentando as imagens simbólicas às competências intelectuais inicialmente desenvolvidas somente como ações.

O terceiro período (operatório-concreto) caracteriza-se pelo desenvolvimento da capacidade de realizar operações. Neste período, a criança ganha a maleabilidade que não possuía, conseguindo operar mentalmente com esquemas de ação.

O quarto período (operatório-formal), caracteriza-se pela transformação dos esquemas cognitivos, capazes somente de realizar operações concretas, em esquemas que operem com operações abstratas.

2.2.4 Teoria sócio-cultural de Vygotsky

Vygotsky buscou no estudo das relações do pensamento e da linguagem as bases de uma teoria do desenvolvimento cognitivo humano. Ele considera o desenvolvimento cognitivo como uma apropriação do conhecimento elaborada nas interações sociais [FOU 98].

Para Vygotsky, o conhecimento não é apenas ativo, nem apenas passivo, ele é interativo e recebe a influência dos hábitos, das atitudes, dos valores, da linguagem e ainda da história e cultura dos outros com os quais a criança se relaciona. É na troca com outros sujeitos e consigo próprio que vão se internalizando os conhecimentos, papéis e funções sociais [MUL 2000].

Mesmo reconhecendo a importância da atividade individual, Vygotsky destaca que são as atividades feitas sob a tutela de adultos que, em primeiro lugar, estimulam a aprendizagem. O desenvolvimento é concebido como uma sócio-construção que segue uma direção estritamente inversa àquela que Piaget concebia [FOU 98].

Adicionalmente, Vygotsky argumenta que existe uma diferença entre o nível de desenvolvimento real do aluno e o nível de desenvolvimento potencial. Esta diferença é chamada de Zona de Desenvolvimento Proximal, ou seja, o potencial de desenvolvimento do aluno [MUL 2000].

Enquanto Piaget defende que a aprendizagem depende do estágio de desenvolvimento atingido pelo aluno, Vygotsky defende que a aprendizagem favorece o desenvolvimento das funções mentais. A atuação do professor sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal influencia diretamente o desenvolvimento do aluno [MUL 2000].

Vygotsky considera que o nível de desenvolvimento mental do aluno não pode ser determinado apenas pelo que ele consegue fazer independentemente, deve ser considerado também o que ele consegue fazer ajudado por outros, pois o que uma criança pode fazer colaborando com outros pode fazer sozinha mais adiante [FOU 98].

2.2.5 A Aprendizagem Colaborativa e o Construtivismo

As abordagens construtivistas enfatizam a colaboração como ferramenta importante para o aprendizado. Tanto na teoria construtivista de Piaget como na teoria sócio-cultural de Vygotsky, a interação e a colaboração são pontos importantes na construção do conhecimento. Em outras palavras, podemos dizer que a Aprendizagem Colaborativa está embasada nas teorias construtivistas e na teoria da cognição compartilhada [KOS 96a].

Para Jordan e Handerson *Apud* [KOS 96a], a Aprendizagem Colaborativa pode ser mais bem entendida como um processo social contínuo e distribuído, no qual a evidência de que o aprendizado ocorreu ou está ocorrendo, deve advir da compreensão dos caminhos nos quais as pessoas colaborativamente construíram o seu aprendizado.

Segundo Kumar [KUM 96], a Aprendizagem Colaborativa oferece um ambiente que enriquece e estimula o processo de aprendizado, já que a colaboração ajuda a sustentar o interesse dos alunos, aumentando a eficiência do aprendizado, através da apresentação de contextos sociais mais realistas.

Panitz [PAN 96] observa que a Aprendizagem Colaborativa não é somente uma técnica de sala-de-aula, é uma filosofia de aprendizado na qual os alunos organizam-se em grupos para discutir e avaliar questões ou problemas de forma pouco estruturada. Na Aprendizagem Colaborativa existe um compartilhamento de autoridade e responsabilidades em que as decisões e soluções são construídas através de consenso.

Koschman [KOS 96a] salienta que é fácil reconhecer a Aprendizagem Colaborativa, mas é difícil dar uma definição precisa. Diante disso, ele sugere duas definições. A primeira é que o aprendizado colaborativo é um processo re-educativo que ajuda os alunos a se tornarem membros de comunidades de conhecimento nas quais a propriedade comum é diferente da que eles têm nas suas comunidades originais. A segunda definição está no engajamento mútuo de participantes em um esforço coordenado para juntos resolverem um problema.

Embora existam muitas semelhanças entre a Aprendizagem Colaborativa e Aprendizagem Cooperativa, elas não são a mesma coisa. O conceito de Aprendizagem Colaborativa é um conceito mais amplo. Nele existe hierarquização no processo de colaboração, sendo mais focado no objetivo comum. O conceito de Aprendizagem Cooperativa apresenta-se como uma forma mais estruturada de Aprendizagem Colaborativa [MAH 95] [MAT 2000] e implica em uma série de estruturas e um maior grau de intervenção por parte do professor.

2.2.6 O Ambiente de Aprendizado Construtivista

No construtivismo os educadores tentam criar ambientes e situações em que os alunos possam ser capazes de construir seu conhecimento. Savery e Duffy [SAV 95] recomendam alguns princípios instrucionais para um ambiente construtivista:

- **Ancorar todo o aprendizado em atividades para uma grande tarefa ou problema.** O processo de aprendizado poderá estar dividido em diversas tarefas

e atividades; porém, os alunos devem perceber que todas estas atividades fazem parte de um problema maior.

- ❑ **Dar suporte para o engajamento do aluno na tarefa ou problema.** O aluno deve sentir-se dono ou parte do problema, pois ele aprenderá somente o que ele traçar como objetivo, independente dos objetivos de aprendizado previstos pelo professor.
- ❑ **Projetar uma tarefa autêntica.** O ambiente de aprendizado deve proporcionar ao aluno a participação em atividades com os mesmos desafios cognitivos que ele encontrará no ambiente para o qual está sendo treinado.
- ❑ **Projetar a tarefa e o ambiente de aprendizado refletindo a complexidade do ambiente em que eles devem estar habilitados para a interagir no fim do aprendizado.** Ao invés de simplificar o ambiente para facilitar o aprendizado, o aluno deve trabalhar em um ambiente complexo, visto que é muito importante para ele a percepção do contexto para o entendimento de qualquer conceito ou princípio.
- ❑ **Dar ao aluno a posse do processo usado para desenvolver a solução.** O aluno deve desenvolver, sem a interferência do professor, suas próprias habilidades e entendimentos para resolver o problema.
- ❑ **Projetar o ambiente de aprendizado para dar suporte ao pensamento dos alunos e ao mesmo tempo desafiá-lo.** O ambiente e o professor devem dar todo o suporte para o desenvolvimento das idéias sobre o problema; porém, este suporte não pode retirar os desafios do aluno em relação a suas idéias; pelo contrário, o objetivo principal é fazer do aluno um indivíduo capaz de resolver e pensar de forma eficiente sobre o domínio do problema.
- ❑ **Encorajar o teste de idéias contra visões e contextos alternativos.** A qualidade e a profundidade do entendimento só podem ser determinadas em um ambiente social onde podemos perceber se nossos pontos de vista podem acomodar os pontos de vistas dos outros e verificar se existem outros pontos de vista que podemos incorporar ao nosso entendimento.
- ❑ **Dar oportunidade para a reflexão sobre o aprendizado e o que é aprendido.** Os professores devem estimular os alunos a pensar de modo reflexivo sobre o processo de aprendizado, desenvolvendo nos alunos habilidades de auto-regulação.

Atualmente, estes ambientes ou situações para o aprendizado com orientação construtivista podem ser ou não apoiados em computador. Para projetar e desenvolver *softwares* instrucionais que objetivam criar estes tipos de ambientes, Jonassen e Murphy [JON 99] sugerem que estes contenham basicamente os cinco componentes descritos a seguir:

- ❑ **Área de Problemas-Projetos.** O ambiente deve disponibilizar uma área para apresentar um problema ou projeto que seja interessante e relevante para os alunos desenvolverem. Esta área é subdividida em contexto do problema, apresentação ou simulação do problema e espaço para manipulação do problema.

- ❑ **Casos relacionados.** O ambiente deve prover acesso a um conjunto de experiências relacionadas, para que o aluno possa minimizar a sua falta de experiência sobre o assunto.
- ❑ **Recursos de Informação.** Para iniciar o processo de investigação, os alunos necessitam de mais informações disponíveis no ambiente (textos, gráficos, etc.) sobre o fenômeno investigado.
- ❑ **Ferramentas Cognitivas.** Os alunos devem ter disponíveis algumas ferramentas que os ajudem no processo de organização de suas idéias para as atividades propostas durante o desenvolvimento do projeto ou problema. Estas ferramentas podem incluir organização semântica, modelagem dinâmica, construção de conhecimento, formulários e diagramas, recursos de conversação, etc.
- ❑ **Ferramentas para Conversação e Colaboração.** Os ambientes construtivistas devem utilizar toda a variedade de métodos de comunicação mediada por computador (*chats*, grupos de discussão, etc.) para dar suporte à colaboração entre os alunos.

2.2.7 O PBL como Ambiente de Aprendizado Construtivista

O PBL pode ser considerado um Ambiente de Aprendizado Construtivista, pois, assim como o construtivismo, enfatiza a importância do engajamento dos alunos nos problemas, que devem tomar uma atitude ativa no processo de aprendizado, colaborando com os outros, e adquirindo conhecimento [LIT 99].

No PBL, o confronto dos alunos com os problemas sobre os quais eles não possuem conhecimento, sugere uma adaptação na visão piagetiana, através da pesquisa e investigação. A influência do contexto sócio-cultural e a importância da interação com os outros, sugerida por Vygotsky, também é um fator importante no processo de resolução do problema e aquisição do conhecimento.

Savery e Duffy [SAV 95] concluem que o PBL, em sua forma clássica sugerida por Barrows, é a aplicação que mais se enquadra nos princípios instrucionais para um ambiente construtivista.

2.3 Características do PBL

No PBL os problemas são apresentados aos alunos de forma mal estruturada e em um contexto complexo, no qual eles ainda não possuem todo o conhecimento do assunto, devendo, para resolvê-los, pesquisar e buscar em diversas fontes o conteúdo de uma forma autodirecionada.

Devido ao grande sucesso de suas primeiras implementações nas escolas de Medicina, o PBL está se espalhando rapidamente por diversas outras áreas e sendo implantado em universidades no mundo inteiro [CAM 96]. Esta popularização leva, em alguns casos, à descaracterização da abordagem. Buscando esclarecer estas dúvidas, o *Problem-Based Learning Initiative (PBLI)*, um grupo de pesquisa da *Southern Illinois*

University [SOU 2002] capitaneado por Harrold Barrows, sugere as seguintes características como essenciais para o PBL:

- ❑ **Os alunos devem ter a responsabilidade pelo seu próprio aprendizado.** No PBL os alunos têm que ser capazes de identificar o que eles precisam aprender e que recursos eles irão utilizar para o seu aprendizado. Desta maneira, eles podem organizar o aprendizado para as suas necessidades individuais.
- ❑ **Os problemas simulados utilizados no PBL devem ser pouco estruturados e permitir a livre investigação.** Como nos problemas reais, os problemas no PBL têm que ser apresentados de forma pouco estruturada e com poucas informações, a fim de gerar diversas hipóteses sobre sua causa e possível solução. Estes problemas devem ser projetados de tal modo que possibilite aos alunos investigar, entrevistar, revisar os registros ou documentos a fim de obterem as informações necessárias para validar suas hipóteses.
- ❑ **O aprendizado deve ser integrado em uma ampla gama de disciplinas e assuntos.** No PBL as informações têm que integrar as diversas disciplinas ou assuntos relacionados ao entendimento do problema no qual os alunos estão trabalhando.
- ❑ **A colaboração é essencial.** Além da colaboração normal que há nos pequenos grupos propostos no PBL, os alunos devem ser encorajados a colaborar em seus estudos individuais. É a colaboração que lhes permite desenvolver a segurança necessária para serem responsáveis pelo seu próprio aprendizado.
- ❑ **O que os alunos aprendem durante seu aprendizado individual deve ser aplicado na resolução do problema através da discussão em grupo e da re-análise das idéias.** Ao retornar de seus estudos individuais, os alunos têm que aplicar, através de discussões, o que aprenderam. Esta discussão resulta na revisão das hipóteses formuladas antes dos estudos individuais e de possível proposição de novas hipóteses.
- ❑ **É essencial uma análise mais acurada sobre quais os conceitos e lições aprendidos no trabalho com o problema.** Antes de terminar seu trabalho com o problema, os alunos devem refletir sobre o que foi aprendido e determinar se falta algum elemento para o entendimento do mesmo. Os alunos também devem refletir se o seu aprendizado se relaciona com problemas anteriores e se este os qualifica para a resolução de problemas futuros.
- ❑ **A auto-avaliação e a avaliação de seus pares devem ser feitas na finalização do problema e no final de cada unidade curricular.** Os alunos devem estar aptos a avaliar o seu próprio progresso no aprendizado, bem como a avaliar seus pares. A habilidade de monitorar adequadamente o desempenho pessoal e de prover seus companheiros com um *feedback* adequado são habilidades importantes na vida pessoal e profissional.
- ❑ **As atividades utilizadas no PBL devem ser as mesmas utilizadas no mundo real.** No PBL os alunos devem utilizar no aprendizado, as mesmas atividades que os profissionais e especialistas utilizam em seu trabalho para resolver problemas reais.

- ❑ **As avaliações dos alunos devem medir o progresso deles segundo os objetivos do PBL.** Embora a auto-avaliação e a avaliação de seus pares sejam importantes, pode haver avaliações adicionais que necessariamente devem avaliar as habilidades de resolução de problemas, o auto-aprendizado e a aplicação de conhecimentos interdisciplinares na resolução do problema.
- ❑ **O PBL deve ser a base pedagógica no currículo e não sua parte didática.** O PBL não pode ser eventualmente adicionado ou misturado aos modelos tradicionais baseados na memorização e centralizados no professor. O conflito destas abordagens irá prejudicar a implementação do PBL.

O PBLI [SOU 2002] resume estes princípios dizendo que: “o PBL é um aprendizado centrado no aluno, baseado em problemas, baseado na investigação, integrado, colaborativo e reiterativo”.

Para entender melhor a abordagem PBL, é necessário compreender a estrutura do processo de aprendizado, o papel do professor na aplicação desta abordagem e o papel do aluno.

2.3.1 Processo de Aprendizado

No PBL, o processo de aprendizado e resolução do problema ocorre de forma interativa em pequenos grupos independentes. Primeiro apresenta-se aos alunos o problema, uma tarefa de pesquisa, um cenário ou uma requisição para um projeto em um campo sobre o qual eles têm pouco ou nenhum conhecimento. Então hipóteses são rascunhadas e analisadas através de um processo de investigação no qual se buscam novas informações em diversas fontes. Com a análise destas informações, as hipóteses são refinadas e podem surgir novas hipóteses, que também são refinadas e assim por diante.

Stepien, Senn e Stepien [STE 2000] sugerem uma seqüência de etapas durante o processo de aprendizado no PBL em que os estudantes visualizam o problema, investigam, constroem uma solução e, por último, revisam e reavaliam os conceitos e a resolução do problema.

Na etapa de **Visualização do Problema**, os alunos encaram o papel de indivíduos aptos a resolver o problema, visualizando uma situação na qual aparece um problema em um ambiente com certa complexidade, em que eles encontram poucas informações para resolver este problema.

A etapa de **Pesquisa e Investigação** se inicia logo após a **Visualização do Problema**. Barrows [BAR 85][DEL 97] e Stepien, Gallagher e Workman [LIT 99] sugerem modelos semelhantes para ajudar no ciclo de investigação. Nestes modelos os alunos organizam suas idéias em um quadro contendo várias colunas que são preenchidas uma a uma em seqüência. Os dois modelos seguem a mesma linha de raciocínio diferindo somente na utilização adicional da coluna Idéias por Barrows. Abaixo são mostradas as informações contidas em cada coluna do quadro:

- ❑ **Idéias ou Hipóteses.** Nesta coluna os alunos preenchem as possíveis soluções ou maneiras de resolver o problema;

- **Fatos ou O Que Sabemos.** Esta coluna direciona para a identificação do problema e análise de fatos observados. Para o seu preenchimento os alunos devem escrever o que eles observaram e quais informações que eles já têm conhecimento;
- **Pontos para Aprendizado ou O Que não Sabemos.** Conscientes dos fatos e das informações que já possuem, os alunos precisam identificar quais são as informações necessárias e que ainda não possuem;
- **Plano de Ação ou O que Devemos Fazer.** A partir da identificação das informações que eles precisam buscar, os alunos definem quais serão as fontes de informação a serem pesquisadas e como serão divididas as tarefas para a pesquisa.

Na etapa de **Construção da Solução** os alunos discutem a solução do problema listando, individualmente ou em grupo, ações e recomendações que podem ajudar na solução do problema [STE 2000]. Outro passo importante nesta etapa é a confecção de um produto final. Segundo Barrows [BAR 85], o produto final é o veículo para a avaliação das habilidades e do aprendizado do aluno. Este produto é realizado após o término de todas as discussões e pode ser apresentado em diversas formas (apresentação, carta, redação, etc.) dependendo dos objetivos do professor.

Na etapa de **Reavaliação e Metacognição** o professor ajuda os alunos a direcionar o foco para a metacognição e a revisar os aspectos mais importantes na resolução do problema. Outra característica importante nesta etapa, que acontece no final da unidade, é que o professor encoraja os alunos a avaliar seu desenvolvimento, o desenvolvimento dos companheiros e a qualidade do problema [DEL 97].

2.3.2 O Papel do Aluno no PBL

No PBL, os alunos exercem um papel mais ativo que nas abordagens tradicionais, assumindo a responsabilidade sobre o seu aprendizado e decidindo o que precisam aprender e como irão aprender. Este processo é incentivado pelo PBL, que oferece uma estrutura de aprendizado para facilitar a geração de idéias e a tomada de decisões pelos próprios alunos [DEL 97].

Outra grande mudança no papel do aluno, promovida pelo PBL, é a colaboração em grupo para o aprendizado. Nesse caso, os alunos devem entender e aceitar a responsabilidade de aprender em grupo, discutindo com os outros membros quando têm dúvida ou discordância, mantendo o processo de aprendizado dentro do grupo sem auxílio do tutor e avaliando constantemente a própria contribuição e a dos outros membros para o grupo [BAR 85]. Barrows argumenta que estas experiências e responsabilidades exercidas pelos alunos no PBL são muito importantes para sua futura carreira profissional.

2.3.3 O Papel do Professor no PBL

Para o PBL o aprendizado é o desenvolvimento das habilidades que resultem em um maior entendimento e retenção do conteúdo. Para isso é necessário que o professor tenha um papel diferente do visto no modelo tradicional. Embora o desenvolvimento do currículo continue sendo uma das principais funções do professor, a aplicação ocorre de uma forma totalmente diferente; nela os professores não são mais agentes centralizadores no processo de aprendizado [DEL 97]. No PBL, eles atuam como facilitadores, direcionando os grupos e questionando as hipóteses levantadas, sem interferir diretamente na aquisição do conhecimento [DUT 2001], tendo diferentes funções em cada fase do processo de aprendizado. Em um primeiro estágio, os professores desenvolvem o problema e os adaptam a um currículo; em seguida, eles aplicam este problema em sala de aula, atuando como tutores para os alunos durante a resolução e, por último, avaliam a performance dos alunos [DEL 97].

O primeiro passo para aplicação do PBL é a definição da abrangência que o PBL terá dentro do currículo, pois este pode ser aplicado em determinadas fases ou em todo o curso. Esta opção, apesar de muito utilizada, está em desacordo com uma premissa do PBLI [SOU 2002] que sugere sua utilização em todo o curso. Após a definição da abrangência, o professor deve organizar o currículo escolhendo problemas prontos, ou desenvolvendo novos problemas com vistas aos objetivos de aprendizado [STE 2000]. Caso opte pelo desenvolvimento de novos problemas, o professor deverá, então, revisar todos os materiais da disciplina buscando questões e informações que possam ajudar a desenvolver bons problemas [DEL 97].

O **Desenvolvimento do Problema** se inicia pela seleção do conteúdo e de habilidades que se pretende alcançar. Após esta seleção verifica-se a disponibilidade de recursos que possam ser utilizados para trabalhar o problema. Verificados os recursos disponíveis, o professor escreve o enunciado do problema e elabora uma pergunta motivadora. E, como último passo, determinam-se quais serão as estratégias utilizadas para a avaliação dos alunos. Os problemas devem ter pouca estrutura, assim como os problemas que encontramos no mundo real. [STE 2000]. Isso quer dizer que o problema deve ser difícil de ser totalmente entendido no primeiro contato e não pode ser descrito em uma simples fórmula. Além disso, o problema deve requerer uma análise cuidadosa na qual os dados muitas vezes podem ser incompletos ou conflitantes.

Após o desenvolvimento dos problemas e adequação do currículo, o professor inicia o processo de **Tutoria**, fazendo com que a turma comece a trabalhar em um problema e organizando a classe em pequenos grupos [STE 2000]. Durante este processo o professor assume o difícil papel de guiar sem liderar, de acompanhar sem direcionar, incentivando os alunos a se engajarem no problema, mostrando como eles devem estruturar suas idéias, segundo o PBL, estimulando a investigação e o auto-aprendizado e ajudando os alunos a refletirem sobre seu trabalho. O papel do professor não é expressar opiniões ou dar informações aos alunos, mas desafiar as idéias dos alunos através de questionamentos estimulando a metacognição [SAV 95], que deve estar presente em todo o processo de aprendizado [LIT 99].

Durante todo o processo de aprendizado do PBL, o professor deve monitorar, além da performance dos alunos na resolução do problema, a eficiência do problema proposto e o seu próprio sucesso no desenvolvimento e acompanhamento do problema.

A **Avaliação** dos alunos pode ser implementada de diversas maneiras, formal ou informalmente, iniciando no momento em que o problema é conhecido até a apresentação do produto final. Para avaliar os alunos o professor pode combinar os vários instrumentos de avaliação sugeridos no PBL. Conforme mencionado na seção 2.3.1, um dos principais instrumentos de avaliação é o produto final que implementa a etapa de construção da solução. Além do produto final o professor pode avaliar os alunos durante o processo de resolução, utilizando-se de um conjunto de critérios de avaliação (organizados em um quadro) contendo uma série de questões sobre cada passo do processo de aprendizado [STE 2000]. Outro importante instrumento de avaliação pode ser a análise da avaliação que os alunos fazem de seu grupo e de si mesmos. Adicionalmente, a cada passo do processo de aprendizado, o professor deve acompanhar de perto as habilidades e o aprendizado dos alunos [DEL 97].

2.4 Problem-Stimulated PBL

Bridges [BRI 92] sugere uma derivação do PBL chamada de *Problem-Stimulated PBL* (PS PBL) que é utilizado na Escola de Educação da *Stanford University*. Neste modelo, diferindo um pouco da idéia original do PBL, o processo de aprendizado é estimulado mostrando aos alunos seus objetivos de aprendizado e designando diferentes papéis para os membros do grupo. No PS PBL os estudantes recebem os seguintes itens:

- O problema;
- Uma lista de objetivos do que se espera que os alunos alcancem enquanto trabalham no problema;
- Uma lista de referências básicas que abordam o assunto;
- Questões que enfocam importantes conceitos e aplicações da base de conhecimento;

Os estudantes trabalham em times para desenvolver um projeto, que tem como objetivo resolver um problema visando alcançar determinados objetivos de aprendizado. Cada estudante tem um papel particular no grupo (líder, facilitador, relator, ou membro comum). O tempo é definido pelo professor para cada projeto, e o time se organiza e decide como usar o tempo disponível. A avaliação dos alunos é feita pelo professor, por outros membros, com questionários de auto-avaliação e outros métodos de avaliação.

2.5 Considerações finais sobre o PBL

De acordo com as informações analisadas neste capítulo, pode-se notar que a abordagem PBL, com mais de trinta anos de aplicação, já está bastante amadurecida. Seu processo de aprendizado está muito bem estruturado e documentado, tendo sido aplicado em inúmeras instituições de ensino em diversas áreas do conhecimento.

Verifica-se que as idéias de John Dewey podem ser consideradas a semente desta abordagem que tem suas bases nas teorias construtivistas. O PBL nas palavras de Savery e Duffy [SAV 95] é um excelente exemplo de ambiente de aprendizado construtivista, onde o aprendizado ocorrerá necessariamente de forma colaborativa. Portanto, qualquer ferramenta que vise apoiar sua aplicação será necessariamente uma ferramenta construtivista.

Apesar de estar bem estruturada, a abordagem PBL não fornece elementos que indiquem como aproveitar experiências reais do domínio para o qual os alunos estão sendo preparados e como buscar o conhecimento em nossas experiências anteriores para resolver os problemas propostos [KOL 96a].

Estes elementos podem ser fornecidos pela abordagem CBR (*Case-Based Reasoning*), utilizada na IA (Inteligência Artificial). No próximo capítulo, esta abordagem será descrita com maiores detalhes, entre os quais poderá ser observado como o modelo cognitivo proposto por esta abordagem é muito bem aplicado para o aprendizado e em especial para o PBL. Adicionalmente será abordada sua aplicação para o domínio de Redes de Computadores, demonstrando as funcionalidades do sistema DUMBO [MEL 99].

A convergência destas abordagens e a existência de um *software* CBR no domínio de Redes de Computadores (sistema DUMBO), pronto para ser utilizado para implementar esta convergência, são a base para o trabalho proposto.

3 *Case-Based Reasoning* – CBR

O Raciocínio Baseado em Casos (RBC), em inglês *Case-Based Reasoning* (CBR), foi desenvolvido como um modelo para criar sistemas inteligentes que pudessem raciocinar a partir de experiências anteriores [KOL 2000].

Os conceitos sobre o CBR se iniciaram nos estudos sobre o processamento da linguagem natural por Schank e Abelson, que no final da década de setenta desenvolveram o conceito de *scripts* [RIE 89]. Anos mais tarde, Schank aperfeiçoou a idéia desenvolvendo os conceitos sobre a memória dinâmica e o papel central da lembrança de situações anteriores [AAM 94]. A psicologia e a filosofia também contribuíram para o desenvolvimento do CBR através das teorias da formação conceitual, resolução de problemas, aprendizado baseado na experiência e através das pesquisas do raciocínio analógico [LEA 96].

Segundo Riesbeck e Schank [RIE 89] o CBR é a essência do funcionamento do raciocínio humano, uma vez que as pessoas raciocinam usando suas próprias experiências ou a de outros, utilizando-as para saber como resolver determinadas situações. Para ele o conhecimento individual é uma coleção de experiências do indivíduo ou de outras pessoas com quem ele interagiu.

No CBR, um caso é uma memória armazenada que consiste em um problema e sua solução. Um caso individual é uma instância de um episódio generalizado, junto com outros casos similares. As generalizações dos episódios funcionam assim como as classes na Orientação a Objetos (OO), formando uma hierarquia de heranças [LEA 96].

Riesbeck e Schank [RIE 89] indicam algumas vantagens do CBR sobre os sistemas baseados em regras ou padrões, utilizados na IA. Segundo eles, a desvantagem do sistema de regras está em que ele não é capaz de reorganizar o que o especialista já sabe, servindo somente para analisar novas experiências. Eles salientam que, além disso, somente o caso pode conter todos os detalhes para analisar e resolver novos problemas.

Uma característica importante abordada no CBR é a indexação de casos. A indexação dos casos é importante principalmente para o seu armazenamento e recuperação. Cada caso é composto por uma série de índices que servem de guia para o processo de procura e recuperação de outros casos, visando ajudar na resolução do mesmo. A indexação permite uma procura linear através de toda a biblioteca de casos, que muitas vezes pode conter centenas de casos.

Riesbeck e Schank [RIE 89] ainda argumentam que, em nosso processo de raciocínio, recuperamos um caso anterior de nossa memória, determinamos sua relevância, e decidimos o que fazer baseados nas informações deste caso. Este é exatamente o processo que se tenta fazer em sistemas CBR, nos quais um problema é resolvido adaptando soluções que foram usadas para resolver problemas anteriores.

Nesta abordagem, quando o sistema resolve um caso, ele ganha mais experiência incorporando este novo caso a sua biblioteca. Quando a recuperação acha um caso com características semelhantes, o sistema, através de algumas regras e

técnicas abordadas no CBR, adapta uma solução que se assemelhe ao caso corrente [AAM 94].

3.1 Aplicações do CBR para o domínio Redes de Computadores

Existem diversos sistemas que utilizam a abordagem CBR para o domínio de Redes de Computadores. Podemos destacar entre eles os sistemas ExSim e CRITTER, descritos por Melchior [MEL 99] em seu trabalho no desenvolvimento do sistema DUMBO.

O *ExSim Prototype* é um sistema utilizado para ajudar no gerenciamento de redes com enfoque no roteamento. Ele utiliza um programa que simula uma WAN a ser gerenciada. Seu módulo de raciocínio baseado na abordagem CBR procura detectar gargalos classificando os estados da rede e comparando-os com estados de problemas anteriores contidos em sua biblioteca de casos [MEL 99].

O sistema CRITTER é um componente para a resolução de problemas, adicionado ao sistema de gerenciamento de falhas *AR System* (ferramenta integrada a plataforma SPECTRUM), que utiliza a abordagem CBR [MEL 99]. Atualmente a plataforma SPECTRUM disponibiliza o SPECTRO RX (uma versão comercial e evolução do sistema CRITTER), que além da aplicação original do sistema CRITTER, pode também ser utilizado em *help desks*, em *call-tracking systems* e integrado a outras ferramentas de registro de problemas [APR 2002].

Baseado nas contribuições colhidas na análise destes sistemas, além do sistema NETTRAC utilizado especificamente no domínio de Telecomunicações, Melchior [MEL 99] desenvolveu um protótipo de sistema CBR para o diagnóstico de falhas em redes, o sistema DUMBO.

3.1.1 DUMBO

O DUMBO (**D**escobrir **s**oluções **M**anipulando uma **B**ase de **O**corrências) é um sistema de gerenciamento de problemas utilizado para diagnosticar problemas em redes de computadores [MEL 99].

Este *software* foi desenvolvido após a constatação de que a crescente complexidade das tecnologias tem dificultado o diagnóstico de problemas em Redes de Computadores. Para resolver este problema, Melchior optou por desenvolver um sistema, utilizando a abordagem CBR sobre a arquitetura tradicional dos Sistemas de Registros de Problemas (*Trouble Ticketing System - TTS*).

Segundo Melchior [MEL 99], o sistema DUMBO é um sistema CBR orientado para o diagnóstico de redes TCP/IP, desenvolvido sobre uma arquitetura TTS existente, chamada CINEMA TTS. O DUMBO utiliza casos que foram alimentados mediante entrevistas com peritos, casos do NOC (*Network Operation Center*) do POP/RS (Ponto de Presença da Rede Nacional de Pesquisas no RS) armazenados no CINEMA TTS, manuais de dispositivos de redes, referências teóricas sobre redes, etc.

No DUMBO, cada caso corresponde a um registro de problema do CINEMA e é composto de duas partes principais: a descrição dos aspectos importantes do problema composta por sua vez, pelas informações de abertura do registro de problemas, pelas características hierárquicas e características específicas; a solução constituída pelas informações das ações tomadas e a resolução do problema.

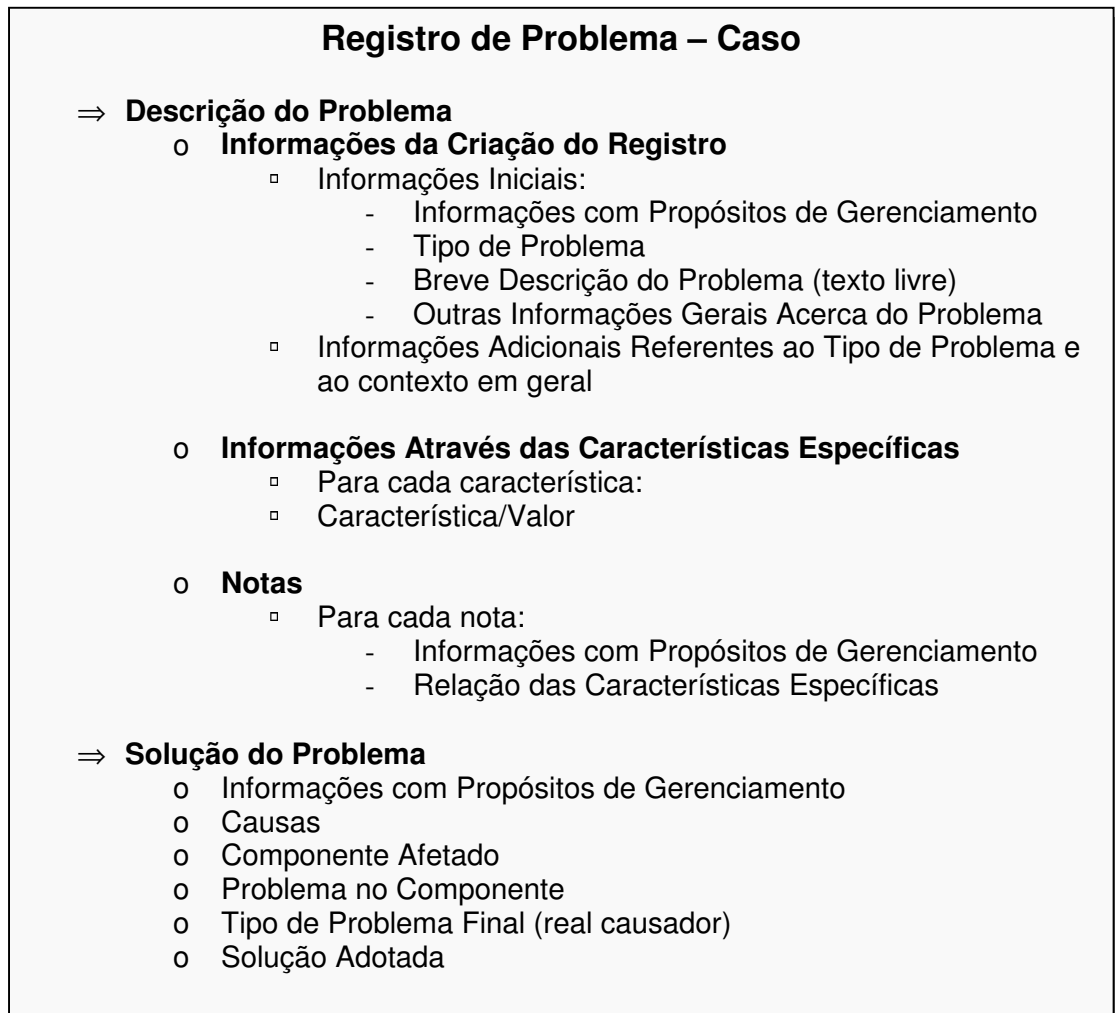


FIGURA 3.1 - Componentes. de um Caso

As informações sobre o caso são modeladas através das **características dos tipos de problemas** e são combinadas com as **prováveis características de tipos de problemas**, em que uma característica é um atributo usado para descrever algumas particularidades do problema, e uma provável característica é utilizada para identificar categorias de problemas relacionadas ao caso.

Os casos foram classificados em diferentes categorias não-exclusivas que formam uma árvore hierárquica de tipos de problemas e podem pertencer a mais de uma categoria simultaneamente. Cada categoria pode possuir várias subcategorias e a árvore de classificação é composta por um conjunto de atributos que identificam os sintomas mais alguma informação contextual, que são utilizados no processo de diagnóstico. Algumas categorias possuem subcategorias que podem expressar características diferentes. As características podem ter diferentes importâncias para cada subcategoria. Estas informações estão modeladas em uma hierarquia de características, que fazem

parte da biblioteca de casos do DUMBO e serão utilizadas no processo de raciocínio. Existem também as características específicas que têm sua importância identificada no processo de refino e melhoram o conhecimento do sistema por não serem predeterminadas.

A arquitetura do DUMBO utiliza as funções do CINEMA TTS e adiciona procedimentos necessários para o CBR nas etapas de criação, encerramento, e adição de notas aos registros (*tickets*). O processo de raciocínio usa informações da base de conhecimento, incluindo os casos e o conhecimento geral do domínio.

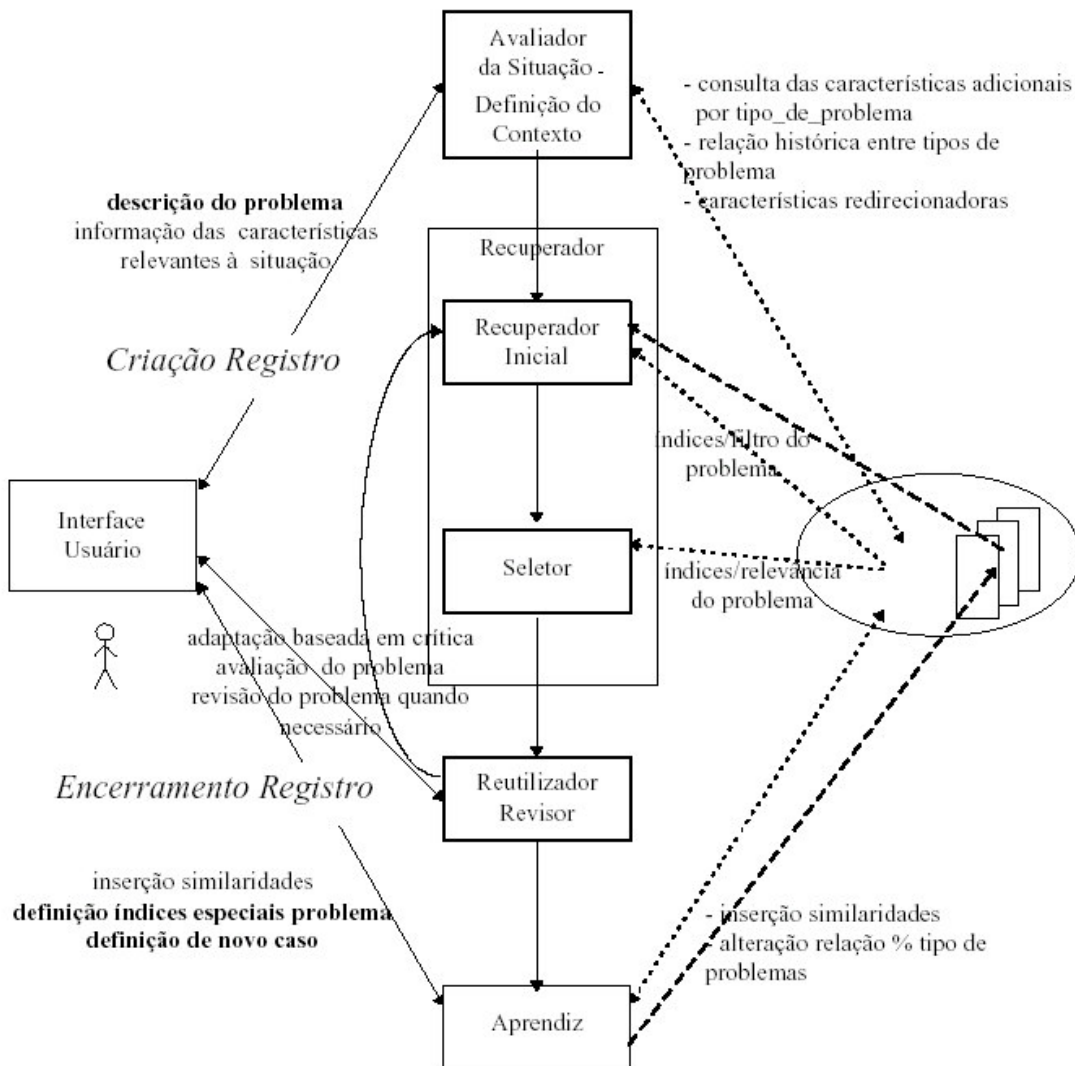


FIGURA 3.2 - Estrutura do Sistema DUMBO

O ciclo de raciocínio no DUMBO se inicia com o módulo de definição de contexto que obtém as primeiras informações sobre o problema criando imediatamente um registro. Em seguida, o módulo de procura traz alguns casos que casam com as informações fornecidas. Estes casos podem ser visualizados ou o usuário poderá iniciar um processo de refino através da resposta de algumas características específicas. Então, o processo de recuperação será reiniciado com estas novas informações. Uma vez selecionados os casos que mais se aplicam ao problema atual, o usuário pode requerer

novamente um processo de refino, que utilizará as características específicas, a partir dos casos selecionados, podendo recuperar outros casos.

Nos casos em que o sistema não é capaz de propor um conjunto de casos aproveitáveis, o módulo de aprendizado é executado aprendendo e incluindo-os na base de conhecimento no ato do encerramento do problema. Nesses casos, o sistema solicitará também, além das informações sobre encerramento de um registro de problema (tais como causas, solução, autor, data, tipo de problema real, etc.), a confirmação das características adicionais já respondidas e a inclusão de novas características que possam auxiliar no diagnóstico de problemas similares.

O Sistema DUMBO utiliza a interface WWW para a interação com usuário. A utilização do sistema se inicia com a validação do usuário prosseguindo com a apresentação de um menu para a manipulação e consulta do registro de problemas.

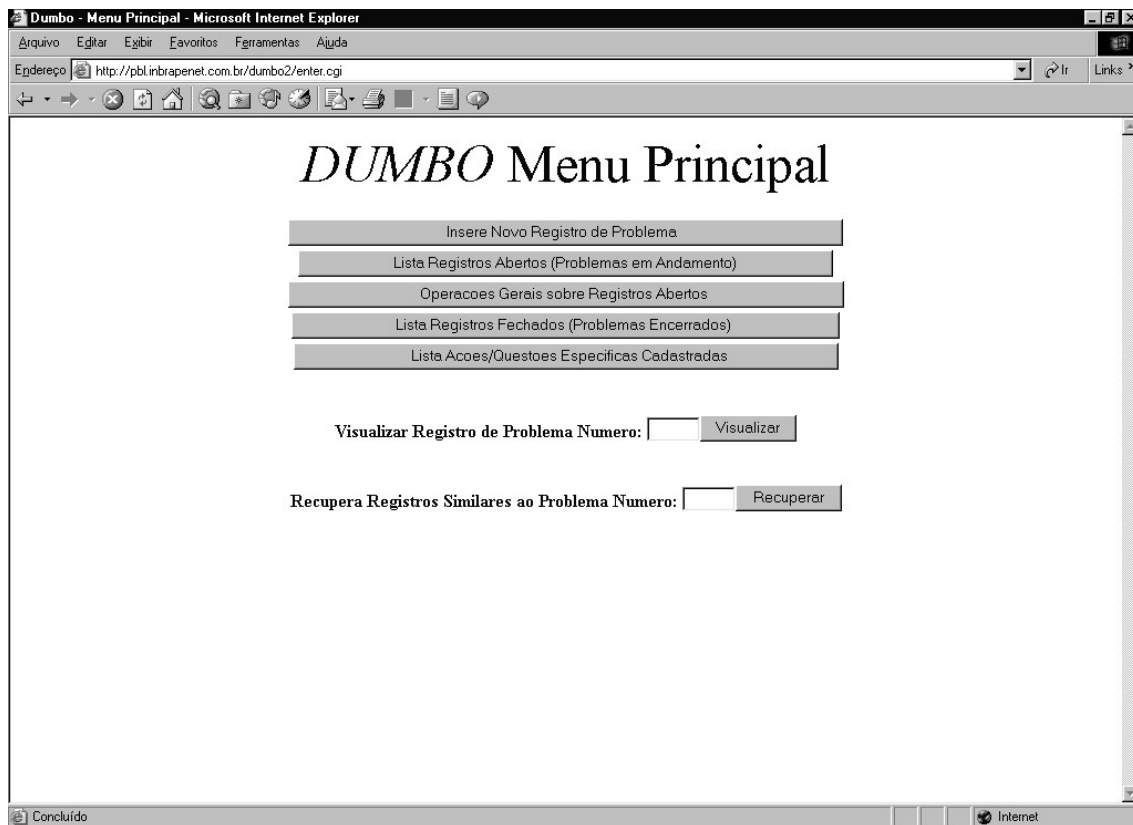


FIGURA 3.3 - Menu do Sistema DUMBO

O processo de criação do registro do problema se inicia com a digitação das informações iniciais, entre as quais o provável tipo de problema. A partir do tipo de problema informado o sistema irá mostrar uma nova tela com perguntas específicas para o tipo escolhido, prosseguindo com novas telas montadas de acordo com as respostas, passando pelo processo de refino e terminando com o encerramento do caso.

DUMBO Criação de Registro

Informe os dados abaixo sobre o problema:

Prioridade: média

Reclamante
 Nome: Renato Dutra Telefone:
 E-mail: rdutra@inbrape.com.br Instituição: INBRAPE

Responsável
 Nome: Renato Dutra Telefone: 336-2200 Notificações para (e-mail):
 fabricao@penta.ufrgs.br
 marcelo@inbrape.com.br
 r4cnr@pobox.udesc.br
 rdutra@inbrape.com.br

Tipo de Problema
 Conectividade - Generico

Breve Descrição do Problema:
 Servidor não responde

Mensagem de erro do sistema/aplicacao:
 Can't connect server

Rede/equipamentos/serviços envolvidos no problema
 recém configurados/nunca funcionaram corretamente

Concluído

FIGURA 3.4 - Tela do início da criação de um registro no DUMBO

Uma importante funcionalidade do sistema é a possibilidade do usuário ir refinando o problema de forma assíncrona. Após o registro das informações iniciais, o usuário pode interromper o processo e mais tarde, através do número do problema, continuar o registro e o diagnóstico do problema.

3.2 Aplicações do CBR para o Aprendizado

A abordagem CBR pode ser utilizada como uma teoria de aprendizado, pois ela tem muito em comum com a abordagem construtivista. Ambas argumentam que o conhecimento é construído ativamente pelo indivíduo através da experiência, indicando a criação de ambientes de aprendizagem que facilitem atividades práticas para construção ativa do conhecimento [KOL 2000].

Em suas considerações sobre os *scripts*, Schank analisa que é impossível um ser humano possuir *scripts* que se encaixem exatamente em cada situação, forçando-os a cada nova situação encontrar *scripts* anteriores similares que possam ser utilizados com pequenas adaptações [RIE 89]. Este processo se assemelha ao conceito de Acomodação, descrito por Piaget, no desenvolvimento do conhecimento das crianças, conceito no qual estes *scripts* poderiam ser comparados aos “esquemas de assimilação”.

Apesar das semelhanças entre o CBR e o construtivismo, Kolodner e Guzdial [KOL 2000] salientam que o CBR pode ir além, e com base em seu modelo cognitivo sobre o modo de como deve ocorrer o aprendizado, fazer várias sugestões da maneira como melhor podemos assimilar nossas novas experiências, e sobre quais reflexões são

mais interessantes para a reutilização destas experiências na resolução de novos problemas. Estas sugestões têm estimulado duas formas de suporte ao aprendizado [KOL 2000]:

- **Suporte para a reflexão.** O suporte do CBR para reflexão leva os alunos a pensar nos tipos de problemas que encontram, nos tipos de solução que construíram e em futuras situações nas quais estas soluções podem ser utilizadas novamente.
- **Bibliotecas de Casos.** As bibliotecas de casos são consideradas a principal influência do CBR nas ferramentas de aprendizado. Elas oferecem a oportunidade de compartilhar e aprender a partir da experiência de outros.

O CBR atualmente tem um grande número de ferramentas e uma extensa gama de trabalhos publicados. Apesar de seu modelo cognitivo sugerir uma sólida aplicação para o aprendizado, existem atualmente poucas aplicações educacionais baseadas nestes conceitos. Entre as mais relevantes podemos destacar o *Learning By Design* [KOL 2000] e *Goal-Based Scenarios* [SCH 92][SCH 96].

3.2.1 *Learning By Design*

O *Learning by Design* (LBD) utiliza o modelo cognitivo descrito no CBR e nas abordagens construtivistas para promover o aprendizado [KOL 2000]. O currículo LBD possibilita aos alunos encontrar desafios que proporcionem oportunidades para o engajamento e aprendizado das habilidades cognitivas, sociais, práticas e de comunicação.

O processo de aprendizado do LBD é bastante semelhante ao do PBL [KOL 2000]. A diferença está principalmente na ênfase do modelo cognitivo do CBR utilizado no LBD, direcionando o processo de aprendizado para que os alunos aprendam os casos, assim como um sistema CBR.

Segundo Kolodner e Guzdial [KOL 2000], no LBD, os alunos são expostos a um desafio e precisam projetar uma solução aplicando os conhecimentos da ciência que estão aprendendo, através da pesquisa em casos relacionados e de outros recursos para o aprendizado. Nesse processo eles experimentam as soluções projetadas e se engajam em atividades reflexivas que os ajudam a fazer as conexões entre os objetivos, os planos e os resultados de suas experiências. Então eles articulam suas experiências com seus companheiros, explicitando o conhecimento da ciência que aplicaram.

Para proporcionar este processo, o ambiente de aprendizado do LBD disponibiliza aos alunos: bibliotecas de casos; blocos de anotações; atividades em classe para que os alunos compartilhem suas experiências e verifiquem suas carências de aprendizado; ferramentas que os ajudem a explicar suas decisões, das quais eles possam extrair e articular o conteúdo; ferramentas que os ajudem a ler outros casos de especialistas; e, por fim, um guia do professor para direcionar discussões reflexivas que possam ajudar os alunos a transformarem suas experiências em casos [KOL 2000].

Este processo, segundo Kolodner e Guzdial [KOL 2000], proporciona aos alunos a motivação que os leva a aprender, a oportunidade para experimentar os usos da ciência e a possibilidade para testar suas concepções descobrindo erros e lacunas no seu

conhecimento. Adicionalmente o processo de aprendizado do LBD ajuda-os a tornar suas experiências em casos articulados e bem indexados em suas próprias memórias para que eles possam utiliza-los mais tarde quando precisarem, seguindo o modelo descrito no CBR.

3.2.2 *Goal-Based Scenarios*

Para Schank [SCH 92] as metas são a base do processo de pensamento humano e a motivação é a chave para o aprendizado. As pessoas aprendem quando estão motivadas para alcançar alguma meta, levando a conclusão de que o aprendizado para ser eficiente deve ser baseado em metas.

Com esse objetivo ele propõe o *Goal-Based Scenarios* (GBS) [SCH 92], ou aprendizado baseado em metas. Esta abordagem baseada no modelo cognitivo proposto no CBR permite aos alunos perseguir metas bem definidas estimulando o aprendizado de casos e habilidades.

Neste processo o aluno aprende através da prática, pois para Schank o aprendizado prático auxilia na incorporação de novos casos em nossa memória, possibilitando a detecção das nuances de cada caso. Em sua concepção o aprendizado é a acumulação e indexação de casos, e o pensamento é o processo de achar e analisar um caso antigo para se usar em uma tomada de decisão sobre um novo caso.

No GBS, a definição do currículo se inicia com a identificação das habilidades que são importantes e devem ser aprendidas pelos alunos, e a partir daí colocá-las juntas em uma situação natural para constituírem cenários baseados em metas que sirvam como contexto e motivação para o aprendizado.

Nesse contexto o aluno assume um ou mais papéis dentro deste cenário. O cenário pode ser um caso ou uma história, real ou simulado, e o aluno para alcançar a meta, pode trabalhar individualmente ou em grupo. Estes cenários podem consumir o tempo que o projetista (professor) achar necessário, e podem ser construídos em *software* ou totalmente baseados em papel.

Um aspecto importante destes cenários é a biblioteca de casos, porque quando o aluno tem dificuldades em atingir um objetivo menor no caminho para a meta do cenário, ele pode ser auxiliado com a apresentação de um caso relacionado. Estas bibliotecas são compostas por casos independentes do domínio do cenário e de casos relacionados a este domínio.

O papel do professor no GBS é apresentar problemas interessantes e disponibilizar ferramentas para resolvê-los, quando for solicitado pelos alunos. Ele deve ser um expositor de conhecimento, aconselhando e respondendo a questões dos alunos, visto que o aprendizado prático sugerido no GBS supõe formular e testar hipóteses, e o professor deve acompanhar este processo motivando os alunos a tentar novamente, no caso de alguma falha.

O GBS, além das habilidades planejadas para o aprendizado dos alunos, capacita-os nos processos de comunicação, relações humanas e raciocínio, considerados

por Schank condição *sine qua non* na educação. Schank [SCH 96] conclui que no GBS se aprendem habilidades, casos, e estratégias de participação nos vários processos contidos em um cenário.

3.2.3 *Problem-Based Learning* em conjunto com o *Case-Based Reasoning*

Assim como o LBD e o GBS, que estão baseados no CBR, o PBL é uma abordagem em que o aluno aprende construindo seu conhecimento através de desafios, porém sem conhecimento prévio. O PBL e o CBR possuem muitas características em comum já que ambos apontam para um modo construtivista na educação, extraindo conhecimento das experiências de alguém. Ambas abordagens focam em aspectos diferentes mais complementares das experiências na resolução de problemas [KOL 96a].

Uma das principais contribuições do CBR para o aprendizado e para o PBL é a utilização de bibliotecas de casos como ferramenta para ajudar os alunos a manter o foco na resolução de problemas [KOL 2000][KOL 96a]. O CBR também fornece ao PBL sugestões de problemas, com todas as características e complexidades típicas do mundo real [KOL 96a][DUT 2001].

No PBL a reflexão é um aspecto muito importante. Nela os alunos, após resolverem problemas, refletem sobre o que aprenderam, utilizando o caso como um veículo de aprendizado e como uma experiência para ser utilizada na resolução de futuros problemas [BAR 85][KOL 96a]. O CBR adiciona especificidade nesse processo, mostrando aos alunos os requisitos para analisar a qualidade do caso, ajudando-os a analisar as diversas situações nas quais aquele caso pode ser utilizado no futuro [KOL 96a].

Os problemas no PBL devem ser propositadamente complexos, mal-estruturados e inconclusivos [BAR 85] [STE 2000]. O CBR, baseado na premissa de que a falha é um poderoso motivador do aprendizado e de que o *feedback* é importante para o aprendizado [SCH 92][KOL 96a], acrescenta que um problema bom é aquele em que os alunos podem ter algum *feedback*, que lhes permita identificar lacunas em seu aprendizado, uma vez que há muito que aprender, mesmo em situações nas quais os problemas não são resolvidos corretamente [KOL 96a].

3.3 Considerações finais sobre o CBR

Através deste capítulo constatou-se que a abordagem CBR, inicialmente pesquisada no desenvolvimento de sistemas para diagnóstico e resolução de problemas, traz diversas contribuições para abordagens de ensino construtivistas, em especial o PBL. A utilização das bibliotecas de casos como ferramenta de pesquisa e a sugestão de problemas para o PBL, a partir de casos reais, estão entre estas principais contribuições.

Com o objetivo de utilizar o PBL especificamente para o ensino de Redes de Computadores e com base nas contribuições do CBR, conclui-se que o sistema DUMBO, desenvolvido especificamente para o diagnóstico de problemas de Redes de

Computadores, é uma excelente ferramenta para se utilizar de forma integrada com um sistema de suporte ao PBL.

No intuito de promover esta integração, é preciso analisar as características necessárias para o suporte ao PBL, discutir as contribuições do CSCL e da EAD e comparar as ferramentas atualmente utilizadas no apoio ao processo de aprendizado da abordagem PBL, visando identificar recursos importantes para a nova ferramenta a ser desenvolvida. Todas estas características, contribuições e ferramentas são abordadas com mais profundidade no próximo capítulo.

4 Suporte por Computador ao PBL

O PBL na maioria das vezes, tem sido utilizado em salas de aula presenciais sem a utilização do computador. Nesses casos, para guiar o aluno através do processo de aprendizado baseado em problemas, são utilizados esquemas e formulários em papel, quadros brancos, sem o suporte do computador [DEL 97]. Porém com a crescente utilização da informática na educação, surgem novas experiências do uso do PBL com o suporte do computador.

Atualmente existem poucas ferramentas projetadas exclusivamente como ambientes de aprendizado para o PBL, geralmente direcionadas para a aplicação em um domínio específico dentro de determinadas instituições [DUT 2001]. Devido ao caráter colaborativo do PBL, uma outra alternativa tem sido a utilização de ferramentas de *Computer-Supported Collaborative Learning*.

4.1 *Computer Supported Collaborative Learning*

O *Computer-Supported Collaborative Learning* (CSCL), ou Aprendizado Colaborativo Apoiado pelo Computador, pode, segundo Kumar [KUM 96], ser considerado um superconjunto do *Computer-Supported Cooperative Work* (CSCW), que tem como objetivo disponibilizar recursos para realizar um trabalho cooperativo. O CSCL cresceu além deste escopo, oferecendo controles adicionais para o aprendizado colaborativo em uma forma mais ativa.

Segundo Koschman [KOS 96a], o CSCL é um paradigma relativamente novo no uso da tecnologia na educação, que se junta a outros paradigmas conhecidos tais como o *Computer Aided Instruction* (CAI), os Sistemas Tutores Inteligentes, e o *Logo-as-Latin** [KOS 97]. Apesar das diferenças entre os três paradigmas anteriores, todos os três vêm do ensino e o aprendizado como problemas psicológicos (comportamentalista ou cognitivista), e como tais são analisados através de métodos tradicionais da experimentação psicológica. Koschman salienta que o CSCL, por outro lado, tem uma visão mais voltada para aspectos sociais do ensino e do aprendizado, influenciado principalmente por alguns movimentos socialmente orientados da educação (em oposição aos psicologicamente orientados), tais como o sócio-construtivismo, as teorias sócio-culturais soviéticas e a teoria da cognição compartilhada.

O CSCL disponibiliza um ambiente colaborativo visando o aprendizado que, dependendo do tipo das tarefas colaborativas propostas, pode ser usado para aprendizado de conceitos, projetos ou resolução de problemas [KUM 96].

Um ambiente CSCL se concentra no refino e na integração do processo de aprendizado e do conhecimento dos alunos através da colaboração. Comparado com outros paradigmas o CSCL promove o aprendizado em contextos relativamente reais, cognitivamente motivantes e socialmente ricos [KUM 96]. O suporte para o

* Denominação atribuída por Koschmann [KOS 97] para as idéias revisadas de Papert sobre a informática na educação descritas no livro "*The Children's Machine*".

aprendizado colaborativo nos ambientes CSCL é descrito basicamente em três categorias [KOL 96b]:

- **Interface.** A interface no CSCL deve ser projetada para o aprendizado colaborativo, uma vez que as interfaces para aprendizes requerem estruturas específicas para principiantes, que precisam de auxílio para serem bem sucedidos e de flexibilidade para com os diversos níveis de interesses.
- **Representações do conhecimento.** As representações do conhecimento são importantes para a visualização de informações e para os alunos construírem e discutirem seu conhecimento. A utilização de diversas representações do conhecimento servem para demonstrar conceitos com maior abrangência e flexibilidade [FEL 96]. Para Kolodner muitas representações podem ser de difícil entendimento, mas poucas irão oferecer oportunidades reduzidas para discussão.
- **Função e objetivos do ambiente.** O *software* CSCL tem como função suportar diversos recursos necessários para o trabalho colaborativo, entre os quais se destacam: promover a investigação; facilitar a construção do conhecimento; armazenar os registros da colaboração; possibilitar a comunicação entre comunidades distantes; promover a reflexão através da colaboração; e dar suporte ao professor para o planejamento e implementação de atividades colaborativas.

4.2 O CSCL e a Educação a Distância

A Educação a Distância (EAD) iniciada no século XIX, através do ensino por correspondência, tem sido diretamente influenciada pela evolução dos meios de comunicação (rádio, televisão, etc.), tendo um grande impulso com o surgimento de novas formas de comunicação apoiada nas telecomunicações tais como a Internet e a videoconferência [DUT 2001].

Atualmente a EAD é definida como a disponibilização de instruções com recursos tecnológicos a um determinado grupo em que professor e alunos podem estar ou não separados pela distância e pelo tempo [TAR 99]. Esta definição não exclui os outros meios tradicionais, que podem ser utilizados em conjunto com a tecnologia. Instituições como a *Open University* no Reino Unido, que possui mais de 200.000 alunos, caracterizam-se pela flexibilidade nos meios de disponibilização dos cursos, utilizando a correspondência, rádio, televisão, Internet, etc.

No Brasil surgiram diversas iniciativas na EAD. Entre elas podemos citar a UNIREDE, UFSC, UVB, UNIVIR [DUT 2001]. Com exceção da UFSC, que utiliza a videoconferência como meio principal, todas as outras utilizam majoritariamente a Internet. Esta predominância da Internet na EAD é uma tendência mundial que está se consolidando principalmente pelo principal recurso que a Internet oferece, a interatividade a baixo custo.

Moore [MOO 96] argumenta que a interatividade é um elemento crucial na educação a distância que, entretanto sempre foi uma deficiência nas primeiras formas de sua aplicação (correspondência, rádio, televisão, etc.) [DUT 2001]. Esta interatividade pode, segundo Moore [MOO 96], ser organizada em três tipos: A interação do aprendiz com o conteúdo, a interação do aprendiz com o professor e a interação do aprendiz com

outros aprendizes. Esta última forma de interação é relativamente nova na EAD e fundamenta-se principalmente na autonomia do aprendiz e no aprendizado colaborativo. Neste ponto é que os fundamentos da EAD e do CSCL convergem, indicando uma especialização do CSCL, o CSCdistanceL ou “*CSCL at Distance*” [FJU 95].

Segundo Fjuk [FJU 95], no aprendizado colaborativo à distância, deve ser levado em consideração que, diferentemente da maioria das aplicações CSCL, nesta modalidade os alunos não possuem contato presencial. Isso dificulta o entrosamento e o comprometimento do grupo, fazendo com que o *software* CSCdistanceL seja o fator principal na criação de uma comunidade de aprendizado. Outra característica importante desta abordagem é a predominância da escrita e o do diálogo assíncrono na cooperação.

4.3 Características necessárias a Ferramentas de suporte ao PBL

Muitas ferramentas de CSCL podem ser utilizadas para o suporte ao PBL, mas para que uma ferramenta atue como um ambiente de aprendizado eficiente, segundo as premissas do PBL, é importante que ela possua, além dos recursos normalmente disponibilizados no CSCL, características e funções específicas da abordagem PBL.

O PBL é uma abordagem construtivista. Isso indica que um ambiente de aprendizado PBL deve permitir que o aluno construa seu conhecimento de forma individual e colaborativa, através da busca de novas informações motivada pela interação com o objeto (problema). Adicionalmente, este ambiente deve dar suporte a todas as etapas do processo de aprendizado do PBL e às funções exercidas pelo professor.

4.4 Ferramentas de Suporte ao PBL

É importante notar que a maioria das experiências no PBL com o suporte do computador não utilizam um ambiente desenvolvido exclusivamente para ele. Estas experiências compreendem a utilização da multimídia ou outros aplicativos para a apresentação dos problemas [KOS 96b], a utilização da Internet como ferramenta de pesquisa [STE 2000], a utilização da Internet como ferramenta de comunicação entre os alunos [LIT 99] e o uso de outras ferramentas que ajudam no processo de colaboração.

Diversas ferramentas foram pesquisadas, entre ferramentas CSCL e específicas para o PBL. As ferramentas descritas neste trabalho foram as que mais se adequaram à aplicação da abordagem PBL.

4.4.1 BELVEDERE

O Belvedere é um *software* multiusuário que permite aos alunos, através de um sistema de símbolos, expressar logicamente o relacionamento entre suas proposições. Este projeto foi iniciado no *Learning Research and Development Center* (LRDC) na *University of Pittsburgh*, em 1992 [SUT 98] e atualmente está sediado no *Laboratory for Interactive Learning Technologies* na *University of Haway* [LIL 2002].

A idéia do projeto é apoiar o aprendizado de ciências na escola, oferecendo aos alunos o entendimento de questões científicas através de uma argumentação colaborativa. Através deste processo, os estudantes podem entender como uma comunidade de cientistas trabalha em um determinado problema e podem desenvolver habilidades e idéias que tenham uma grande aplicabilidade em outras áreas.

O Belvedere disponibiliza aos alunos um espaço de trabalho compartilhado para a coordenação e armazenamento de suas colaborações em uma pesquisa científica. Ele combina várias tecnologias utilizadas por *softwares* educacionais, incluindo *groupware*, sistemas tutores inteligentes e simulações micromundo. A implementação do protótipo do projeto Belvedere ocorreu através da linguagem Java, permitindo sua integração com a Internet.

No Belvedere, primeiro os alunos utilizam navegadores *Web* para acessar documentos contendo informações que simulam pesquisas e análises de dados científicos. Então, enquanto tentam resolver um problema, eles desenvolvem suas idéias através do *software* [LIL 2002], que tem como objetivo mantê-los concentrados em suas teorias e controvérsias, deixando de lado detalhes menos importantes como a construção do diagrama.

Para o desenvolvimento das idéias, o Belvedere utiliza uma notação gráfica similar aos mapas conceituais, chamada Diagrama de Investigação que, através de figuras, pode modelar uma estrutura abstrata de teorias e argumentos relacionados.

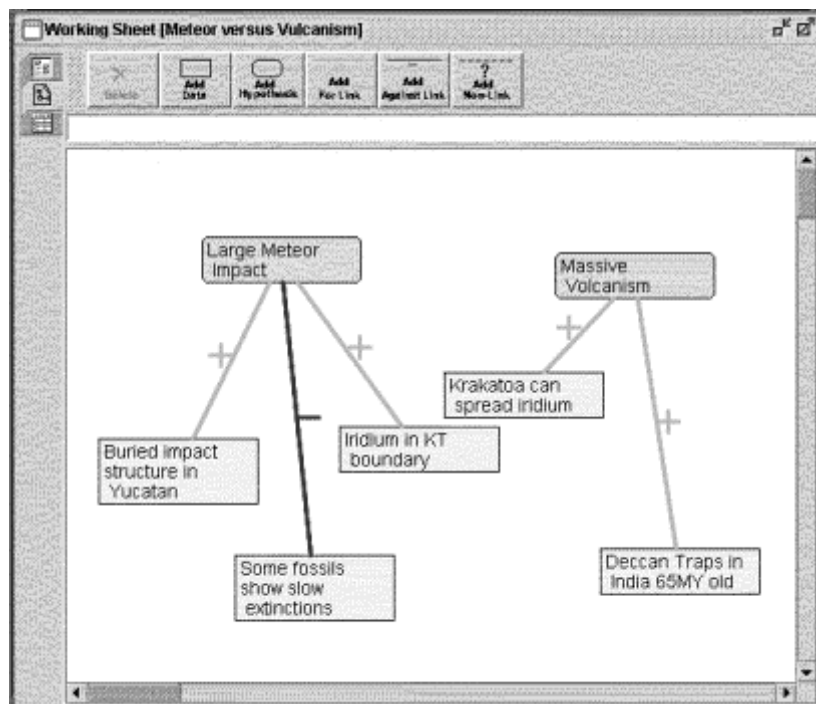


FIGURA 4.1 - Diagrama de Investigação

No Diagrama de Investigação, idéias e relacionamentos são representados como objetos que podem conectados entre si. Os objetos são compostos basicamente de hipóteses, dados e objetos não-especificados (utilizados para outros tipos de objetos). Os relacionamentos podem ser uma ligação do tipo “para” ou do tipo “contra”. As cores

podem ser usadas para representar diferentes teorias ou contribuições de cada aluno, que podem expressar diferentes níveis de concordância para as afirmações e relacionamentos.

Os Diagramas de Investigação ajudam os estudantes a identificar toda a estrutura de argumentação, bem como suas fraquezas e pontos onde pode haver novos aperfeiçoamentos.

Para que este ambiente tivesse uma interface fácil de ser assimilada, ele foi desenvolvido utilizando comandos e ícones semelhantes aos dos *softwares* de desenho, utilizando a representação de objetos e suas interligações, onde existe um conjunto de caixas especializadas com tipos de ligações para tipos específicos de relacionamentos.

Hypothesis	Large Meteor Impact	Massive Volcanism	Please Enter your Hypothesis here
Deccan Traps in India 65MY old		+	
Iridium in KT boundary	+		
Krakatoa can spread Iridium		+	
Buried impact structure in Yucatan	+		
Some fossils show slow extinctions	-		
Please Enter your Data here			

FIGURA 4.2 - Representação em forma de matriz

Em sua última versão o Belvedere suporta múltiplas visões dos diagramas permitindo aos alunos vê-los hierarquicamente, graficamente ou em forma de matriz [LIL 2002]. Estas variações alternativas de modelos de representação possibilitam representar o problema de forma mais acurada, fazendo com que os relacionamentos do diagrama sejam passíveis de compreensão pelo sistema. Isso possibilita que sugestões possam ser feitas pelo Mr. Belvedere, um agente desenvolvido com técnicas de IA, para ajudar os estudantes a focalizarem aspectos particulares de uma questão complexa, sugerindo formas nas quais os diagramas podem ser estendidos ou melhorados. O Mr. Belvedere pode ser consultado para idéias e sugestões em qualquer ponto da construção do diagrama. Quando for acionado, ele irá destacar afirmações ou relacionamentos no diagrama, enquanto apresenta uma sugestão, indicando aos alunos sobre quais elementos está fazendo sua sugestão (figura 4.3).

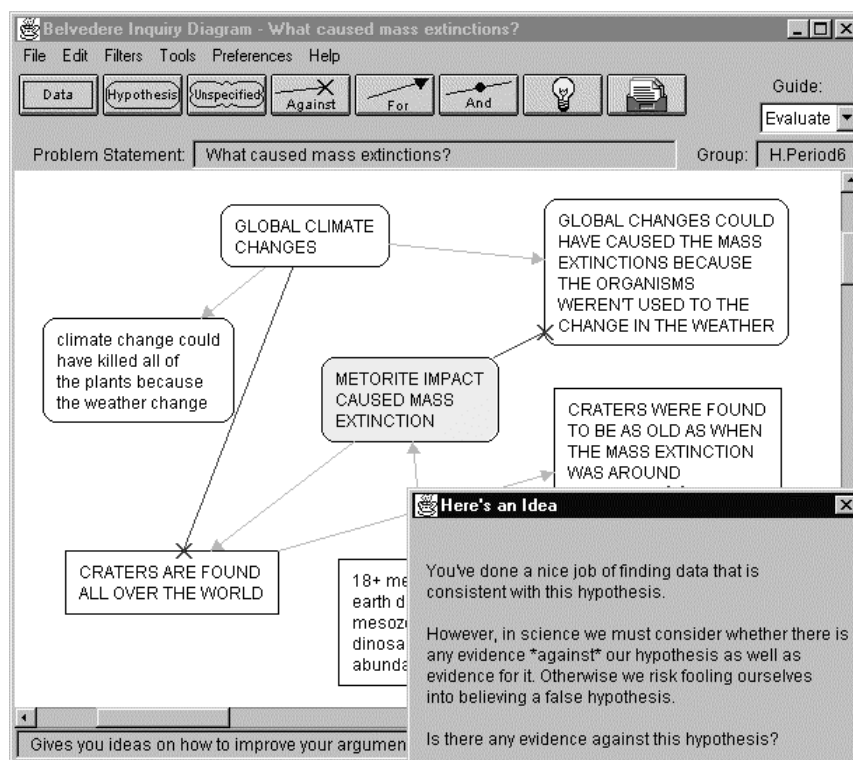


FIGURA 4.3 - Diagramas de Investigação com a utilização do Mr.Belvedere

Outra funcionalidade do *software* é uma sala de bate-papo para discussões entre os alunos e a conexão com navegadores *Web*, na qual *applets* Java integram documentos do WWW que podem ser referenciados para dentro da área de trabalho através de um simples apertar do mouse.

A utilização do Belvedere em sala de aula segue a mesma linha utilizada no PBL, onde os alunos tentam resolver um problema. Isso indica que este *software* também pode ser utilizado como ferramenta para um curso na abordagem PBL. Sua desvantagem é não possuir suporte para todas as etapas do processo de aprendizado no PBL, obrigando que muitas destas etapas sejam implementadas diretamente pelo professor sem o suporte direto do ambiente.

4.4.2 CROCODILE - *Creative Open Cooperative Distributed Learning Environment*

O Crocodile (*Creative Open Cooperative Distributed Learning Environment*) é um protótipo de ambiente colaborativo virtual que utiliza a abordagem PBL. Este ambiente possibilita que pessoas dispersas geograficamente conduzam atividades de aprendizado do PBL, de forma síncrona ou assíncrona, por meio da representação do conhecimento em hiperdocumentos.

Este protótipo foi desenvolvido dentro do Projeto *Clear* do *German National Research for Information Technology* (GMD) [GMD 2001], que desenvolve ambientes CSCL. Os ambientes de ensino desenvolvidos pelo Projeto *Clear* são baseados no modelo de mundo virtual, com prédios e salas virtuais simulando o mundo real. Uma sala virtual possui um tipo e um nome; além disso, mostra os participantes conectados,

um espaço compartilhado e um conjunto de funções para navegação, manipulação e comunicação. Dependendo do papel do participante (aluno, tutor ou especialista), a sala oferece um conjunto de funções para dar suporte ao aprendizado cooperativo. Os materiais de aprendizado e os elementos de conhecimento são representados por hiperdocumentos.

O Crocodile foi desenvolvido baseado na tecnologia COAST. O COAST (*Cooperative Application Systems Technology*) é um *framework* desenvolvido em VisualWorks Smalltalk, que implementa uma arquitetura totalmente distribuída e replicada, na qual cada usuário interage com uma instância individual da aplicação. Isso permite que os elementos de dados manipulados pela aplicação permaneçam em um estado consistente, e que todos os usuários tenham a mesma visão deles.

O ambiente virtual do PBL oferecido pelo Crocodile é composto pelo *Virtual Institute*, PBL-Net, PBL-Protocols e PBL-Plan. Estes elementos são manipulados através de ferramentas específicas que são acessíveis dependendo do papel do usuário.

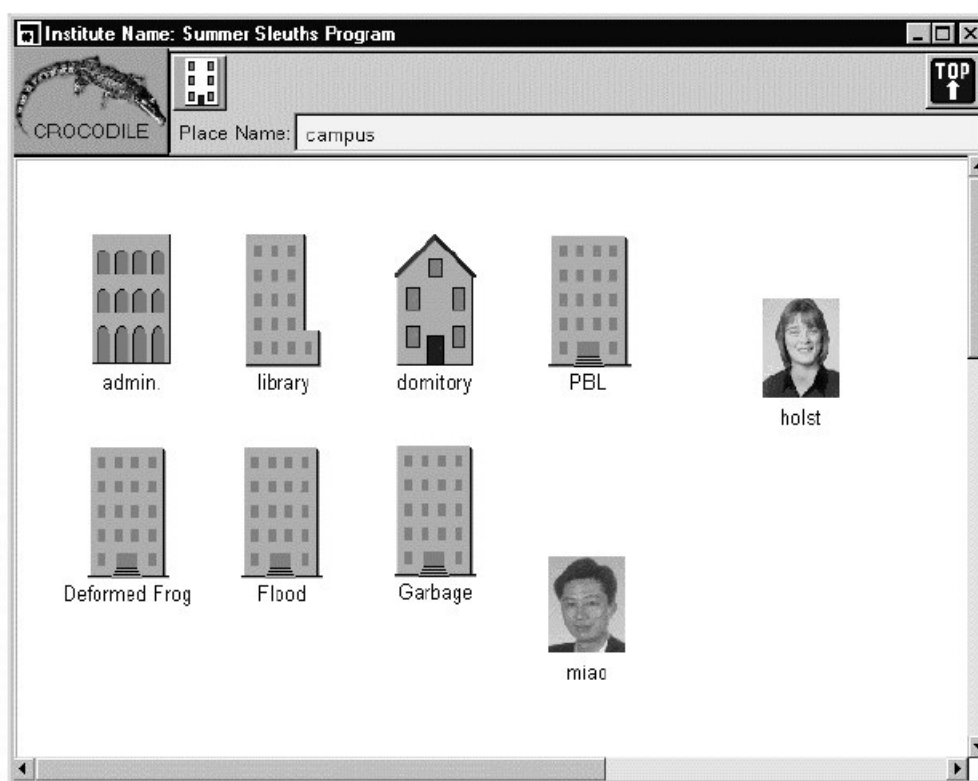


FIGURA 4.4 - Tela com a visão do campus no *Virtual Institute*

O conceito de *Virtual Institute* aplicado no Crocodile segue a abordagem utilizada pelo projeto *Clear*. O *Virtual Institute* oferece um espaço virtual que, com seus objetos, forma um contexto no qual as atividades de aprendizado ocorrem. Ele contém uma comunidade manipulando um hiperdocumento base através de uma caixa de ferramentas. A área do instituto consiste em um espaço virtual que contém prédios e salas, conectados por portas. O ponto de partida é a visão do *campus* contendo diversos edifícios tais como biblioteca, dormitórios e salas de aula (figura 4.4). Estes edifícios são, na verdade, um conjunto de salas com funções específicas. A comunidade é composta de atores estruturados em grupos e o hiperdocumento base possui um

Os Protocolos PBL (PBL-protocols) [MIA 2000a][MIA 2000c] são a descrição computacional de uma política ou estratégia e assumem o papel da mediação social na atividade PBL, distribuindo as funções na comunidade de aprendizado. Baseados na idéia de Protocolos de Aprendizado (desenvolvido no *German National Research for Information Technology - GMD*) [GMD 2001] e adaptados para o processo PBL, os protocolos PBL representam como os alunos e tutores devem se comportar dentro do ambiente [MIA 00a], guiando os alunos através das etapas do processo de aprendizado e evitando que professores e alunos que não conheçam o ambiente sigam passos incorretos neste processo. Estes protocolos são na verdade *scripts* que dividem o processo de aprendizado em fases distintas, representando as etapas de desenvolvimento de um problema. Estas etapas podem ser ordenadas seqüencialmente ou ligadas em forma de rede. À medida que o aluno completa uma fase, ele pode navegar para outra fase e a participação de cada um na construção do conhecimento se desenvolve de acordo com o seu papel (aluno, tutor, etc.).

O PBL-plan [MIA 2000c] disponibiliza aos alunos uma ferramenta de planejamento do aprendizado. Deste modo os alunos podem, colaborativamente, definir seus planos de aprendizado, especificando e agendando as ações e os relacionamentos destas ações. O PBL-Plan assume o papel da mediação social no que diz respeito às ações e atividades.

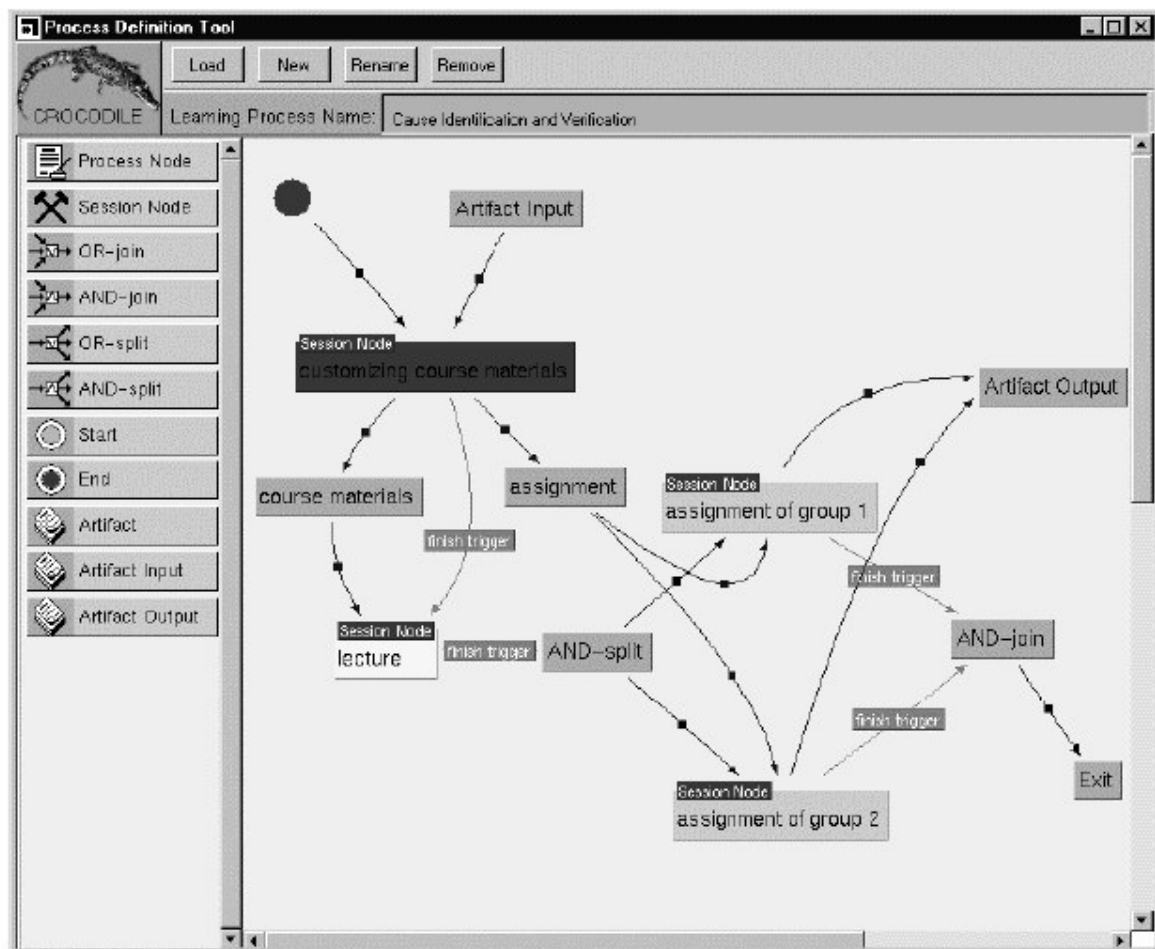


FIGURA 4.6 - Tela da ferramenta para manipular o PBL-plan

O PBL-plan pode representar uma parte do processo ou todo o processo de aprendizado do PBL. A formalização deste plano acontece de forma interativa através de um hiperdocumento, que é composto de nós de ação, nós de conexão e nós de artefatos. Um PBL-plan pode conter subplanos ou uma seqüência de ações conectadas. Cada ação deve estar alocada em algum lugar virtual, podendo utilizar as ferramentas e produzir artefatos (documentos).

4.4.3 CALE - *Computer Assisted Learning and Exploration Environment*

CALE (*Computer Assisted Learning and Exploration Environment*) é um sistema de informação multiusuário para o suporte ao PBL, desenvolvido pela *University of Pittsburgh School of Medicine* [MAH 95]. Este sistema gerência o acesso dos alunos a um repositório de documentos multimídia, permitindo a eles, através de diversos recursos, explorar e descobrir, de forma livre, enquanto participam do processo de aprendizado dentro de um grupo.

O CALE foi projetado para a utilização de uma interface gráfica orientada a eventos que, através de ícones, botões e *labels*, identificam as operações possíveis. Ele utiliza um banco de dados multiusuário para armazenar a estrutura dos casos, bem como para a exploração destes, permitindo a vários alunos de um determinado grupo trabalhar no mesmo caso em diversas estações de trabalho.

A estrutura do CALE está dividida em três módulos individuais com funções específicas. O módulo do projetista para o desenvolvimento do caso, o módulo do professor com recursos de tutoria e o módulo do aluno dando apoio ao processo de aprendizado.

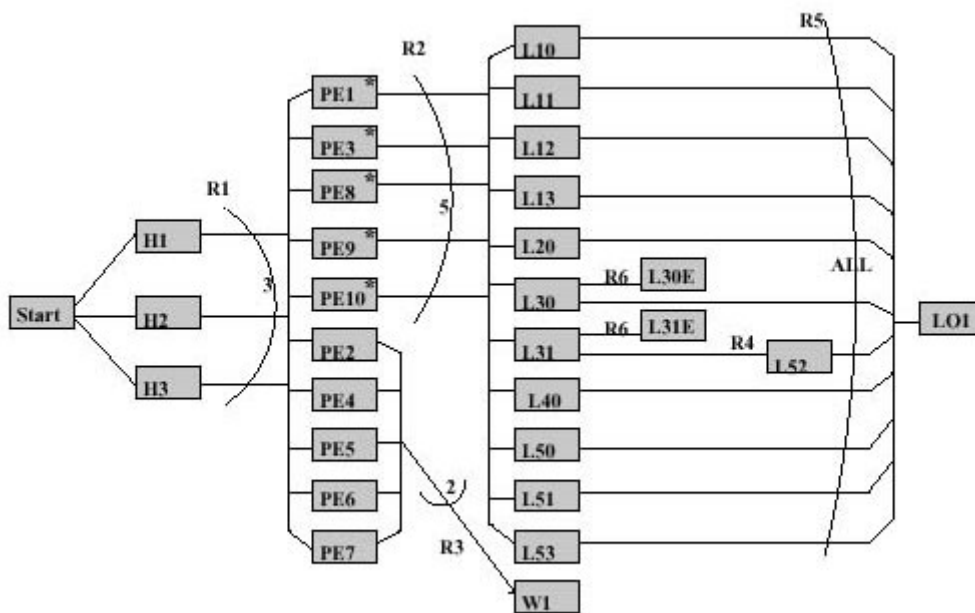


FIGURA 4.7 - Notação para o projeto de casos

O desenvolvimento do caso é realizado através de uma notação gráfica (figura 4.7) que permite aos projetistas especificar de uma forma precisa os fatos médicos e seus relacionamentos. Pode-se anexar vários recursos a um determinado caso e determinar as condições para que os alunos tenham acesso a estes recursos. Outro recurso disponível aos projetistas é o questionamento de ajuda. Questionamentos estes, criados para manter os estudantes no rumo certo, deixando o ambiente de aprendizado ao mesmo tempo desafiador sem torná-lo frustrante. Adicionalmente, a ferramenta fornece aos projetistas um *feedback* do modo como o caso está sendo desenvolvido pelos alunos, para que, futuramente, eles possam implementar possíveis atualizações nos casos.

O CALE oferece alguns recursos para o professor exercer o papel de tutor durante o processo de resolução. Através do CALE ele pode comunicar-se com os membros do grupo e avaliar seu desenvolvimento. Esta avaliação é feita mediante o acesso às anotações escritas pelo grupo e as suas respostas às questões, através do acompanhamento cronológico das decisões do grupo e com a ajuda do recurso de *play-back*, no qual o professor pode rever o processo de desenvolvimento de um grupo.

No CALE o caso é uma rede de documentos construída para estimular o trabalho investigativo do grupo. O desenvolvimento do problema pelos alunos se dá de forma gradativa, durante o qual eles exploram esta rede de documentos construída para estimular o trabalho investigativo do grupo, possuindo certas regiões (documentos e suas interligações) que precisam ser coletivamente investigadas e descobertas, para que se avance no processo de resolução do caso.

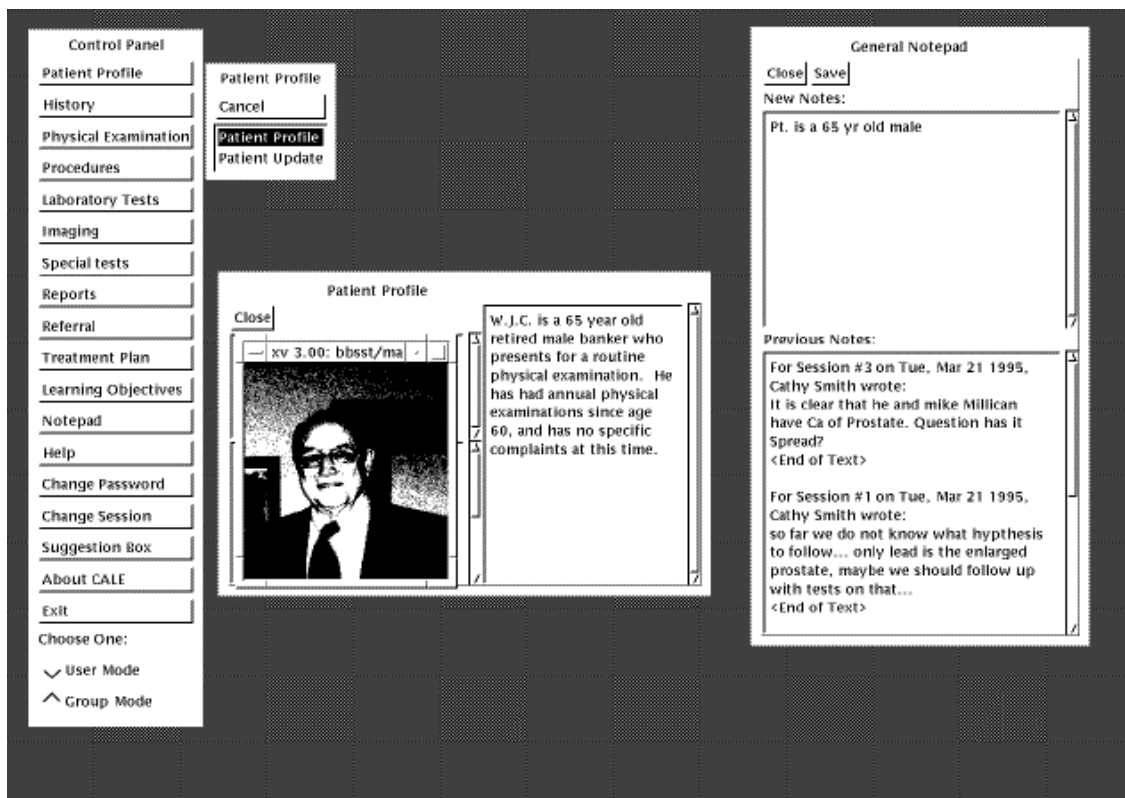


FIGURA 4.8 - Tela de abertura do CALE

No módulo do aluno pode-se trabalhar em modo individual ou em grupo. Através do painel de controle, um menu dinâmico, ou seja, variável de acordo com o caso, os alunos podem acessar os recursos e anotações do caso. As caixas de texto são utilizadas para os alunos fazerem suas anotações, bem como para responderem à perguntas. O quadro-negro é utilizado para fazer anotações de forma síncrona ou assíncrona e divide as informações em ‘Fatos Observados’, ‘Hipóteses’ e ‘Necessário mais informações’. Na classe ‘Necessário mais informações’ pode -se criar um item de ação associado a um membro do grupo. O bloco de anotações para o estudante, situado no lado direito, é dividido em duas partes. Na parte superior ele entra com as novas anotações e na inferior são mostradas as anotações que já foram feitas.

4.4.4 CoMMIT – Collaborative Multi-Media Instructional Toolkit

O CoMMIT (*Collaborative Multi-Media Instructional Toolkit*) [LAU 97] é um conjunto de ferramentas que dá suporte a uma variedade de abordagens incluindo aprendizado cooperativo a distância e baseado em problemas (PBL). Estas ferramentas foram desenvolvidas pelo Departamento de Ciências da Informação e Telecomunicações da *University of Pittsburgh*.

O CoMMIT é uma ferramenta baseada na *Web* e composta de um módulo de autoria, um módulo de aprendizado e exploração do aluno e um módulo para monitoramento e avaliação do aluno pelo professor. Todos os conteúdos de um curso estão armazenados em um repositório centralizado, incluindo as informações geradas pelos alunos.

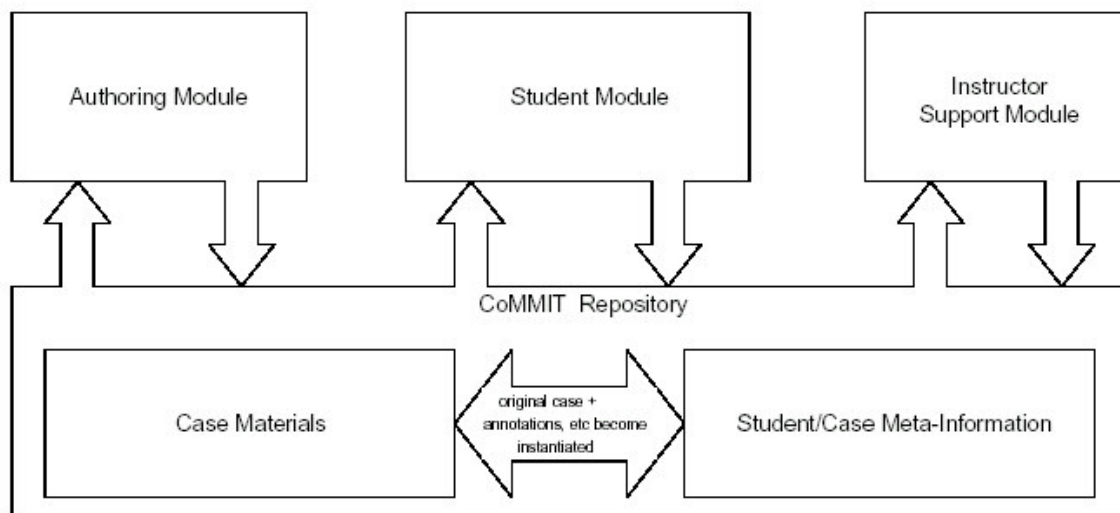


FIGURA 4.9 - Estrutura do Sistema CoMMIT

O módulo de autoria é baseado na especificação do relacionamento entre materiais multimídia através da modelagem do Diagrama de Precedência (figura 4.10). Este diagrama, por meio de uma linguagem visual, representa os relacionamentos entre os materiais. Sua utilização é mais fácil que um digrama de fluxo de dados, porque é necessária somente a especificação dos pré-requisitos para o acesso destes materiais, ao invés de todas as combinações de caminhos para cada item.

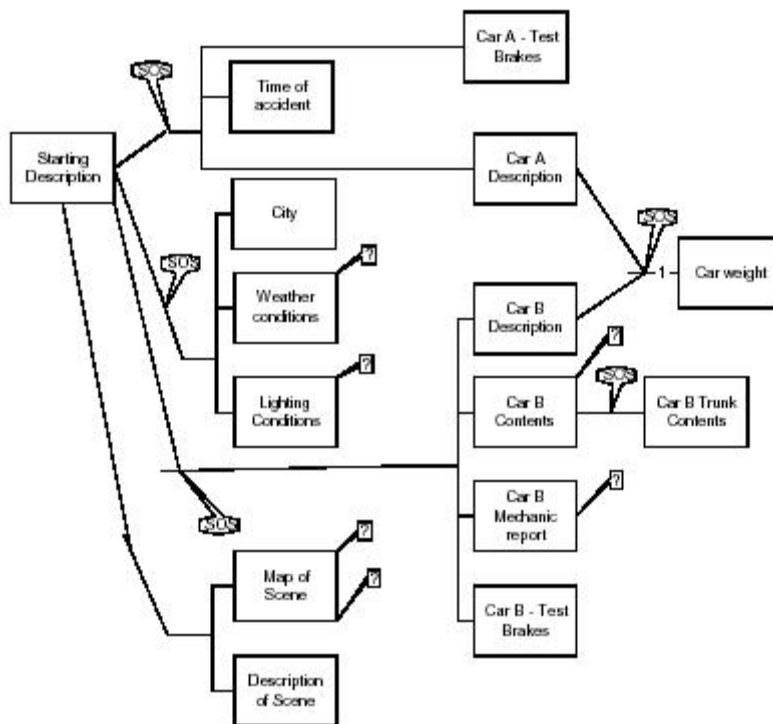


FIGURA 4.10 - Diagrama de Precedência

O módulo suporte ao professor, ainda em desenvolvimento, irá utilizar os dados gerados pelos alunos para monitorar e avaliar o grupo. O instrutor poderá rastrear o progresso do grupo dentro do Diagrama de Precedência e agentes irão ajudar a avaliar a participação individual do aluno dentro do grupo, indicando ao instrutor quando pode ser necessária sua intervenção. Alguns recursos deste módulo poderão ser utilizados pelos alunos para a auto-avaliação do grupo.

No módulo do aluno a interface WWW é dividida em dois *frames* principais. O primeiro mostra o menu de navegação e os materiais disponíveis e o segundo mostra o bloco de notas compartilhado ou o conteúdo do material selecionado. Neste módulo o aluno pode explorar materiais educacionais multimídia conforme o que foi predefinido pelo professor sem o conhecimento dos alunos. Se algum aluno tentar acessar determinado material que possui um outro material pré-requisito que ele ainda não viu, o sistema tenta direcionar o aluno para o acesso a este material pré-requisito. Antes de obter o material requerido o aluno poderá ter que responder a alguma questão para ter o acesso, conforme modelado pelo professor. Tudo isso está definido no Diagrama de Precedência.

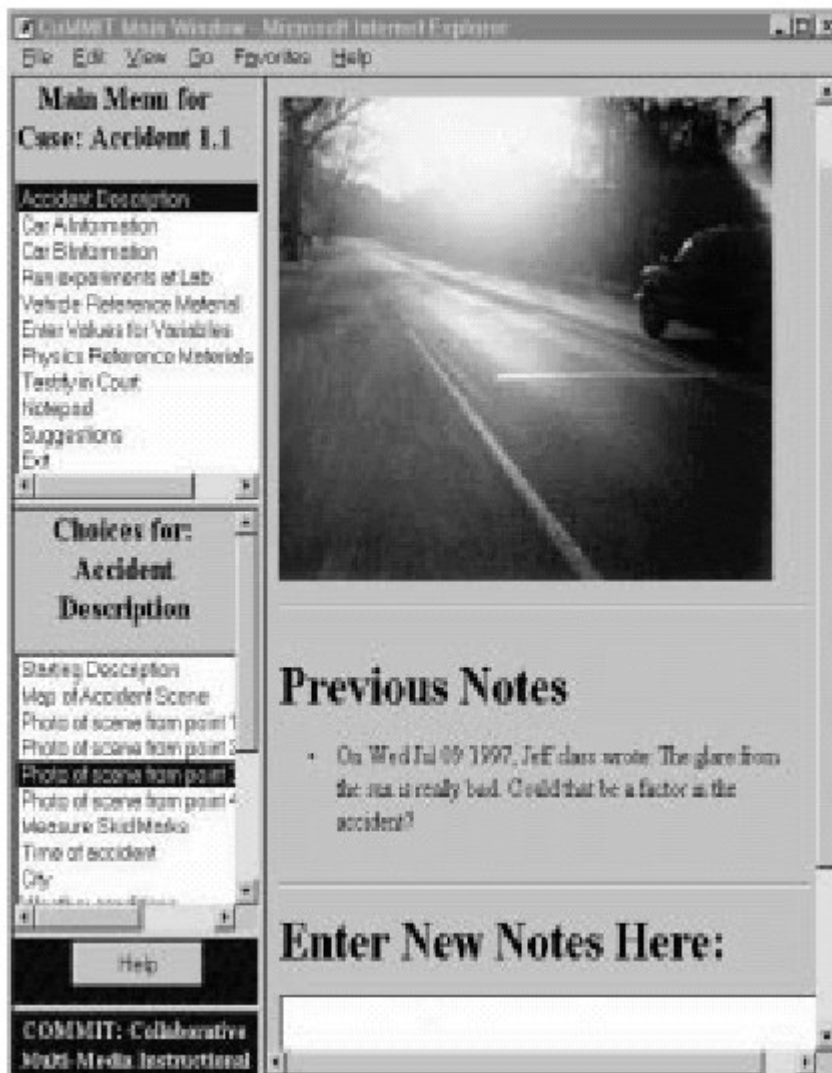


FIGURA 4.11 - Tela do módulo do aluno

O sistema automaticamente registra o nome do aluno, data e hora e todas as requisições dos materiais educacionais. Estas informações podem ser analisadas pelo professor no módulo de suporte para verificar o progresso dos alunos e identificar áreas ou conceitos que eles não estão dominando.

Os alunos requisitam materiais em um menu modelado pelo autor, para que sintam a customização do ambiente. O sistema permite aos alunos inserir dois tipos de notas. A nota de margem na qual os alunos podem gravar um comentário referente a algum material e um bloco de notas eletrônico no qual podem gravar notas gerais para uso individual ou do grupo. Este bloco de notas pode ser estruturado seguindo um modelo simplificado do PBL, dividindo as notas em fatos, hipóteses, questões e itens a fazer.

4.4.5 *Munics Learning Environment*

O ambiente de aprendizado Munics, desenvolvido na *Technische Universität München* (Alemanha), tem como objetivo fazer com que os alunos aprendam a resolver

problemas específicos da Ciência da Computação, através da abordagem PBL, provendo estudos de caso e dando apoio para a aplicação do conhecimento para situações futuras no trabalho [KOC 2001].

Na versão atual do Munics, o foco está na análise da distribuição eficiente das informações dentro de uma grande organização. Seu ambiente consiste em quatro componentes principais: uma apresentação interativa de problemas baseada na multimídia; ferramentas cognitivas; suporte básico para colaboração entre os alunos; e disponibilidade de notas de aula on-line.

A apresentação do problema parte do princípio de que os alunos têm que se envolver em situações reais, nas quais o primeiro passo para eles é se informar sobre o problema a ser resolvido. Este processo é feito através do ‘Contexto Interativo do Problema’, em que o aluno tem que navegar em um ‘departamento virtual’, tal como um profissional de informática faria, falando com diferentes membros do departamento, por meio de perguntas e observações dos diferentes objetos relacionados ao problema. Esta navegação se dá de modo semelhante ao da navegação VRML. Nesta interação, quando ele entra em uma sala, uma apresentação de uma entrevista é iniciada.



FIGURA 4.12 - Exemplo de uma entrevista

Cada entrevista consiste em um conjunto de seqüências de vídeo, onde cada entrevistado explica sua visão pessoal do problema e onde alguns detalhes podem ser descartáveis e outros podem ser importantes. Quando uma entrevista se inicia, a primeira seqüência de vídeo é apresentada e ao terminar, aparece na área de texto uma

lista de questões disponíveis para o aluno escolher. Estas questões, ao serem escolhidas, irão disparar o início de uma outra seqüência de vídeo relacionada à questão. Nestas entrevistas, algumas vezes o entrevistado, além de explicar sua visão sobre o problema, pode fornecer algum material extra ao entrevistador, como por exemplo, quadros, textos, etc. Os alunos podem então coletar estes materiais e armazená-los para uso posterior, no repositório compartilhado de documentos. O trabalho dos alunos em todo este processo é verificar quais informações são realmente importantes para o problema.

O Munics oferece algumas ferramentas para facilitar a resolução colaborativa dos problemas. Um delas é a ferramenta de *chat* que pode ser utilizada para discussões on-line com ou sem a presença do tutor. Outra ferramenta é o quadro-negro compartilhado que é um fórum de discussões restrito aos usuários do Munics. Adicionalmente o Munics oferece um repositório compartilhado de documentos, feito através da integração como o BSCW [BSC 2002], uma ferramenta que suporta pastas, controle de versões de documentos, organização de encontros, etc.

Outra característica importante do Munics é a disponibilização de ferramentas cognitivas. Sua principal ferramenta cognitiva é o *Modeler Tool*, que permite aos alunos modelar, analisar, simular e visualizar diferentes tipos de fluxos e redes de informações dentro de uma organização.

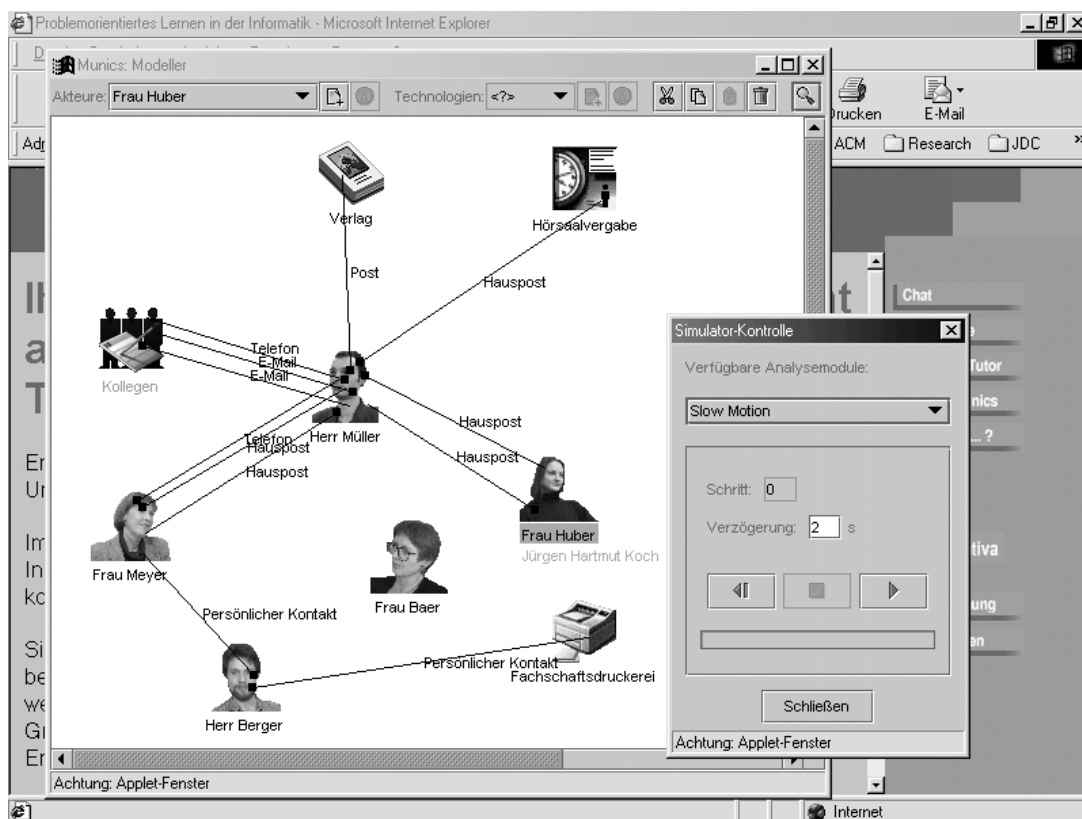


FIGURA 4.13 - Tela do *Modeler Tool*

O *Modeler Tool* é utilizado para trabalhar com sistemas distribuídos, especificamente sistemas de *groupware*. O objetivo é oferecer aos alunos as impressões sobre as vantagens e as desvantagens de determinados sistemas de *groupware* aplicados em algumas configurações organizacionais. No *Modeler Tool*, redes de informações

reais são modeladas como gráficos, constituídos de componentes e conexões. Os componentes são divididos em duas classes: os atores, que são as pessoas que manipulam as informações; e as tecnologias que são os sistemas de informação que os atores utilizam. Tanto os atores quanto as tecnologias possuem atributos que, no caso dos atores, podem ser alterados mais flexivelmente que nas tecnologias.

Os alunos podem modelar redes de informações adicionando, excluindo, fazendo conexões, desconectando componentes, bem como mudando os atributos destes elementos. Para uma modelagem mais rápida e prática o *Modeler Tool* oferece recursos para selecionar vários componentes, permitindo que se possa recortá-los e colá-los. Todo o comportamento entre estes componentes são definidos por regras, que estabelecem como os atores e tecnologias reagem a certos eventos e atributos. As regras referentes à tecnologia não podem ser alteradas, mas algumas regras referentes aos atores podem ser alteradas ou incluídas pelos alunos através de declarações do tipo ‘IF’ e ‘DO’.

Uma vez definido a rede de informações, os alunos podem analisar o gráfico referente às suas propriedades estáticas ou dinâmicas. A versão atual do *Modeler Tool* oferece a análise de ambos os tipos de propriedades. A análise das propriedades estáticas pode verificar, por exemplo, o atraso máximo de uma mensagem de um componente para outro. A análise das propriedades dinâmicas é feita através da simulação de comportamentos da rede de informações. Esta simulação pode ser feita passo-a-passo, esperando-se pela interação do usuário entre cada passo, ou em “câmera lenta”, onde os alunos podem especificar o tempo entre dois passos e então executar a simulação. Cada passo corresponde a uma varredura em todas as conexões para verificar se alguma mensagem pode ser entregue. Logo após é feita uma checagem nas regras de todos os componentes e por último uma atualização na interface do usuário. Para detectar as falhas na modelagem, o *Modeler Tool* oferece também pequenos módulos monitores que possibilitam observar aspectos específicos de cada componente.

4.5 Análise das Ferramentas de Suporte ao PBL

Na análise de uma aplicação que objetiva apoiar a abordagem PBL, deve-se observar que, o PBL, é uma abordagem construtivista, e que por isso sua aplicação deve apoiar a construção do conhecimento mediante recursos que auxiliem no processo de “Acomodação”. Embora construtivista, o PBL possui um método que explicita claramente como o professor deve trabalhar e como o processo de aprendizado deve ocorrer. Com base nestas considerações e apoiando-se nos estudos desta abordagem, da aprendizagem colaborativa e dos ambientes construtivistas, chega-se à conclusão de que a avaliação das ferramentas descritas anteriormente deve levar em consideração três elementos principais: As características do ambiente o suporte ao aluno e o suporte ao professor.

4.5.1 As Características do Ambiente

Em uma abordagem construtivista como o PBL, uma boa ferramenta implica na aplicação dos conceitos construtivistas para o projeto de ambientes de aprendizado. Portanto as características do ambiente compreendem a implementação dos cinco

componentes básicos de um ambiente construtivista, segundo Jonassen e Murphy [JON 99], descritos com maiores detalhes na seção 2.2.6.

O quadro 4.1 apresenta uma análise do grau de implementação dos cinco componentes nas cinco ferramentas.

	Belvedere	Crocodile	Cale	CoMMit	Munics
Área Problema/ Projeto	☑ Acesso externo na Web a dados do problema via applet Java	☑ Somente manipulação	☑ Somente o contexto	☑ Somente o contexto	■ Entrevistas gravadas e ferramenta de simulação
Casos Relacionados	☐	☑ Através de "hós fonte"	☑ Através de documentos digitalizados	☑ Através dos recursos de informação	☐
Recursos de Informação	☐	■ Através de "hós fonte"	■ Dados Paciente e documento digitalizados (exames, raios-X, prontuário)	■ Arquivos e documentos multimídia	■ Documentos anexados às entrevistas
Ferramentas Cognitivas	■ Diagrama de Investigação	■ PBL-Net	■ Quadro-Negro compartilhado	■ Bloco de Notas	■ Modeler Tool
Conversação/ Colaboração	■ Através do Diagrama de Investigação e Chat	☑ PBL-Net	☑ Quadro-Negro compartilhado e videoconferência	☑ Bloco de Notas e Anotações anexadas aos Rec.Inf.	■ Chat, Shared Blackboard, Modeler Tool
■ - suporte completo ☑ - suporte parcial ☐ - sem suporte N/I – não informado					

QUADRO 4.1 - Componentes de um Ambiente segundo Jonassen e Murphy

A análise do quadro 4.1 infere que, com exceção do Munics, as outras quatro ferramentas pesquisadas praticamente não implementam, de modo adequado, a Área de Projetos/Problemas principalmente no que diz respeito à manipulação do problema, item que, segundo Jonassen e Murphy, é imprescindível para despertar o real interesse do aluno pelo problema. Outra observação se refere à falta de ferramentas eficientes de conversação na maioria das ferramentas, dando-se ênfase somente à colaboração.

4.5.2 Suporte ao Aluno

O suporte ao aluno é o principal elemento para um ambiente que se propõe a apoiar a aplicação da abordagem PBL, pois compreende o suporte a todas as etapas do processo de aprendizado, segundo o PBL.

Este suporte pode ser mais bem avaliado se confrontado com o modelo sugerido por Stepien, Senn e Stepien [STE 2000], conforme visto na seção 2.3.1. O modelo divide o processo de aprendizado em quatro fases: visualização do problema,

investigação, construção da solução e metacognição. Para analisar melhor a fase de investigação sugere-se a utilização do quadro de investigação descrito por Barrows [BAR 85].

O quadro 4.2 apresenta o suporte ao processo de aprendizado, segundo o modelo Stepien, Senn e Stepien.

	Belvedere	Crocodile	Cale	CoMMit	Munics
Visualização do Problema	☑ Acesso externo na Web a dados do problema via applet Java	☑ Nós fonte	☑ Histórico e exames	■ Documentos Multimídia	■ Interactive Problem Context
Investigação (Barrows)	☑ Através do DI (Hipóteses e idéias)	☑ PBL-Net	☑ Quadro-Negro compartilhado (modelo simplificado)	☑ Bloco de Notas e anotações dos materiais (modelo simplificado)	□
Construção da Solução	■ Diagrama de Investigação	■ PBL-Net	☑ Sim	☑ Sim	☑ Modeler Tool
Reavaliação e Metacognição	□	□	□	□	□
■ - suporte completo ☑ - suporte parcial □ - sem suporte NI – não informado					

QUADRO 4.2 - Suporte ao Processo de Aprendizado no PBL

Nota-se, através do quadro 4.2, que a grande ênfase das ferramentas está na fase de investigação, deixando praticamente de lado o suporte a fase de reavaliação e metacognição, fase em que os alunos irão avaliar todo o processo de aprendizado e o novo conhecimento adquirido [STE 2000].

4.5.3 Suporte ao Professor

O suporte ao professor também é um elemento importante na aplicação do PBL, ao qual tem se dado menos atenção. Sua importância se deve ao fato de o planejamento de um currículo no PBL exigir um grande esforço do professor, tanto no desenvolvimento dos problemas, quanto na aplicação destes problemas com os alunos.

Este elemento compreende o suporte às funções exercidas pelo professor durante a implementação de um currículo PBL, descrito por Delisle [DEL 97] e detalhado na seção 2.3.3.

	Belvedere	Crocodile	Cale	CoMMit	Munics
Desenvolvimento Problema	□	▣ Nós fonte	■ Notação gráfica descrevendo o acesso aos rec.inform.	■ Gráfico de precedência	▣ Regras no Modeler Tool
Tutoria	▣ Mr.Belvedere (módulo IA)	▣ Nós pergunta	N/I	N/I	▣ Blackboard e Chat
Avaliação	▣ Análise do Diagrama de Investigação	▣ Análise do Hiperdocumento	■ Anotações dos alunos (quadro-negro) e lista cronológica das decisões	▣ Anotações dos alunos	▣ Através do gráfico desenvolvido e análise do fórum
■ - suporte completo ▣ - suporte Parcial □ - sem suporte N/I – não informado					

QUADRO 4.3 - Suporte aos papéis exercidos pelo Professor segundo Delisle

Através do quadro 4.3, verifica-se que as ferramentas possuem um suporte deficiente para as funções do professor, especialmente na parte de tutoria, provavelmente devido ao fato de que estas ferramentas foram desenvolvidas para aplicação majoritariamente presencial, possibilitando aos professores exercerem parte destas funções em sala de aula.

4.5.4 Avaliação Final das Ferramentas

Em uma avaliação final, levando-se em consideração todos os aspectos importantes para uma ferramenta PBL, notamos que todas estas ferramentas possuem excelente suporte ao processo de investigação e construção do conhecimento, mas deixam a desejar no suporte à tutoria, interação com o problema e metacognição. Isso se deve, em grande parte, à cultura de ferramentas CSCL que enfocam a colaboração e construção do conhecimento, e devido à ênfase do PBL no processo de investigação.

5 Ambiente Proposto

Analisando as vantagens das abordagens construtivistas através do trabalho colaborativo, infere-se que, em áreas submetidas a constantes inovações como a área de Redes de Computadores, o PBL pode ser uma excelente alternativa.

Com base na avaliação das ferramentas descritas no capítulo anterior chega-se à conclusão de que todas elas não possuem um suporte adequado principalmente no que se refere à visualização e manipulação do problema e ao acesso a bibliotecas de casos relacionados, componentes importantes para ambientes de aprendizado construtivistas [JON 99]. Adicionalmente nenhuma destas ferramentas foi projetada especificamente para o ensino no domínio de Redes de Computadores.

Isso sugere o desenvolvimento de um ambiente de aprendizado construtivista, baseado no PBL, para a aplicação no ensino de Redes de Computadores. Este ambiente deve contemplar a interação do aluno com o problema e o acesso a um sistema CBR utilizado na área de Redes de Computadores. Esta integração das abordagens PBL e CBR é bastante interessante, visto que as abordagens são complementares [KOL 96a], e, como dito anteriormente, o CBR pode ser utilizado como base de casos para consulta, como também para o fornecimento de indícios sobre a forma de resolver determinada classe de problemas através da simulação de casos hipotéticos. A utilização do modelo CBR para o ensino, como o sugerido nesta pesquisa, não é uma novidade e tem sido explorada através de outras abordagens de ensino baseadas no CBR, tais como o *Learning by Design* [KOL 2000] e *Goal-Based Scenarios* [SCH 92].

O ambiente proposto deve utilizar a Internet e o WWW, para expandir a aplicação presencial normalmente utilizada no PBL [BAR 85][DEL 97], permitindo aos alunos o uso da Internet como ferramenta de pesquisa e comunicação além de possibilitar a criação de grupos com membros dispersos geograficamente.

Este ambiente deve ser modularizado para dar suporte às principais funções necessárias para os dois atores que normalmente atuam no PBL, o aluno e o professor. O módulo do professor deve permitir que um ou mais professores possam administrar a aplicação da abordagem PBL em várias turmas simultaneamente. O módulo do aluno guiará os alunos na análise e resolução dos problemas de forma colaborativa, que é a ênfase do PBL.

Com base nas características da abordagem PBL, e tomando como ponto de partida o modelo adotado neste trabalho para a avaliação das ferramentas de suporte ao PBL, o ambiente proposto deve implementar as principais funcionalidades pesquisadas para ambientes de aprendizado construtivistas e ambientes PBL, consolidadas nos três elementos anteriormente descritos na seção 2.2.6: características do ambiente, suporte ao aluno e suporte ao professor.

5.1 As Características do Ambiente

O ambiente deve buscar implementar todos os cinco componentes de um Ambiente de Aprendizado Construtivista [JON 99], considerados neste trabalho

imprescindíveis para qualquer ambiente que tenha o objetivo de dar apoio à aplicação do PBL.

5.1.1 Área de Problema-Projetos

O contexto e a apresentação do problema devem ser feitos em uma área específica, em que os alunos podem visualizar todas as informações do problema a resolver, que será originado através da cópia modelada de um caso advindo da biblioteca de casos do sistema CBR. A simulação e a manipulação do problema deve ocorrer através da interação direta com o sistema CBR, consultando similares, consultando casos encerrados e simulando o diagnóstico de novos problemas com a criação de novos casos.

5.1.2 Casos Relacionados

O modelo de ambiente proposto prevê a utilização da biblioteca de casos do sistema CBR para a visualização de todos os casos encerrados e seus respectivos similares, pois segundo Kolodner e Guzdial [KOL 2000], é importante que as bibliotecas de casos disponibilizem aos alunos casos que compõem o domínio do problema e outros totalmente independentes deste domínio, para que os alunos possam analisar as diferenças, fornecendo indícios para o seu aprendizado.

5.1.3 Recursos de Informação

Os recursos de informação devem ser implementados através de referências, que serão URLs, e com arquivos de imagem. Tanto as referências como o arquivo de imagem poderão ser incluídos na descrição geral do problema e em cada característica dele, seja advinda esta do caso original seja criada diretamente pelo professor.

5.1.4 Ferramentas Cognitivas

Um dos principais recursos de um ambiente para o PBL é a utilização de ferramentas cognitivas para o direcionamento dos alunos no processo de aprendizado PBL. O ambiente proposto deve organizar o aprendizado em investigação, elaboração de um produto final e questões para metacognição, onde a investigação é estruturada conforme o quadro de investigação (*PBL blackboard*) utilizado tradicionalmente nas classes que utilizam o PBL [BAR 85][DEL 97]. O produto final deve ser construído de forma colaborativa após o preenchimento do quadro de investigação, e o questionário para metacognição deve ser feito individualmente no final do processo.

O quadro de investigação deve ser integrado a um fórum de discussão, a exemplo da ferramenta WebSmile [GUZ 97], e a uma agenda, inspirado na ferramenta CALE [MAH 95], permitindo que a partir deste quadro o aluno possa discutir em profundidade os conceitos pesquisados e organizar suas atividades de pesquisa.

5.1.5 Ferramentas para Conversação e Colaboração

O ambiente deve proporcionar aos alunos a colaboração tanto na fase de investigação como na construção do produto final. Na investigação esta colaboração deve ocorrer na elaboração das hipóteses com textos colaborativos, nas outras colunas do quadro de investigação através de textos individuais e da criação automática de assuntos no fórum. Na construção do produto final esta colaboração deve ocorrer como na coluna de hipóteses, pois o produto final é um texto único e colaborativo. O ambiente também deve disponibilizar outros recursos para a colaboração, como o fórum que pode ser utilizado independente do quadro de investigação, e um diário de bordo para anotar o andamento do trabalho.

5.2 Suporte ao Professor

Conforme verificado no capítulo anterior, o suporte ao professor é visivelmente deficiente nas ferramentas analisadas. Neste ambiente, é proposta uma abordagem diferente que deve oferecer o suporte às funções exercidas pelo professor, ajudando no desenvolvimento do problema, na tutoria e na avaliação [DEL 97].

5.2.1 Desenvolvimento do Problema

O Desenvolvimento do Problema deve levar em consideração sua adequação ao currículo. Segundo as recomendações do *site* do PBLI [SOU 2002], comentado na seção 2.3, o PBL deve ser a base pedagógica do currículo e não uma parte complementar. Com base nesta premissa o ambiente proposto deve estabelecer a funcionalidade de modelar novos problemas que melhor se ajustem ao currículo a partir de casos reais existentes na biblioteca de casos do sistema CBR.

O ambiente deve utilizar como base para a modelagem destes problemas uma cópia de um caso da biblioteca de casos do sistema CBR. A partir desta cópia o professor pode complementar os dados do problema, bem como incluir, excluir ou alterar suas características, quando achar necessário. Nesta modelagem o professor deve levar em consideração as características de um problema no PBL, que sugere a pouca estruturação e a possibilidade de diversas soluções [STE 2000].

Para a resolução dos problemas, seguindo a abordagem PBL, os alunos devem ser divididos em grupos [DEL 97][STE 2000], os quais, seguindo uma das propostas deste trabalho, poderão conter alunos dispersos geograficamente, embora tradicionalmente as experiências com o PBL utilizem grupos com alunos de turmas presenciais [TEH 97][KOC 98][GRE 97].

O grupo será formado especificamente para um problema modelado e o aluno poderá participar de vários grupos simultaneamente. Este aluno somente poderá participar da resolução de um problema específico uma única vez, seguindo uma das premissas do PBL que é o não-conhecimento anterior dos conceitos relativos ao problema. Portanto, este aluno também não poderá participar em dois grupos simultâneos que referenciem um mesmo problema.

5.2.2 Tutoria

O modelo proposto deve facilitar um dos grandes desafios do PBL, que é a mudança do papel do professor, que deixa de ser o provedor do conteúdo para se tornar um tutor que acompanha, questiona e incentiva o grupo, sem resolver ou dar as soluções [JON 96][DEL 97][STE 2000]. Isso pode ser feito através de um bloco de notas para a interação do professor com os alunos e da disponibilização de um Fórum de discussões.

Através deste bloco de notas, o professor, após verificar o andamento do trabalho, deve poder questionar e aconselhar o grupo ou membros do grupo inserindo mensagens que devem ser visíveis pelos alunos durante o tempo em que estiverem trabalhando no problema. Estas mensagens podem ser simples observações sem necessidade de resposta, como também podem ser perguntas específicas com obrigatoriedade de resposta.

O fórum deve ser uma ferramenta utilizada majoritariamente pelos próprios alunos para discutirem o processo de investigação, com a possibilidade da participação do professor, que poderá incluir mensagens pontuais que sirvam para ajudar no processo de tutoria.

5.2.3 Avaliação

A avaliação dos alunos deve ser feita pela análise das habilidades e da participação dos alunos, demonstradas no processo de investigação [DEL 97][STE 2000]. Esta análise é feita através da visualização das informações geradas pelos alunos durante todo o processo de aprendizado.

Todas as informações geradas pelos alunos poderão ser acessadas pelo professor. Isto inclui as anotações incluídas na investigação, no diário de bordo, na agenda, nas mensagens incluídas no fórum e por meio da análise do produto final e do questionário de metacognição. O professor deve visualizar estas informações escolhendo um aluno específico ou um grupo inteiro e informando o período que deseja pesquisar.

5.3 Suporte ao Aluno

O suporte ao aluno é disponibilizado mediante recursos que apoiam as etapas do processo de aprendizado PBL, que apesar de construtivista, utiliza uma abordagem com estrutura bastante particular, conforme descrito na seção 2.3.1.

5.3.1 Visualização do Problema

As informações sobre o problema devem seguir o modelo de Bridges [BRI 92], no qual são apresentados a descrição do problema, os objetivos e as referências básicas. Adicionalmente cada problema deve conter um conjunto de características copiado de um caso escolhido no sistema CBR, complementado pelo professor.

Kolodner e Guzdial [KOL 2000] afirmam que um dos componentes importantes para abordagens de ensino baseadas no CBR é a análise e seleção feita pelos alunos, das informações úteis para a resolução do problema. Para tanto o ambiente deve mostrar o conjunto total de características possíveis de um caso, independente de elas possuírem algum valor ou não. Caberá ao aluno verificar qual característica contém informações válidas para resolver o problema.

5.3.2 Investigação

Uma das idéias da abordagem PBL é levar os alunos a utilizarem a mesma metodologia aplicada nas investigações científicas, na qual são identificados o problema e as hipóteses dando início a um processo de investigação para buscar a solução, ilustrando a influência da Teoria da Investigação de Dewey [TEI 55] na abordagem PBL.

O ambiente deve utilizar a organização deste processo em um quadro de investigação baseado em Barrows [BAR 85][DEL 97] e Stepien, Galagher e Workman *Apud* [LIT 99], dividindo o quadro em hipóteses, em informações de que os alunos já tem conhecimento, em informações que eles precisam saber para resolver o problema, e em um plano de ação para buscar estas informações. Neste quadro a coluna de hipóteses será preenchida em textos colaborativos, enquanto que as demais colunas serão preenchidas com textos individuais.

Outra funcionalidade do ambiente proposto deve ser a possibilidade de iniciar uma discussão no fórum a partir deste quadro. Desta maneira os alunos podem ir discutindo com mais profundidade os conceitos que possuem e que estão pesquisando para resolver o problema.

5.3.3 Construção da Solução

Cada problema finaliza com a elaboração de um produto final ou performance dos alunos [DEL 97]. O ambiente deve implementar este conceito permitindo ao aluno o desenvolvimento de um produto final (solução), que deve ser construído em um texto colaborativo pelos alunos. As informações necessárias para a construção deste produto final devem ser informadas pelo professor em um enunciado da solução incluído no processo de desenvolvimento do problema.

5.3.4 Metacognição e Revisão

Segundo Barrows [BAR 85], a metacognição possibilita aos alunos a habilidade de continuamente verificar seu processo de raciocínio e conhecimento, suas decisões e suas análises do que estudaram. Para auxiliar nesta etapa, o ambiente deve utilizar um questionário com algumas perguntas, que deverão ser incluídas pelo professor no desenvolvimento do problema, para que os alunos respondam subjetivamente estimulando a metacognição dos conceitos.

5.4 Considerações Finais sobre o Ambiente Proposto

Conforme abordado neste capítulo procurou-se contemplar no ambiente proposto a maioria dos recursos necessários para um ambiente de aprendizado construtivista, para o suporte ao aluno e para o suporte ao professor. O quadro abaixo resume as funcionalidades propostas.

Componentes de um Ambiente de Aprendizado Construtivista				
Área Problema	Casos Relacionados	Recursos de Informação	Ferramentas Cognitivas	Conversação e Colaboração
Dados e características do problema	Pesquisa direta no DUMBO	Referências HTTP no problema e características	Quadro de Investigação	Quadro de Investigação e fórum
Suporte ao Processo de Aprendizado				
Visualização do Problema	Investigação	Construção da Solução	Metacognição	
Dados e características do problema	Quadro de Investigação	Produto Final colaborativo	Questionário para metacognição	
Suporte ao Professor				
Desenvolvimento Problema	Tutoria	Avaliação		
A partir de cópia de caso do DUMBO	Bloco de Notas e Fórum	Quadro de investigação Produto Final, metacognição e fórum		

QUADRO 5.1 - Recursos do Ambiente Proposto

6 AAERO

O protótipo que implementou o ambiente proposto, denominado de AAERO (Ambiente de Aprendizado para o Ensino de Redes de Computadores orientado a PrOblemas), foi desenvolvido de forma a se integrar com o sistema CBR DUMBO. Esta integração permite ao professor utilizar os dados de um caso real do domínio de Redes de Computadores para modelar um problema que melhor se adapte ao currículo proposto, além de disponibilizar aos alunos a consulta de casos encerrados e a simulação de novos casos diretamente no DUMBO, sem comprometer sua biblioteca de casos.

6.1 Visão Geral

O ambiente é dividido em três módulos distintos, o **Módulo de Autenticação**, o **Módulo do Aluno** e o **Módulo do Professor**. Os módulos do professor e do aluno têm integração com o sistema DUMBO. O primeiro utiliza o DUMBO para criar novos problemas e o segundo utiliza-o para simular novos casos e consultar a biblioteca de casos.

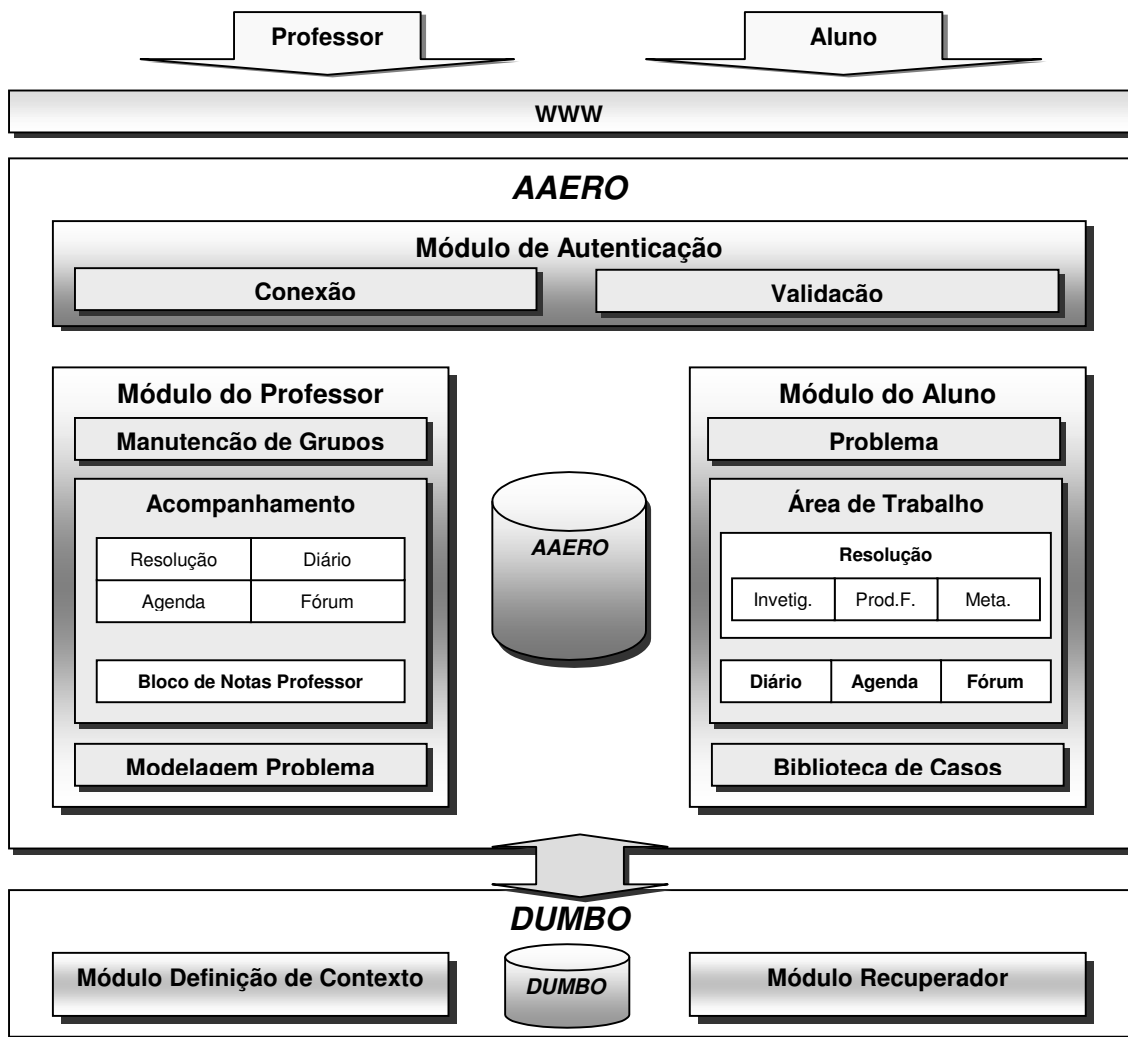


FIGURA 6.1 - Arquitetura do Ambiente

A interface do ambiente obedece a um mesmo padrão HTML tanto para o **Módulo do Aluno** como para o **Módulo do Professor**. Neste padrão a página HTML é organizada em três *frames* principais. Um *frame* superior em preto contém o menu principal; um *frame* cinza escuro na lateral esquerda, chamado de *frame* lateral, é variável de acordo com o item escolhido no menu do *frame* superior; e um *frame* na lateral direita, chamado de *frame* principal, onde são mostrados os dados ou formulários para interação com o ambiente. Em alguns casos específicos o *frame* principal é subdividido em outros dois *frames*, cuja parte superior solicita mais alguns dados para pesquisa, e a inferior mostra os dados solicitados.



FIGURA 6.2 - Padrão de interface do ambiente

Na lateral direita do *frame* superior, além dos itens do menu, que correspondem às seções disponíveis, são mostrados o nome do aluno e o modo em que o sistema está operando (aluno ou professor). No Módulo do Aluno, existe também um pequeno *frame* inferior, que está visível o tempo todo mostrando o “Bloco de Notas do Professor”

6.2 Módulo de Autenticação

A utilização do ambiente começa pela execução do módulo de autenticação do usuário. Este módulo inicialmente mostra a página de entrada para que o usuário digite seu nome de usuário e senha. Ao fornecer estes dados o módulo de autenticação verifica se este é um usuário válido e que tipo de usuário é. Então o ambiente cria uma nova sessão de usuário e aciona o módulo correspondente ao seu tipo.

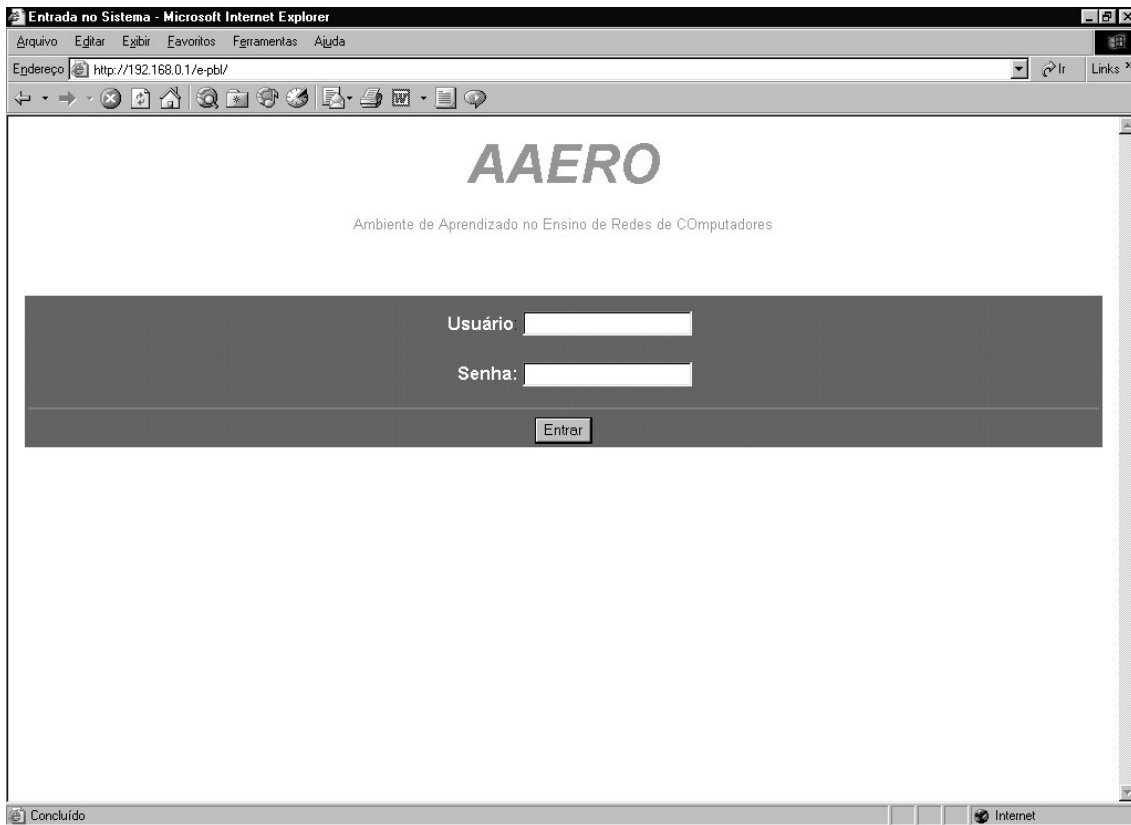


FIGURA 6.3 - Tela de Autenticação do Ambiente

6.3 Módulo do Professor

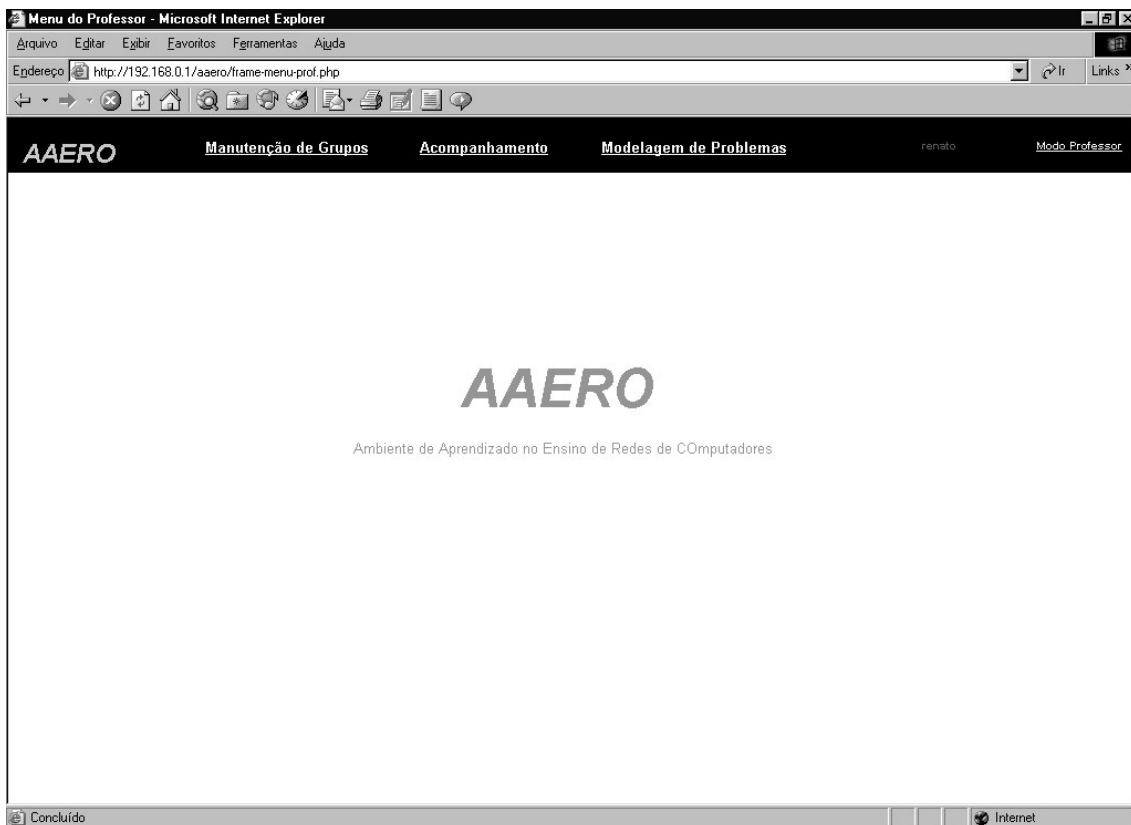


FIGURA 6.4 - Tela principal do professor

A interface para o professor é bastante simples e ao entrar no sistema, ele encontra no *frame* superior um menu com acesso a três seções: a seção de ‘Manutenção de Grupos’, a seção de ‘Acompanhamento’, e a seção de ‘Modelagem de Problemas’.

6.3.1 Manutenção de Grupos

Na seção ‘Manutenção de Grupos’ o professor pode criar, alterar e incluir membros em um grupo. O *frame* lateral desta seção contém um item ‘Novo Grupo’ e logo abaixo a lista de todos os grupos existentes criados pelo professor.

A criação do grupo é feita através do item ‘Novo Grupo’, que mostra no *frame* principal um formulário para sua inserção. Neste formulário o professor informa o problema que o grupo deverá resolver, o nome do grupo, a disciplina da qual a resolução do problema faz parte, a instituição, o período que o grupo tem para resolver o problema e o problema propriamente dito.

Para cadastrar os membros do grupo ou alterar os dados de um grupo, é necessário clicar em um grupo constante na lista de grupos existentes. Ao escolher um grupo, o ambiente mostra no *frame* principal um formulário preenchido com os dados cadastrados para aquele grupo, uma tabela com a lista dos membros do grupo até então cadastrados e uma janela para inclusão de novos membros. Todos os dados do grupo podem ser alterados, com exceção do número de identificação e do problema.

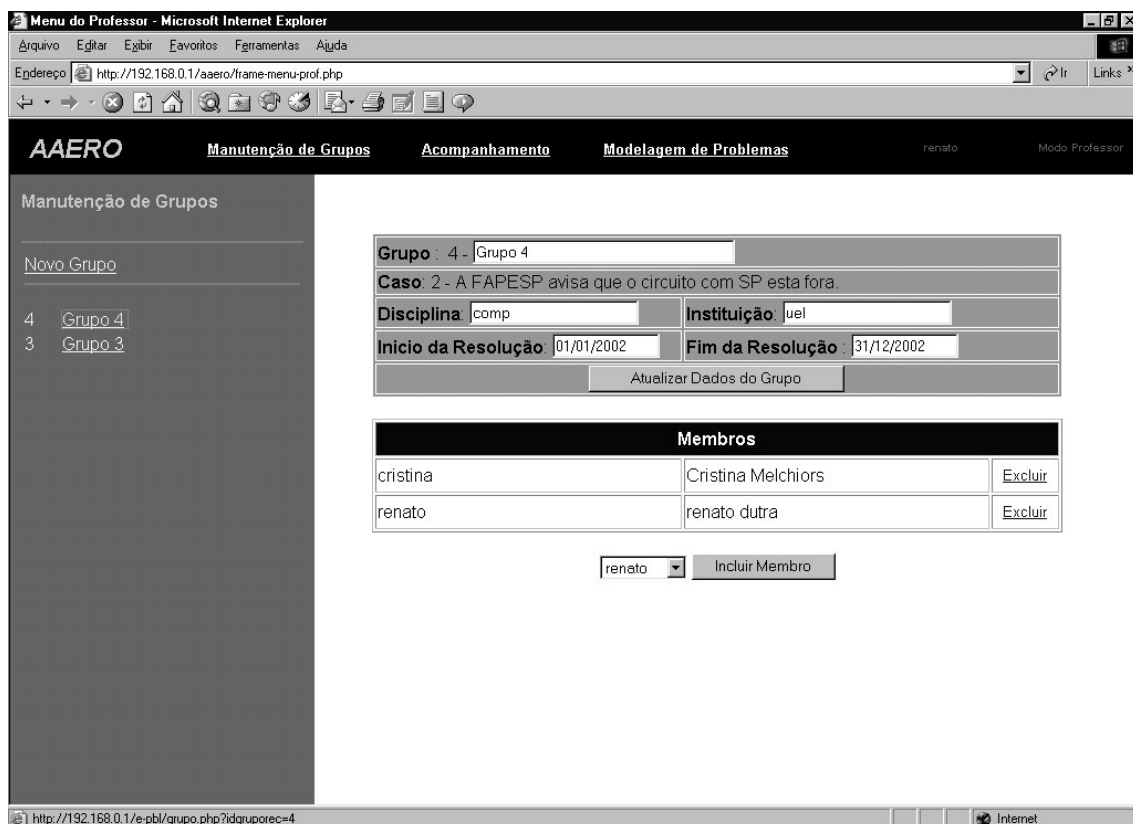


FIGURA 6.5 - Tela de Manutenção de Grupos

A alteração dos dados do grupo pode ser feita corrigindo os dados no formulário e clicando no botão “Atualizar Dados do Grupo”. A exclusão de algum membro é feita clicando no item “excluir” ao lado do nome do usuário na lista de usuários. A inclusão de um novo membro é feita escolhendo um aluno através da lista, mostrada na janela de inclusão abaixo dos nomes dos atuais membros, e clicando no botão “Incluir Membro”. Esta lista mostra todos os usuários do tipo aluno que não fazem parte de outros grupos que estejam resolvendo o mesmo problema.

6.3.2 Acompanhamento

O acompanhamento dos grupos e dos alunos é feito através da seção de “Acompanhamento”. Nesta seção o professor pode interagir com os alunos através do bloco de notas, verificar como os grupos estão trabalhando através de consultas às anotações dos grupos e interagir com os alunos através do fórum.

Para acessar estes recursos, o professor utiliza o formulário no *frame* lateral, onde ele deve escolher qual o grupo a pesquisar, um membro específico do grupo ou todos os membros, e especificar a opção (recurso), que pode ser uma consulta às anotações dos alunos em algum recurso, o acesso ao “Bloco de Notas do Professor” ou o acesso ao Fórum. O ambiente, então, mostra no *frame* principal a página da opção solicitada.

Hipóteses:	O que já sabemos?	O que não sabemos?	O que precisamos fazer?
1 - Provavelmente a configuração da rede está errada - renato <small>Criado em 10/02/2002</small>	1 - Conheço configuração no windows - renato <small>Criado em 10/02/2002</small>	1 - Falta conhecer os arquivos de configuração do linux - renato <small>Criado em 10/02/2002</small>	1 - Vou checar nos manuais do Red Hat, como se configura estações linux - renato <small>Criado em 10/02/2002</small>
2 - Uma outra alternativa é um problema de funcionamento com a placa de rede, o que gera quedas de conexão intermitentes - cristina <small>Criado em 10/02/2002</small>	2 - Eu conheço os utilitários para configuração do linux - cristina <small>Criado em 10/02/2002</small>	2 - Como funciona a numeração do TCP/IP - cristina <small>Criado em 10/02/2002</small>	2 - Vou procurar na internet como funciona a numeração do TCP/IP - cristina <small>Criado em 10/02/2002</small>

FIGURA 6.6 - Tela de consulta às anotações da Investigação

As opções de consulta compreendem as anotações inseridas pelos alunos nos recursos disponíveis no Módulo do Aluno. Estes recursos consistem em: quadro de

investigação, utilizado para a organização das idéias conforme o PBL; comentários das características, que são os comentários anexados pelos alunos para cada característica consultada; diário de bordo, utilizado para os alunos registrarem suas impressões sobre o problema; produto final, um texto colaborativo do grupo explicando sua solução; e metacognição, um questionário utilizado para que os alunos analisem suas idéias e conceitos.

Para acessar as opções de consulta, após escolher a opção (recurso), o aluno, através de um formulário adicional, deve informar ou não um período específico para delimitar o processo de consulta. Isso irá mostrar todas as anotações que obedecem ao critério selecionado, em quadros, onde aparecerão, além das anotações, os alunos que as fizeram e a data em que foram feitas. Nestas consultas, os itens que possuem textos colaborativos, como a coluna de hipóteses na investigação e o produto final, serão mostrados com todas as correções e complementações feitas no texto durante o período escolhido. Caso seja escolhido um aluno específico, serão mostradas somente as alterações e complementações feitas por aquele aluno.

O ‘Bloco de Notas do Professor’ é um recurso para que o professor interaja diretamente com os alunos. As notas incluídas neste recurso são mostradas aos alunos em um pequeno *frame* inferior que é visível para eles em qualquer seção do ambiente, permitindo que estas anotações sempre sejam vistas por todos os alunos.

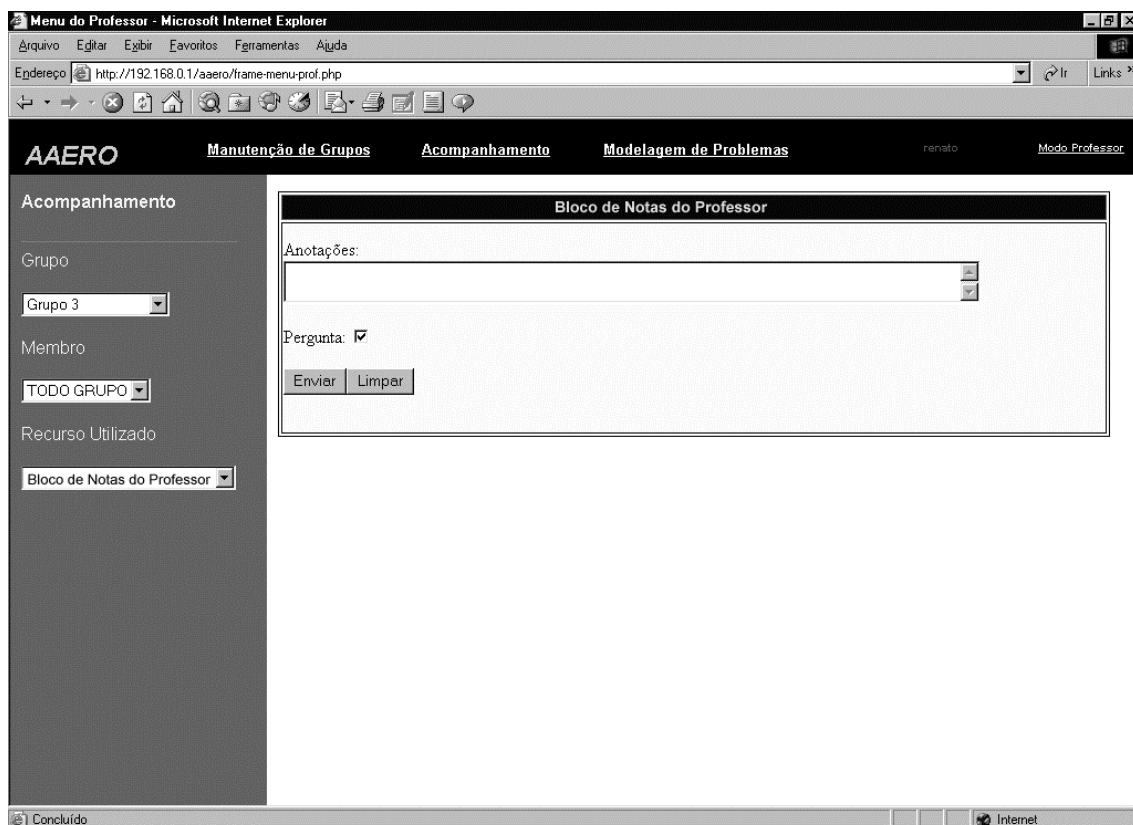


FIGURA 6.7 - Tela do formulário de inclusão no Bloco de Notas

Para incluir uma anotação o professor deve escolher a opção ‘Bloco de Notas do Professor’ no *frame* lateral, que mostra no *frame* principal um formulário para a inclusão desta anotação, no qual ele deve digitar o texto de sua anotação na janela

“Anotações” e indicar se será uma pergunta ou não através do *checkbox* “Pergunta”. Caso a anotação seja do tipo pergunta, esta, ao ser mostrada para o aluno, será precedida da palavra “Pergunta” em negrito, indicando que o aluno ou os membros do grupo deverão respondê-la através do formulário de resposta, mostrado após o aluno clicar sobre o texto da pergunta.

O “Fórum” é um recurso que tem como objetivo principal permitir aos alunos discutirem em profundidade suas dúvidas e idéias. Estas discussões podem ser iniciadas livremente ou a partir do “Quadro de Investigação” no Módulo do Aluno. Por isso ele também é um importante meio pelo qual o professor pode acompanhar a resolução do problema. Adicionalmente o fórum pode receber mensagens do professor, direcionando ou questionando as discussões do grupo. Para acessá-lo, o professor deve escolher a opção “Fórum” no *frame* lateral, que irá mostrar, no *frame* principal, a página do fórum do grupo escolhido, da mesma maneira que é mostrada para os alunos.

6.3.3 Modelagem de problemas

A modelagem de problemas se faz com uma cópia de um caso real existente na biblioteca de casos do DUMBO. A partir desta cópia, o professor pode excluir, alterar ou criar características para que o caso se transforme em um problema aplicável para a abordagem PBL.

O processo de escolha do caso no DUMBO para a modelagem do problema poderá ocorrer de duas maneiras: Pela listagem dos casos escolhendo-se o tipo de problema ou pela listagem dos casos através de uma palavra chave. Em ambas, o ambiente mostra os dados principais dos casos obedecendo ao critério de pesquisa, e logo abaixo de cada caso o botão “Modela Problema” que, ao ser clicado, mostra o formulário para a modelagem do problema.

Ao escolher o caso para a modelagem do problema, o ambiente mostra no *frame* principal um formulário com as principais informações do caso e a lista de suas características hierárquicas e específicas. Neste formulário o professor pode alterar a descrição do problema, acrescentar qual é o objetivo do aprendizado, quais as referências básicas, qual o enunciado do produto final e quais as perguntas do questionário para a metacognição.

Para cada característica listada, o professor pode alterar a descrição, alterar o valor e acrescentar outras informações como observação, arquivo (imagem para ilustração da característica) e referências (URL). Ele também pode excluir uma característica que não julgue interessante, tirando a seleção do *checkbox* “Incluir” (ao lado das informações de cada característica) ou incluir uma nova característica, clicando no botão “Incluir Carac”, que mostra novamente o formulário do problema incluindo uma nova linha de característica em branco.

Ao final da modelagem o professor deve preencher o enunciado de solução que irá aparecer no item “Produto Final” e informar o número mínimo de caracteres que este produto final deve ter.



FIGURA 6.8 – Tela de modelagem do problema a partir dos dados do DUMBO

Para gravar o problema o professor deve clicar no botão “Grava Problema” que grava definitivamente todas as informações do problema modelado. Depois de gravado o problema, o ambiente mostra no *frame* principal todos os dados do problema, inclusive seu número criado pelo AAERO, bastando que o professor clique no botão “OK” para que se termine o processo de modelagem do problema.

Gravado o problema, o professor pode alterar as informações do mesmo em um processo semelhante ao da criação, basta informar o número do problema na janela “Edita Problema” exibida no *frame* lateral, e será mostrado no *frame* principal o formulário para a sua atualização.

6.4 Módulo do Aluno

O objetivo do módulo do aluno é proporcionar ao aluno a possibilidade de aprender sobre Redes de Computadores através da abordagem PBL, disponibilizando recursos para a visualização do problema, ferramentas para a sua investigação e solução em grupo e acesso à biblioteca de casos do sistema DUMBO.

A interface do aluno segue o padrão do ambiente, descrito no início do capítulo, mas antes de entrar na tela principal e logo após a autenticação, o aluno deve escolher em qual problema irá trabalhar. Esta escolha é feita através de uma lista com todos os problemas não encerrados nos quais o aluno está participando (figura 6-9). Nesta lista são mostrados a descrição do problema, o grupo ao qual pertence e o período para a resolução do problema.

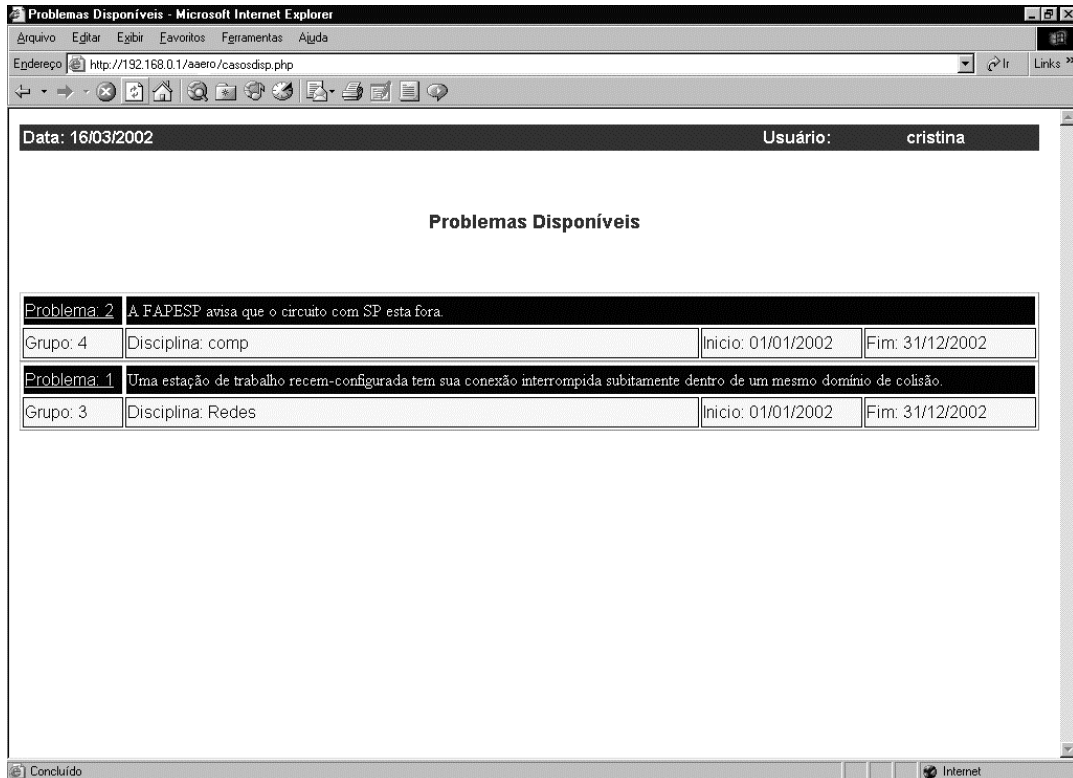


FIGURA 6.9 - Tela com os problemas disponíveis para o aluno

Após a escolha do problema o aluno visualiza seu menu no *frame* superior, contendo as três seções disponíveis: Problema, Área de Trabalho e Biblioteca de Casos.

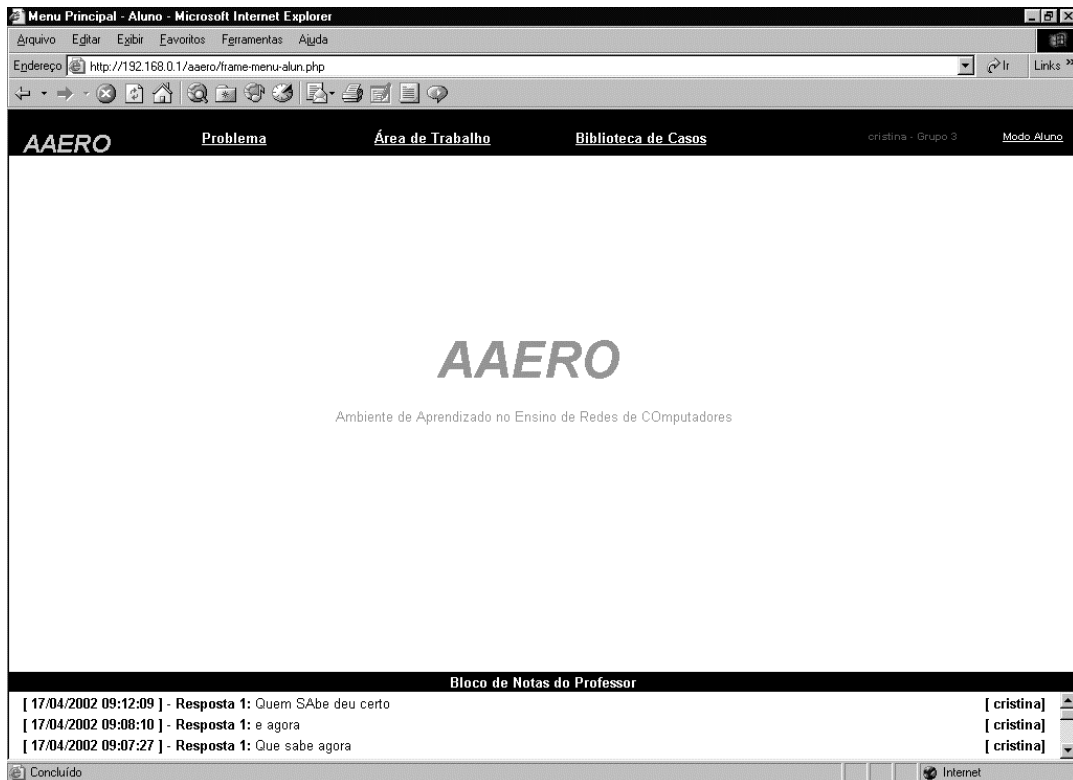


FIGURA 6.10 - Tela principal do aluno

6.4.1 Problema

A seção ‘Problema’ disponibiliza aos alunos todas as informações e características do problema no qual está trabalhando.

O acesso à visualização dos dados gerais do problema, pode ser feito através do item ‘Informações Gerais’ no *frame* lateral. O acesso às informações de todas as características do problema pode ser feito através de uma lista destas características que é mostrada no *frame* lateral, logo abaixo do item de ‘Informações Gerais’.

Para visualizar os dados de uma determinada característica, o aluno deve escolher uma das características da lista e clicar nela. Ao escolher, o ambiente mostra no *frame* principal as informações principais desta característica, que incluem os dados oriundos do DUMBO, as outras informações incluídas pelo professor como observações da característica e referências para pesquisa, uma imagem ilustrativa, além da lista de comentários dos alunos sobre a característica.

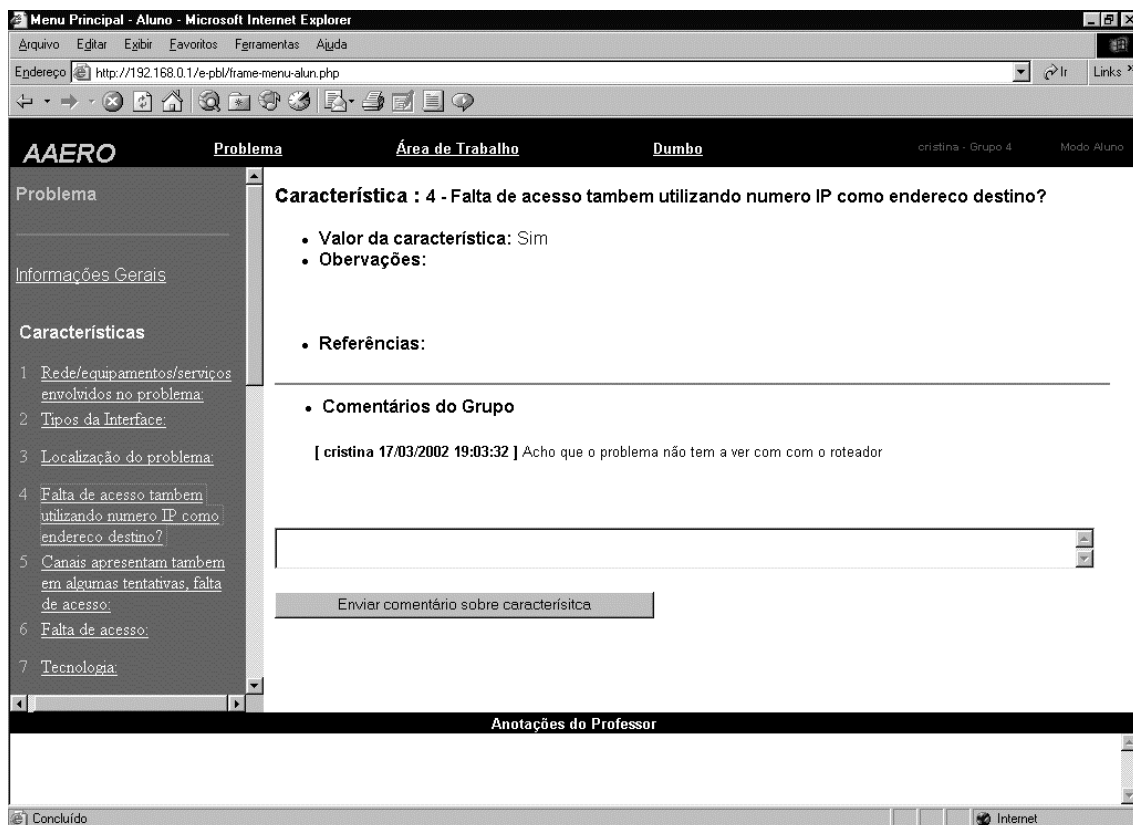


FIGURA 6.11 - Tela de visualização dos detalhes de uma característica

Inspirado na ferramenta CoMMIT [LAU 97], o AAERO permite que o aluno visualize e anexe comentários específicos para cada característica. Este comentário serve para um determinado aluno mostrar aos outros membros do grupo qual é seu conhecimento ou impressão sobre a característica visualizada. Para anexar um comentário, o aluno, após visualizar determinada característica, preenche suas impressões na janela mostrada abaixo das informações da característica e clica no botão ‘Enviar comentário sobre característica’. Este comentário será visualizado logo abaixo das informações da característica por todos os membros do grupo, inclusive seu autor,

quando estes consultarem esta mesma característica ou quando consultarem a seção “Área de Trabalho”.

6.4.2 Área de Trabalho

A “Área de Trabalho” é a seção na qual os alunos preenchem as etapas do processo de aprendizado no PBL e encontram os recursos que possibilitam a pesquisa e a colaboração a distância. Isso acontece através dos itens de “Investigação”, “Produto Final”, “Metacognição”, etapas principais do processo de aprendizado e também através de outros recursos de colaboração e organização como “Diário de Bordo”, “Agenda”, “Fórum” e visualização dos “Comentários das Características”

O item “Investigação” organiza as fases do processo de investigação em um quadro de anotações seguindo o modelo de Barrows [BAR 85][DEL 97] e Stepien, Gallagher e Workman *Apud* [LIT 99], que dividem este quadro em quatro colunas: “Hipóteses”, “O que sabemos?”, “O que não sabemos?” e “O que devemos fazer?”.

Hipóteses:	O que já sabemos?	O que não sabemos?	O que precisamos fazer?
1 - Provavelmente a configuração da rede está errada - renato	1 - Conheço configuração no windows - renato	1 - Falta conhecer os arquivos de configuração do linux - renato	1 - Vou checar nos manuais do Red Hat, como se configura estações linux - renato
2 - Uma outra alternativa é um problema de funcionamento com a placa de rede, o que gera quedas de conexão intermitentes - cristina	2 - Eu conheço os utilitários para configuração do linux - cristina	2 - Como funciona a numeração do TCP/IP - cristina	2 - Vou procurar na internet como funciona a numeração do TCP/IP - cristina
			3 - teste de um agendamento - cristina
<input type="button" value="Inserir"/>	<input type="button" value="Inserir"/>	<input type="button" value="Inserir"/>	<input type="button" value="Inserir"/>

Bloco de Notas do Professor

[17/04/2002 09:12:09] - Resposta 1: Quem SAbе deu certo [cristina]

[17/04/2002 09:08:10] - Resposta 1: e agora [cristina]

[17/04/2002 09:07:27] - Resposta 1: Que sabe agora [cristina]

FIGURA 6.12 - Tela do processo de investigação

Na proposta original de Barrows [BAR 85], este quadro era na verdade vários “quadros negros” distribuídos entre os grupos, contendo as quatro colunas, que iam sendo preenchidas pelos grupos à medida que avançavam nos problemas. No AAERO este quadro é eletrônico, acessado através do item “Investigação” no *frame* lateral, onde os alunos anexam suas anotações, seguindo a respectiva ordem das colunas, não permitindo, para o correto preenchimento, que uma anotação seja cadastrada sem que a coluna anterior tenha pelo menos uma anotação. Para anexar uma anotação, o aluno

encontra na parte inferior de cada coluna um botão ‘Incluir’, que ao ser acionado carrega o formulário para cadastrar uma nova anotação nesta coluna. Todas as anotações serão mostradas em ordem de registro, onde, além do texto aparecem o número da ordem em que a anotação foi cadastrada e o nome do aluno que a incluiu. O aluno pode alterar qualquer anotação incluída por ele, bastando clicar sobre o texto da anotação, para que o sistema mostre o formulário contendo o texto atual da anotação. Após alterar texto basta o aluno clicar o botão ‘Incluir’, para gravar este novo texto.

A coluna de ‘Hipóteses’ permite a construção colaborativa das hipóteses, seguindo o modelo do *software* Equitext [RIZ 2000]. Ao contrário das outras colunas que só permitem anotações e alterações individuais, esta coluna permite que qualquer outro membro do grupo altere ou complemente uma hipótese, bastando que o aluno clique sobre o texto da hipótese, e siga o mesmo processo utilizado para alterar suas anotações. Os alunos sempre visualizarão nesta coluna sua última alteração, porém o professor visualizará todas as versões gravadas da hipótese.

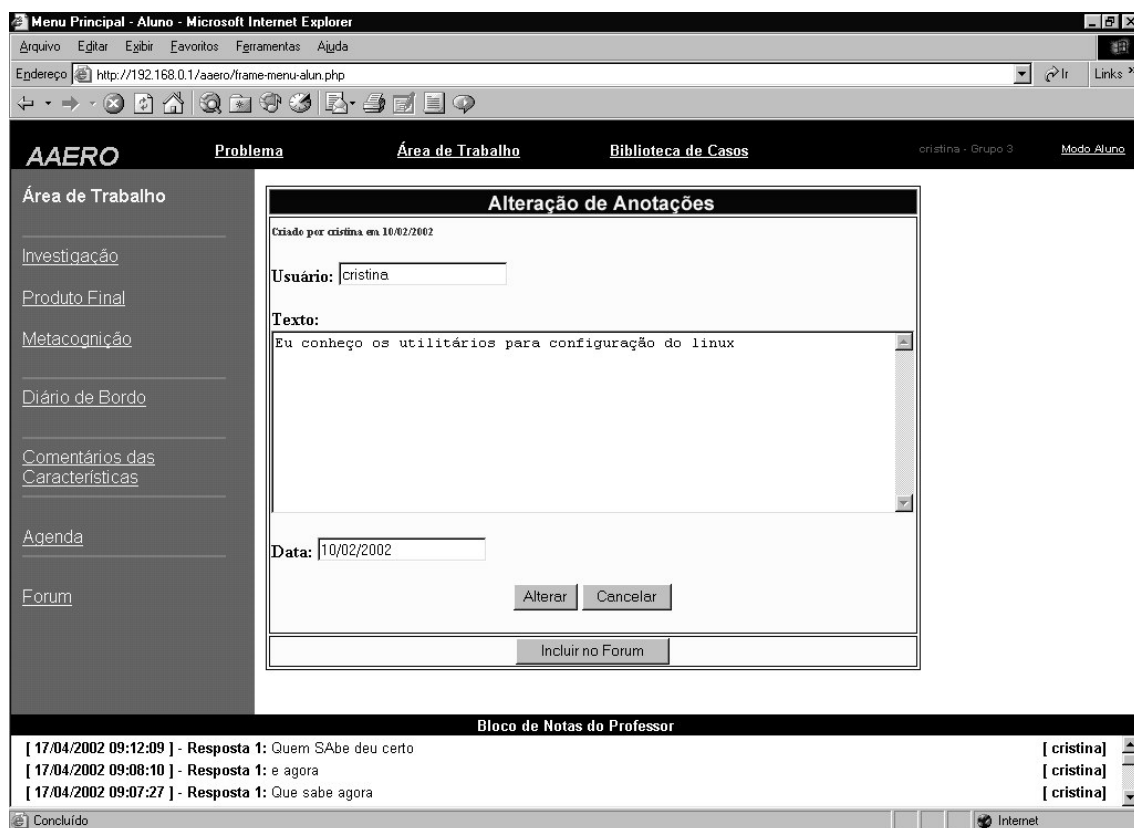


FIGURA 6.13 - Tela de alteração da coluna "O que sabemos ?"

As colunas “O que sabemos?” e “O que não sabemos?”, inspiradas na ferramenta WebSmile [GUZ 97], permitem aos alunos criarem um assunto no ‘Fórum’, para que eles possam explicar os fatos sobre os quais já têm conhecimento, e, após o estudo individual, discutir os conceitos identificados na coluna “O Que não Sabemos?”. Esta funcionalidade pode ser utilizada clicando no botão “Incluir no Fórum”, localizado no formulário de alteração das anotações, abaixo do botão “Incluir”.

A coluna “O que devemos fazer?” é a última a ser preenchida pelos alunos e serve também para distribuir as tarefas entre eles. Ao cadastrar as informações nesta

pergunta, o aluno precisa informar também qual o período para aquela determinada ação individual, pois as informações deste quadro são automaticamente registradas em sua agenda.

O item “Produto Final” está acessível aos alunos, assim que todas as perguntas do quadro de investigação tiverem pelo menos uma anotação. A elaboração do produto final corresponde a um texto elaborado pelo grupo, que deve seguir enunciado e o número mínimo de letras indicado pelo professor. Este texto pode ser construído de forma colaborativa durante o processo de investigação, assim como acontece com as hipóteses, porém com a diferença de que, neste caso, o texto é único.

Descrição	Última Alteração	Data
<p>Descreva como o grupo chegou ao consenso sobre a solução.</p> <p>É consenso do grupo que o mais provável é que a numeração IP da estação com problema que deve ter um numero IP repetido. Para se corrigir este problema é necessário configurar a estação com um outro numero de IP que nenhuma outra máquina usa.</p>	cristina	10/06/2002

Verificar

Bloco de Notas do Professor

- [17/04/2002 09:12:09] - Resposta 1: Quem SAbE deu certo [cristina]
- [17/04/2002 09:08:10] - Resposta 1: e agora [cristina]
- [17/04/2002 09:07:27] - Resposta 1: Que sabe agora [cristina]

FIGURA 6.14 - Tela de edição do Produto Final

Para cadastrar ou complementar o “Produto Final”, os alunos devem clicar no item “Produto Final” mostrado no *frame* lateral, onde, então, o sistema mostra no *frame* principal um quadro com o texto atual da solução. Logo abaixo deste quadro o botão “Verificar” pode ser acionado para que o sistema verifique se o texto atingiu o mínimo de letras exigido pelo professor. A alteração do texto da solução pode ser feita através do formulário de alteração, clicando no botão “Editar”, alterando assim o texto mostrado no formulário e por último clicando no botão “Incluir”.

O item “Diário de Bordo” é o espaço onde o aluno registra e consulta suas notas e observações. Estas notas podem ser feitas de forma individual, em que só o autor consegue visualizá-las, ou de forma compartilhada, na qual todos os membros do grupo as visualizam. Para incluir ou consultar uma nota, o aluno deve escolher o item “Diário de Bordo” no *frame* lateral, que divide o *frame* principal em duas partes. Para incluir uma nova anotação, o aluno deve clicar no item “Incluir”, na parte superior do

frame principal, para que o ambiente mostre, na parte inferior, um formulário para a inclusão desta nota. Neste formulário o aluno informa a nota, indica se esta é individual ou para o grupo e então clica no botão “Incluir”. Para consultar suas anotações ou as anotações do grupo, o aluno, através do formulário mostrado na parte superior do *frame* principal, deve indicar na janela “Tipo Diário” se deseja pesquisar as notas individuais ou as do grupo, preencher a data inicial e a data final e clicar no botão “Pesquisar”. O ambiente então mostra todas as anotações suas ou as de seu grupo naquele período informado.

FIGURA 6.15 - Tela do Diário de Bordo (consulta)

A “Agenda” é o recurso para organizar as atividades dos alunos. Nela eles podem consultar e cadastrar suas tarefas individuais. Para acessar este recurso, o aluno deve clicar no item “Agenda”, para que sejam mostradas no *frame* principal todas as tarefas cadastradas por ordem decrescente de data além de um formulário para a inclusão de novas tarefas. Ao lado de cada tarefa cadastrada é mostrado um *link* para assinalar se esta foi concluída. Para cadastrar uma nova tarefa o aluno deve preencher as janelas do formulário contendo a data de início, a data de término, a anotação e clicar no botão “Cadastrar”. As tarefas não concluídas que estiverem vencidas serão lembradas aos alunos na entrada do ambiente, não deixando que estes esqueçam de concluir ou assinalar sua execução.

The screenshot shows a web browser window titled "Menu Principal - Aluno - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows "http://192.168.0.1/aaero/frame-menu-alun.php". The page has a header with "AAERO" and navigation tabs: "Problema", "Área de Trabalho", and "Biblioteca de Casos". The user is logged in as "cristina - Grupo 3" in "Modo Aluno".

On the left, there is a sidebar menu with options: "Área de Trabalho", "Investigação", "Produto Final", "Metacognição", "Diário de Bordo", "Comentários das Características", "Agenda", and "Forum".

The main content area features a table with the following data:

Data Início	Data Término	Agendamentos	Feito
01/01/2001	31/12/2002	teste de um agendamento	Concluido
15/03/2002	01/05/2002	Vou procurar na internet como funciona a numeração do TCP/IP	Em andamento Concluir
11/04/2002	25/04/2002	Teste oi	Em andamento Concluir

Below the table is a form titled "Adicionar tarefa na agenda". It contains input fields for "Data Início:" and "Data Término:", a text area for "Anotação:", and two buttons: "Cadastrar" and "Limpar".

At the bottom, there is a "Bloco de Notas do Professor" section with a list of forum posts:

- [17/04/2002 09:12:09] - Resposta 1: Quem SAbE deu certo [cristina]
- [17/04/2002 09:08:10] - Resposta 1: e agora [cristina]
- [17/04/2002 09:07:27] - Resposta 1: Que sabe agora [cristina]

FIGURA 6.16 - Tela de inclusão na Agenda

O "Fórum" é o recurso que permite aos alunos discutirem e analisarem os conceitos que estão sendo pesquisados. Seu funcionamento é similar a qualquer ferramenta de fórum, com a diferença de que seu uso é restrito aos membros do grupo e ao professor. O aluno pode participar das discussões do fórum escolhendo o item "Fórum" no *frame* lateral. Ao escolher este item o ambiente mostra no *frame* principal, a página inicial do fórum onde são listados todos os assuntos do grupo em discussão. Ao lado de cada assunto são mostrados os números de comentários e respostas enviados para este assunto, o usuário que criou o assunto e a data em que o assunto foi criado.

Através desta página inicial, o aluno pode pesquisar mensagens do "Fórum", informando a palavra-chave na janela de procura e clicando o botão "Buscar" ou criar um novo assunto clicando sobre o *link* "Novo Assunto", localizado acima da janela de procura. Ao escolher criar um novo assunto, o aluno visualizará o formulário para inserção da primeira mensagem do assunto. Neste formulário ele deve informar o título de sua mensagem na janela "Tópico", seu comentário na janela "Mensagem" e por último clicar sobre o botão "Cadastrar"

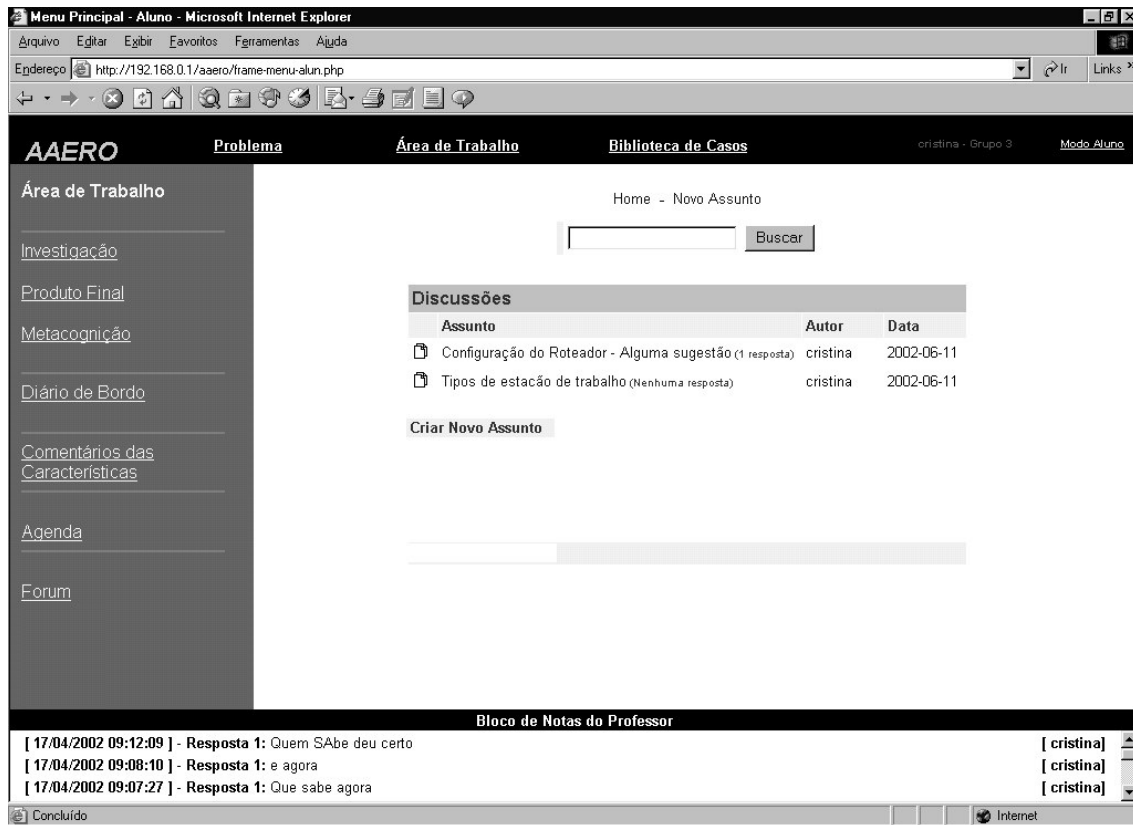


FIGURA 6.17 - Tela inicial do Fórum

Caso o aluno queira visualizar os comentários já enviados ou enviar um novo comentário, ele deve clicar sobre o título do assunto para que o sistema mostre uma nova página contendo todos os comentários para aquele assunto. Para enviar um comentário o aluno deverá clicar sobre o *link* “Responder”, logo abaixo da mensagem original, e então através do formulário mostrado, proceder da mesma maneira que na inclusão de um novo assunto, finalizando através do botão “Responder”.

6.4.3 Biblioteca de Casos

O ambiente, como dito anteriormente, estará totalmente integrado com o sistema DUMBO, seguindo as recomendações de Schank [SCH 92] e Kolodner e Guzdial [KOL 2000] para o acesso e manipulação às bibliotecas de casos dos sistemas CBR. Esta interação com o DUMBO é um dos recursos mais importantes do ambiente, e permitirá aos alunos simular novos casos, consultar casos encerrados, consultar similares e consultar um caso específico.

Para listar os casos encerrados o aluno deve clicar no botão “Casos Encerrados”, encontrado no *frame* lateral, para que o sistema mostre no *frame* principal uma lista resumida com todos os casos encerrados que estão cadastrados no DUMBO.

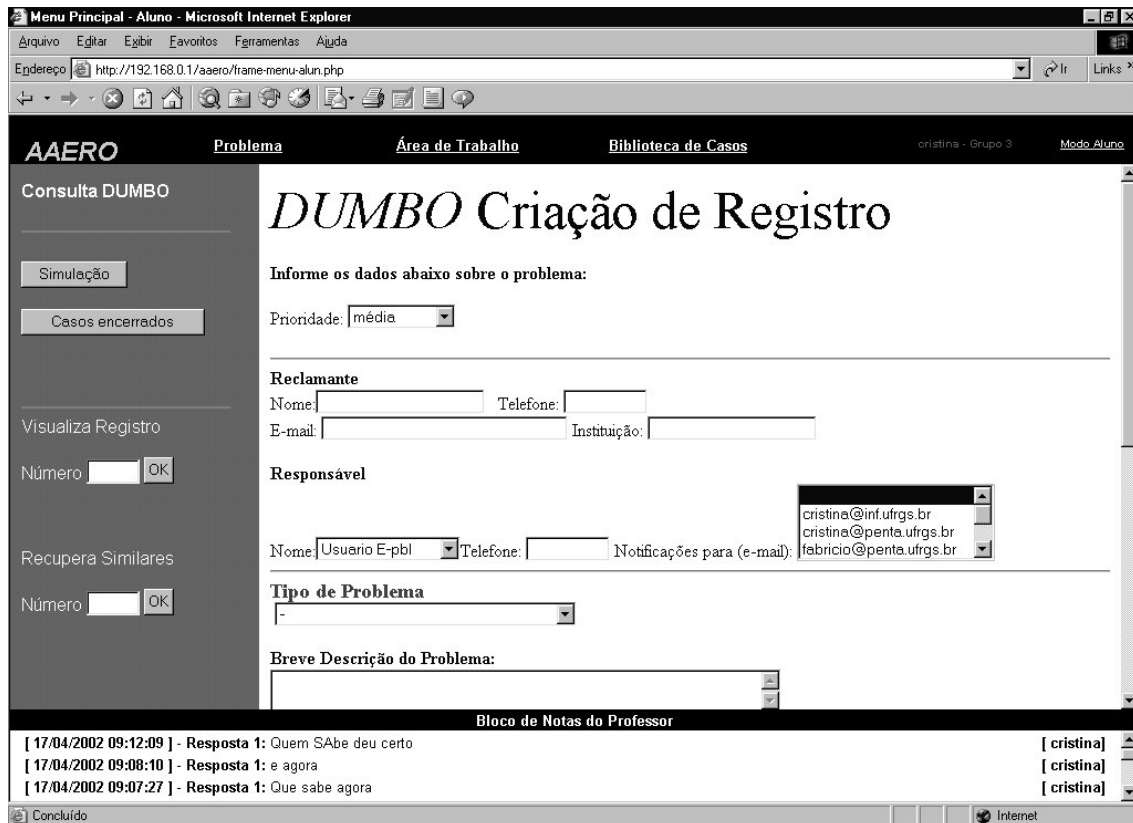


FIGURA 6.18 - Tela de simulação de um novo registro no DUMBO

Para simular um novo caso de diagnóstico, o aluno deve clicar no botão “Simulação” no *frame* lateral, para que o sistema DUMBO seja acionado de modo simulado. Ao este ser acionado, é feita uma sincronização do banco de dados de simulação com o banco de dados do DUMBO, e então é carregada a página de menu do DUMBO. A partir deste menu o aluno pode escolher o item “Incluir Novo Caso” para que a primeira página de definição de contexto seja mostrada. O aluno continua, então, o processo de definição de contexto, verificando similares e refinando a pesquisa, exatamente como ocorre no DUMBO. Adicionalmente, ele pode continuar esta simulação a qualquer momento, bastando para isso, indicar o numero do caso simulado na janela “Visualiza Registro Problema” no DUMBO e prosseguir pelo processo de refino. Estas consultas e edições são possíveis, pois o sistema, ao invés de gravar os dados nas tabelas do DUMBO, grava em um banco de dados espelho, utilizado somente para as simulações.

O aluno pode também consultar um caso específico digitando o numero do caso no campo “Visualiza Registro” e então visualizá-lo no *frame* principal. Após visualizar o caso, o aluno pode consultar similares através do botão “Recupera Similares” abaixo das informações do caso.

A busca de casos similares também pode ser feita diretamente do *frame* lateral bastando digitar o numero de um caso no campo “Recupera Similares” para visualizá-los no *frame* principal. A partir daí o aluno pode refinar a busca de similares assim como se faz dentro do DUMBO.

6.5 Considerações sobre Implementação

O DUMBO foi desenvolvido em uma arquitetura cliente-servidor [MEL 99], na qual os módulos cliente (CGI) são responsáveis pela interface com o usuário e o módulo servidor é responsável pelas funções de raciocínio e acesso ao banco de dados. Tanto os módulos cliente como o módulo servidor foram desenvolvidos na linguagem C e o banco de dados adotado foi o Postgres.

O Postgres não possui suporte adequado para as recentes versões do Unix e Linux, além de não poder ser acessado diretamente por linguagens como o PHP. Estas limitações indicaram que seria necessário, antes da implementação do ambiente proposto, a conversão do DUMBO para a utilização de um banco de dados mais atual. A conversão para o PostgreSQL se mostrou a mais indicada, pois, apesar de diferenças no acesso aos dados, ambas as versões mantêm semelhanças nas funcionalidades e tipos de dados, além dos recursos disponibilizados pelo PostgreSQL, considerado o banco de dados de código aberto mais poderoso atualmente [POS 2002].

O protótipo objeto deste trabalho foi desenvolvido de forma a dar todas as funcionalidades necessárias para a aplicação da abordagem PBL em um contexto de interação a distância através da Internet. Isto foi conseguido com a utilização da interface WWW utilizando *scripts* PHP e JavaScript.

6.6 Ambiente de Implementação

O protótipo foi desenvolvido com *softwares* de código aberto, facilitando e barateando o custo de implantação. A sua utilização pode ser feita em qualquer plataforma de *hardware* e *software* com acesso à Internet através de um navegador WWW.

O servidor utilizado na implantação e teste do protótipo foi um equipamento Pentium 200 Mhz, com 64 MB de memória RAM e 10 GB de disco rígido, utilizando o sistema operacional Conectiva Linux 7.1. Para que este servidor pudesse executar o protótipo, foram necessários os seguintes *softwares* e bibliotecas:

- ❑ Linguagem PHP 4.1, utilizado como linguagem de programação do ambiente;
- ❑ *Apache Web Server*, utilizado como servidor HTTP;
- ❑ *ADODB Database Library for PHP 1.72* [PHP 2002], utilizado como classe para acesso ao bancos de dados;
- ❑ PostgreSQL 7.1 [POS 2002], utilizado como banco de dados do ambiente.

6.6.1 PHP

A escolha do PHP se deveu principalmente à grande flexibilidade e portabilidade desta linguagem, considerada uma combinação de linguagem de programação com servidor de aplicações [SOA 2000]. Uma de suas maiores vantagens é possibilitar a criação de *scripts* com código fonte aberto embutidos no HTML

[CON 2001] que são pré-processados no servidor HTTP gerando um código totalmente HTML.

Ao contrario de concorrentes como ASP e Coldfusion que também são pré-processadores de hipertexto, o PHP é totalmente gratuito. Além disso, é uma linguagem estável, suporta diversas plataformas, trabalha bem com diversos bancos de dados e tem uma sintaxe fácil e amigável [SOA 2000].

O PHP foi criado inicialmente por Rasmus Lerdorf, um membro da equipe Apache, para uso em seu *site* pessoal no final de 1994. Algum tempo depois em resposta aos pedidos de usuários que conheceram seu trabalho ele lançou o Personal Home Page Tools e logo em seguida uma segunda versão com suporte ao SQL, o PHP/FI. Com sua popularização e com a contribuição principalmente de Zeev Suraski e Andi Gutmans nasceu o PHP3. Atualmente o PHP está na versão 4.2, sendo usado por praticamente dois milhões de *sites* em todo o mundo [SOA 2000][CON 2001].

6.6.2 ADOdb Database Library for PHP

Apesar do PHP oferecer suporte a diversos bancos de dados, o acesso a estes bancos não é padronizado. Cada extensão de banco de dados usa um API diferente e incompatível. O ADOdb é uma biblioteca de classes, com características similares ao Microsoft ADO, que cria uma camada de acesso a diversos bancos de dados. Ele possibilita a padronização do acesso aos dados, permitindo utilização de diversos bancos de dados com sem necessitar alteração de código [PHP 2002].

Atualmente o ADOdb oferece suporte ao MySQL, PostgreSQL, Interbase, Informix, Oracle, MS SQL 7, Foxpro, Access, ADO, Sybase, DB2, generic ODBC.

A utilização desta biblioteca permite a total portabilidade do ambiente para outros bancos de dados e a possibilidade de que em futuras atualizações haja uma interação transparentemente com outros sistemas e outros bancos de dados.

6.6.3 PostgreSQL

A utilização do PostgreSQL 7.1 como banco de dados do ambiente ocorreu principalmente devido à integração com o DUMBO, que originalmente utilizava Postgres. Adicionalmente, o PostgreSQL é um dos bancos de dados de código aberto mais avançado atualmente, sendo objeto-relacional e suportando transações [POS 2002].

O PostgreSQL é uma versão aperfeiçoada e depurada do Postgres95, uma versão com suporte ao SQL do antigo Postgres, que utilizava como linguagem proprietária de consulta o Postquel.

6.6.4 Conversão do DUMBO de Postgres para PostgreSQL

A conversão dos códigos fonte do DUMBO para acessar os dados no PostgreSQL, se iniciou com a conversão das consultas Postquel para consultas SQL,

seguindo o modelo publicado por Andrew Yu e Jolly Chien [CAR 2002], que demonstraram as alterações para o suporte ao SQL através do Postgres95.

Entre as alterações promovidas no código destacam-se o método de recuperação de tuplas em portais e o método de conexão além de uma série de outros detalhes. A alteração do método de conexão se deve ao fato de que no antigo Postgres, isto era feito automaticamente, necessitando somente especificar algumas variáveis. No PostgreSQL é necessária a utilização de uma variável que é declarada com uma função de conexão com todos os dados da conexão. Esta variável é referenciada a cada comando de acesso ao banco. Todas estas alterações estão resumidas em uma tabela mostrada no Anexo 3.

6.6.5 Alterações no DUMBO para o suporte a Simulação de Casos

Para a implementação da simulação foi criado um banco de dados espelho do banco de dados original do DUMBO. Isto foi necessário visto que o módulo de definição de contexto do DUMBO grava os dados no decorrer do processo. Sem esta implementação a cada simulação, os alunos estariam incluindo dados diretamente na biblioteca de casos do DUMBO, prejudicando sua qualidade.

Para incorporar este acesso ao espelho do banco de dados do DUMBO, foram alteradas todas as chamadas do *EstablishServer* e outras funções de acesso aos dados para incorporar o parâmetro do nome do banco de dados.

A página *HTML* de entrada (*enter.htm*) foi modificada para poder especificar qual o banco de dados que o DUMBO deve utilizar. Quando o DUMBO é iniciado através do AAERO, ele utiliza o banco de dados espelho, enquanto que, em sua execução normal este acessa seu banco de dados original.

O menu de entrada foi alterado no modo de simulação, modificando a função que montava os botões do menu, para identificar o banco de dados a ser usado e escolher a tela de abertura correta. Para diferenciar os casos criados na simulação, o sistema insere novos casos simulados a partir da numeração 10000, evitando assim que o caso possa ter um número igual ao do DUMBO.

6.7 Especificação SDL

Para conhecer melhor o funcionamento do AAERO, o Anexo 1 traz a especificação SDL [GRA 2002][IEC 2002] do sistema. A utilização da especificação em SDL se deve ao fato de este ser uma linguagem desenvolvida para a especificação formal de aplicações complexas, orientadas a eventos, interativas ou em tempo-real, independente da linguagem utilizada na implementação [IEC 2002].

6.8 Modelo de Dados

Para demonstrar melhor a organização dos dados do sistema AAERO, permitindo que futuros trabalhos possam aproveitar o ambiente proposto, é mostrado no Anexo 2 o modelo de dados do AAERO.

7 Conclusão

O presente trabalho teve o objetivo principal de desenvolver um ambiente de aprendizado para alunos de Redes de Computadores que proporcionasse o aprendizado pela prática [SCH 96], além de desenvolver habilidades para o auto-aprendizado e o trabalho em grupo.

Com este objetivo, buscou-se uma abordagem já consolidada no meio acadêmico e com princípios construtivistas, pois as abordagens construtivistas levam em consideração a construção do conhecimento através da interação com problemas e pela aprendizagem colaborativa. Outra característica importante foi o aproveitamento de trabalhos anteriores na área de Redes de Computadores, mais especificamente o sistema DUMBO [MEL 99].

A opção pelo PBL deveu-se a sua consolidada aplicação por mais de trinta anos, ao seu sucesso nas mais diversas áreas em instituições de qualidade e a sua abordagem, que por ser centrada em problemas possibilitou a integração e o aproveitamento da biblioteca de casos do DUMBO.

Buscou-se então analisar em profundidade as características dos ambientes CSCL e os requisitos necessários para um ambiente de aprendizado baseado no PBL. Com base nestas características foram pesquisados alguns *softwares* atualmente utilizados para a aplicação do PBL e CSCL.

Na análise destas ferramentas, verificou-se que apesar de algumas experiências e artigos relacionados ao suporte por computador para a abordagem PBL [KOS 96b][KOS 98], não havia nenhum modelo de análise que poderia ser aplicado. Então foi utilizada uma análise baseada nas idéias de Delisle [DEL 97] e Jonassen e Murphy [JON 99], que levam em consideração as características de um ambiente, o suporte ao professor e o suporte ao aluno no processo de aprendizado. Para cada um destes itens buscou-se um autor que expressasse estas características de maneira mais clara. Onde as características do ambiente foram analisadas com base nas idéias de Jonassen e Murphy [JON 99], o suporte ao professor baseou-se em Delisle [DEL 97] e o suporte ao aluno tomou como base o proposto por Stepien, Senn e Stepien [STE 2000] e, mais especificamente no processo de investigação, o modelo de Barrows [BAR 85] e Stepien, Galagher e Workman *Apud* [LIT 99].

Paralelamente foram pesquisadas as contribuições que a abordagem CBR poderia oferecer à aplicação do PBL, o funcionamento do sistema DUMBO e os requisitos para integra-lo com o novo ambiente. Concluiu-se com base nas idéias de Kolodner [KOL 96a][KOL 2000] que o DUMBO poderia ser utilizado para a proposição de novos casos a serem resolvidos pelos alunos e como ferramenta para consulta à sua biblioteca de casos, indicando diferentes maneiras de resolver um problema.

Definidas as características básicas para o ambiente de aprendizado e os requisitos para que o sistema DUMBO pudesse ser aproveitado, analisou-se qual seria a melhor maneira de integrar o sistema DUMBO, sem interferir em seu funcionamento normal. Optou-se por duas soluções: criar estruturas adicionais com a finalidade de copiar os dados do caso permitindo sua alteração na modelagem de um novo problema; e fazer uma cópia do banco de dados do DUMBO, permitindo a simulação de novos

casos. Neste caso, esta cópia deve ser sincronizada toda vez que se inicia uma nova simulação, permitindo simular tantos casos quantos forem necessários além de consultar posteriormente todas estas simulações sem interferir no sistema DUMBO.

Para dar a possibilidade ao aprendizado a distância além de oferecer flexibilidade e portabilidade ao ambiente, optou-se pela interface WWW, desenvolvida através do pré-processador de hipertexto PHP, o que demandou primeiramente a conversão do sistema DUMBO do Postgres para PostgreSQL.

Com o desenvolvimento do protótipo foi possível demonstrar uma alternativa viável para a aplicação do PBL e CBR, previsto por Kolodner e Guzdial [KOL 96a], especificamente no ensino de Redes de Computadores, constituindo uma evolução dos sistemas CINEMA, desenvolvido por Ewerton Madruga [MAD 94] e DUMBO desenvolvido por Cristina Melchioris [MEL 99].

7.1 Trabalhos Futuros

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram observadas algumas possibilidades para novas pesquisas e novos itens para desenvolvimento futuro.

Inicialmente, sugere-se realizar experimentos a fim de validar as funcionalidades propostas pelo ambiente e a aplicabilidade da abordagem PBL com grupos dispersos geograficamente.

Novas funcionalidades podem ser agregadas ao ambiente. Entre elas destacam-se a utilização de linguagem natural para a pesquisa de casos no DUMBO, fazendo com que a interação seja muito mais produtiva tanto para os professores como para os alunos, e a implementação de outros recursos para o trabalho colaborativo, tais como o *chat* e a videoconferência.

Um módulo de administração do sistema deve ser desenvolvido, possibilitando ao administrador do sistema manipular recursos e configurar o ambiente de acordo com as demandas de cada instituição.

Outro item que sugere maior pesquisa seria a possibilidade da utilização da realidade virtual para interagir com o problema, onde, por exemplo, o aluno poderia caminhar sobre uma topologia de rede, verificando a configuração e as informações geradas por elementos desta rede.

Anexo 1 Especificação formal do AAERO usando SDL

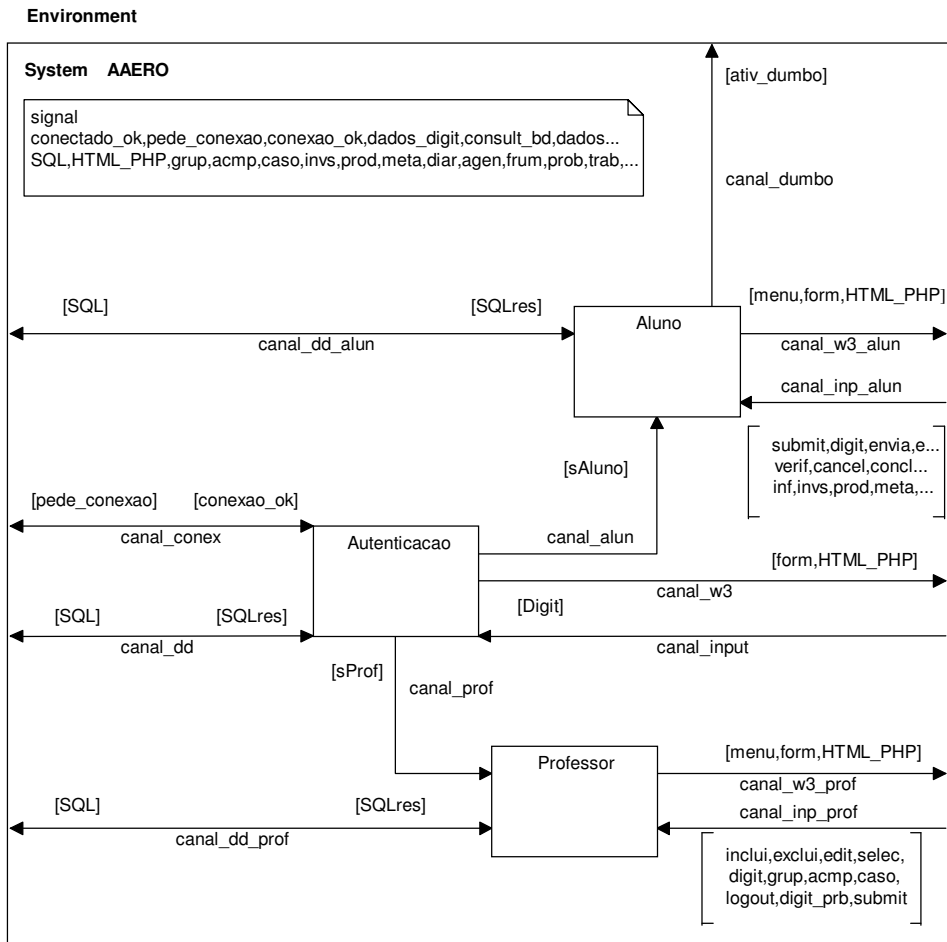


FIGURA A1.1 - Diagrama do sistema AAERO

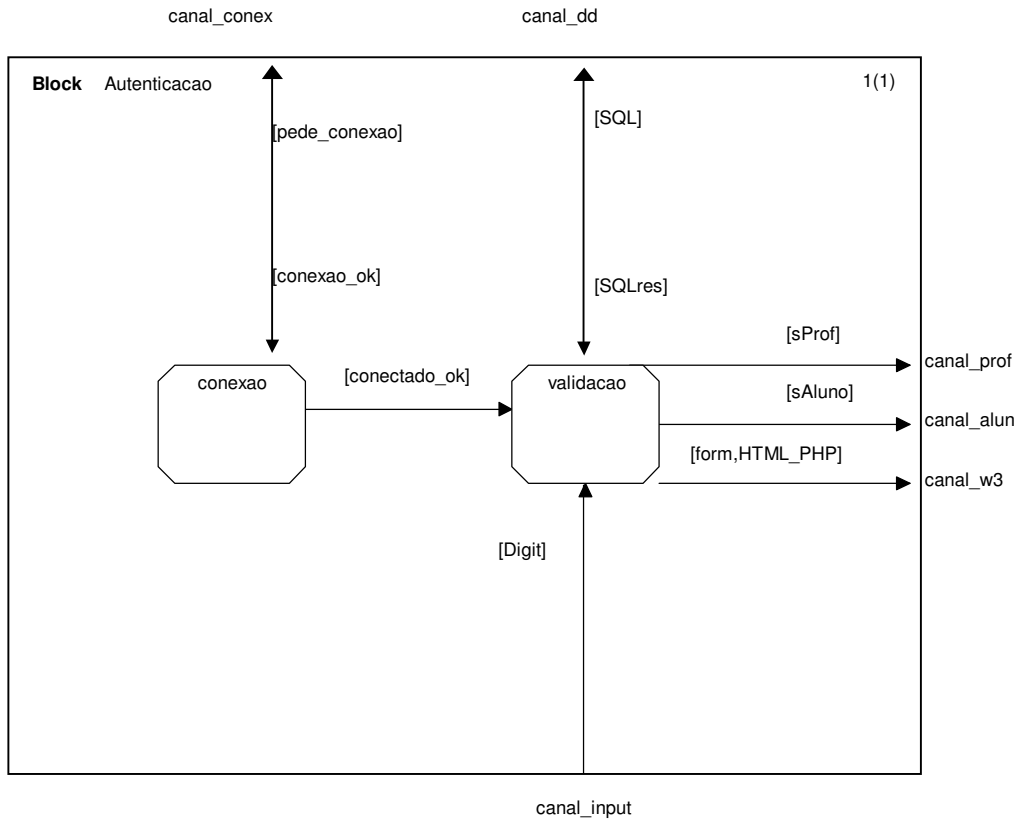


FIGURA A1.2 - Diagrama do bloco Autenticação

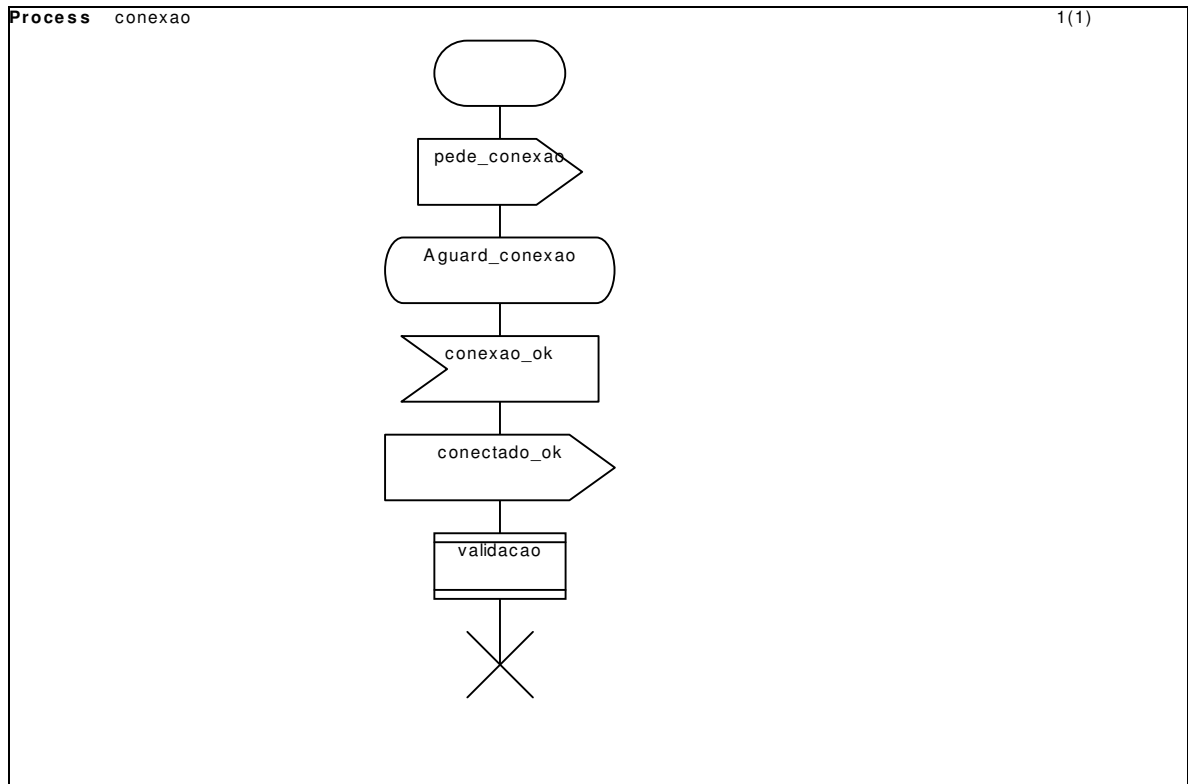


FIGURA A1.3 - Definição do processo Conexão

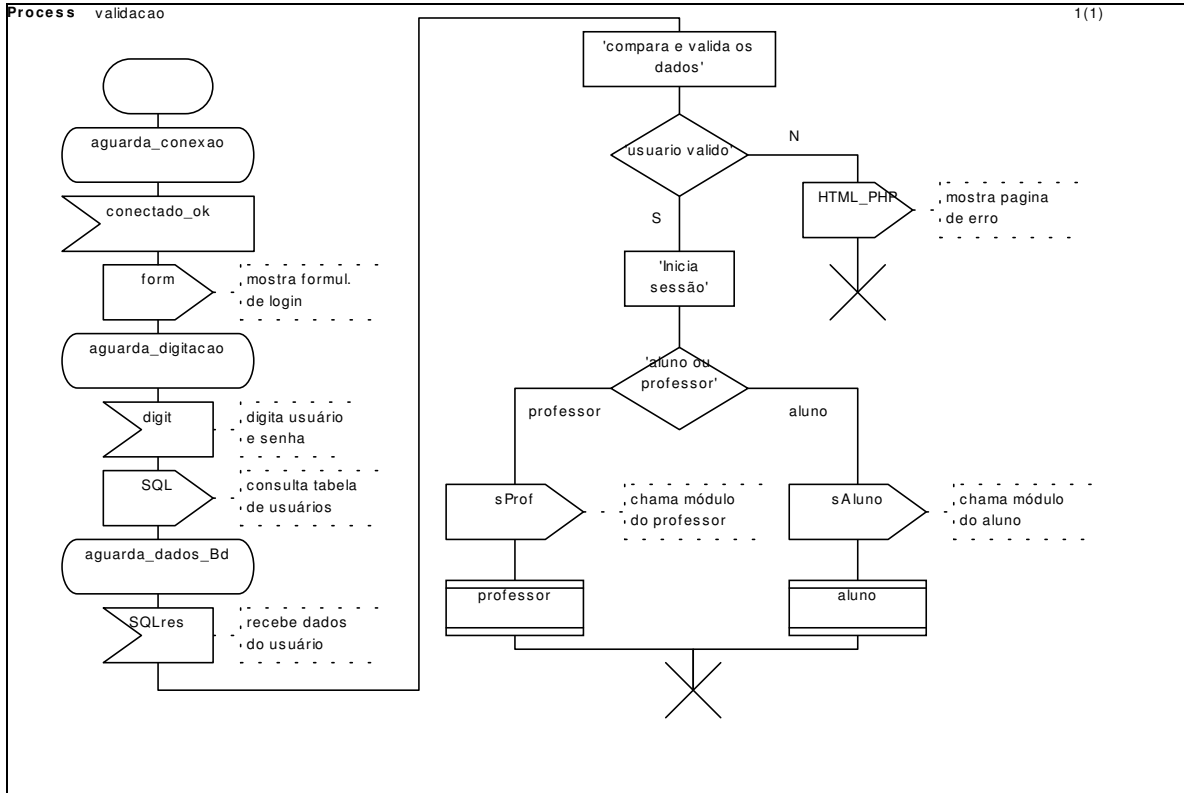


FIGURA A1.4 - Definição do processo validação

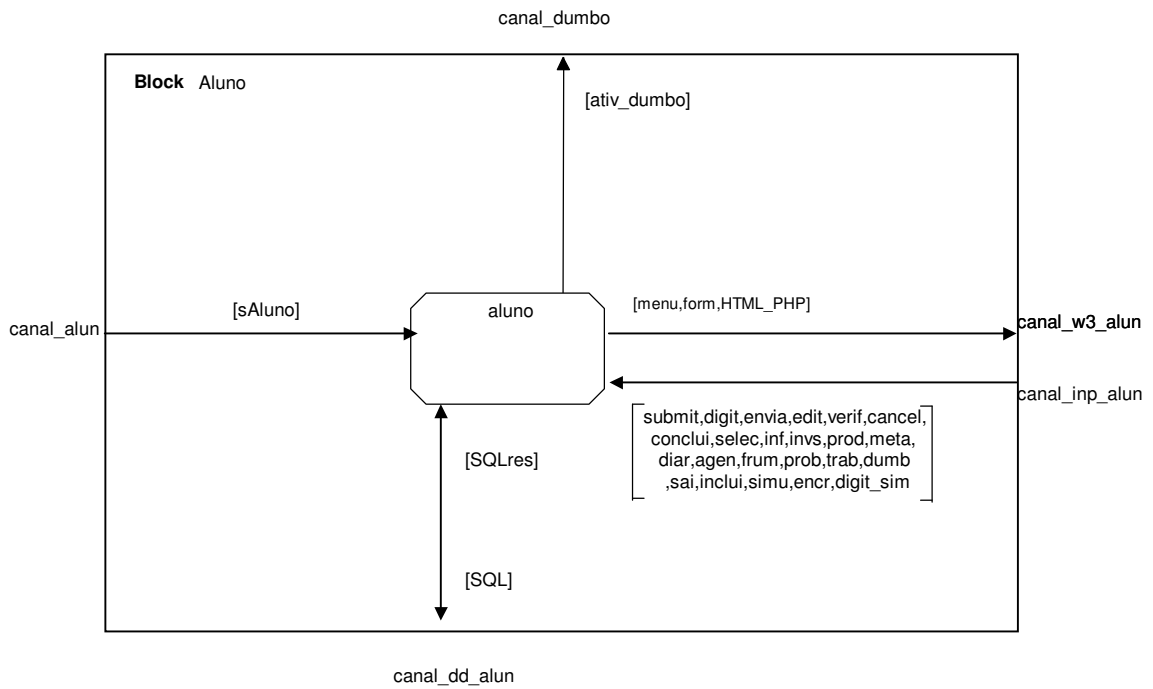


FIGURA A1.5 - Diagrama do bloco Aluno

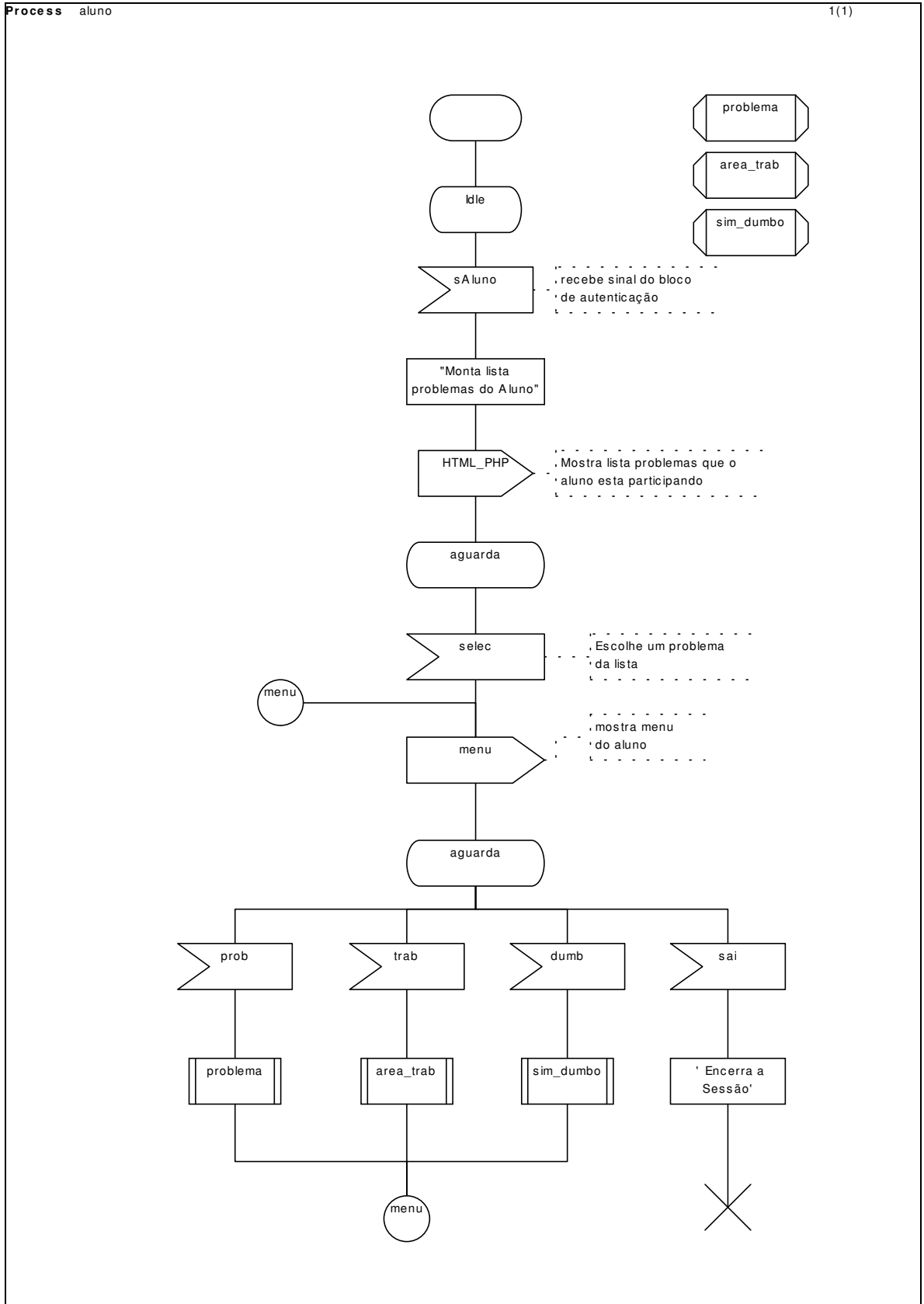


FIGURA A1.6 - Definição do processo aluno

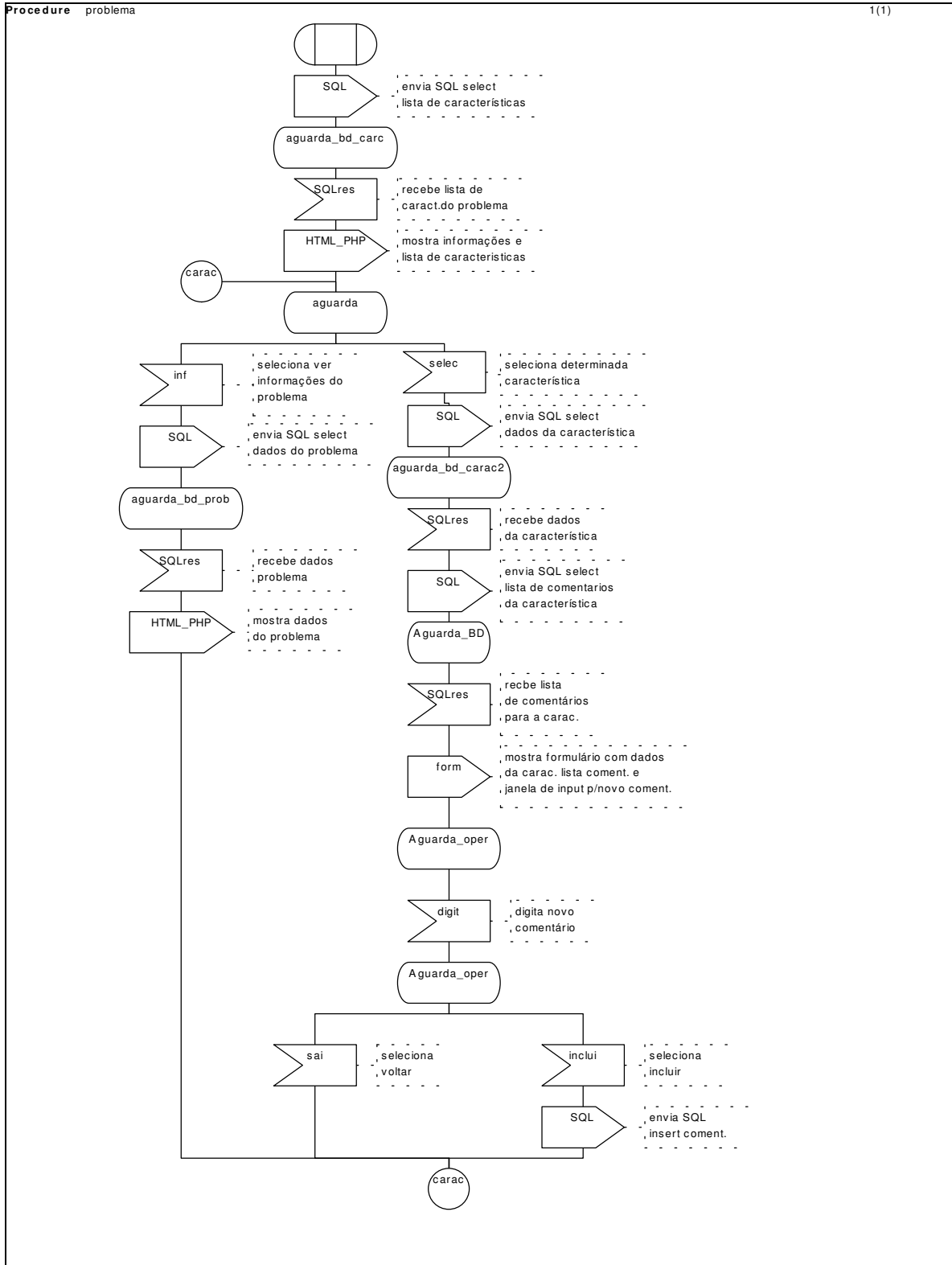


FIGURA A1.7 - Definição do procedimento problema

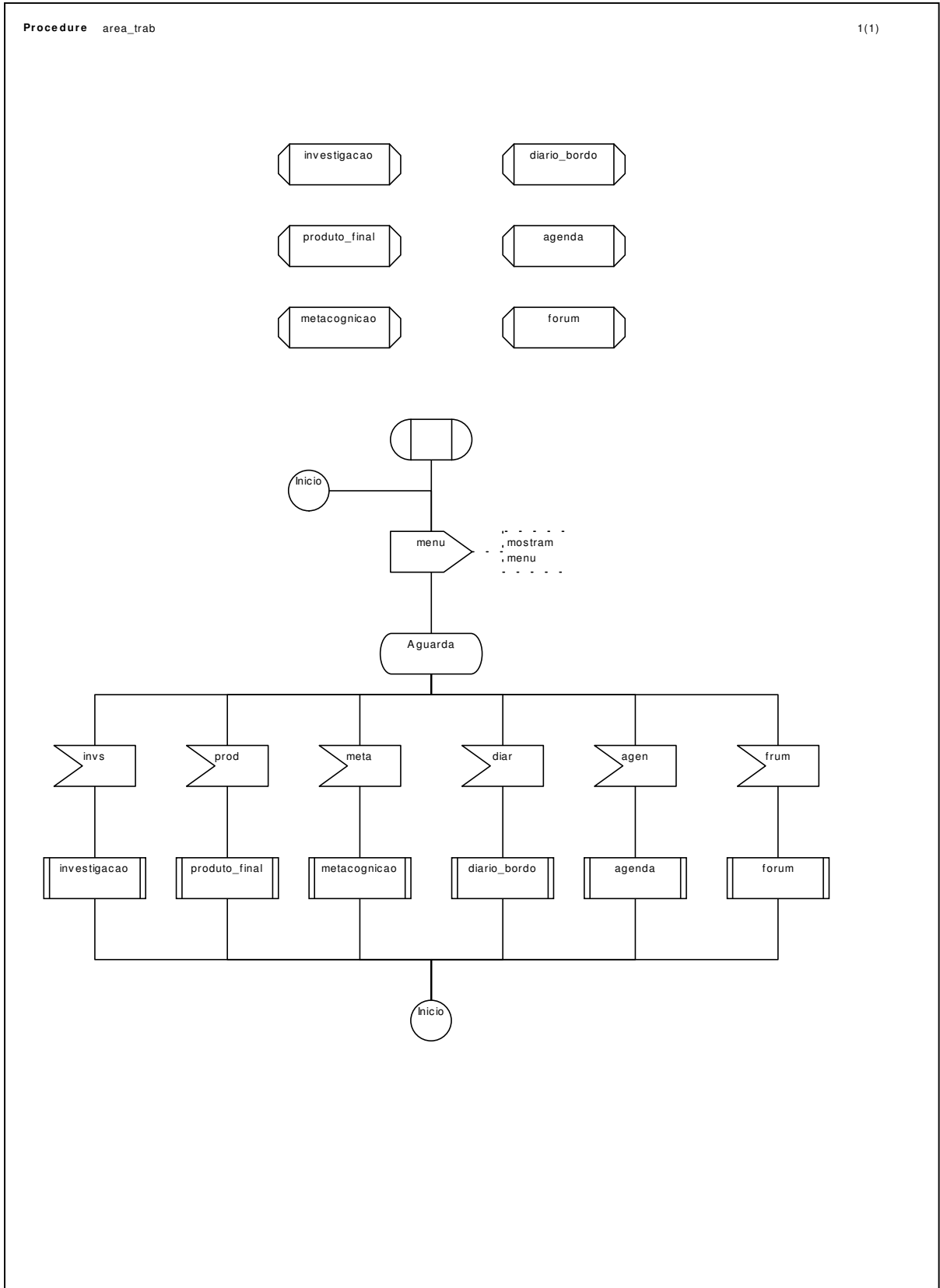


FIGURA A1.8 - Definição do procedimento area_trab

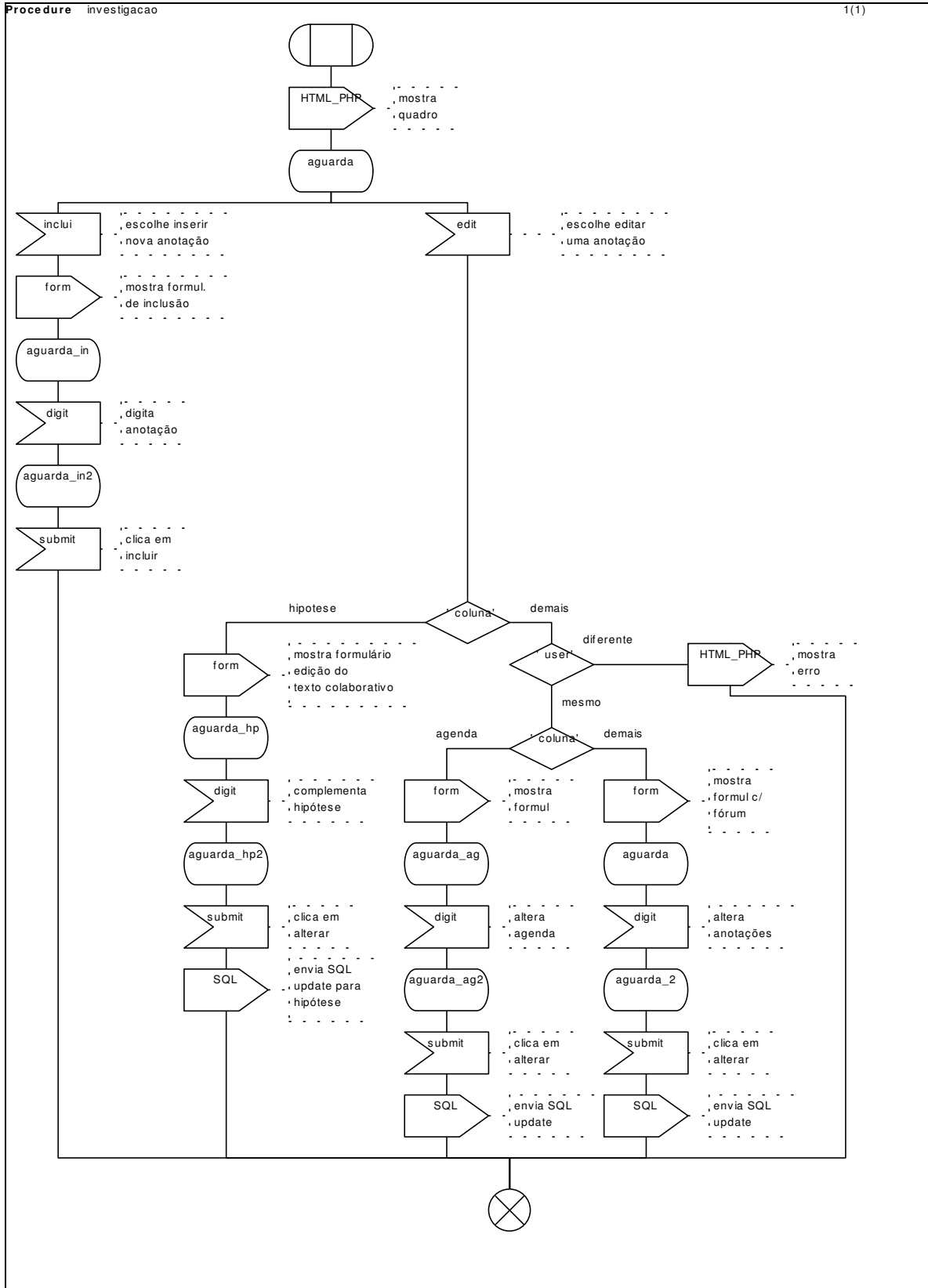


FIGURA A1.9 - Definição do procedimento investigação

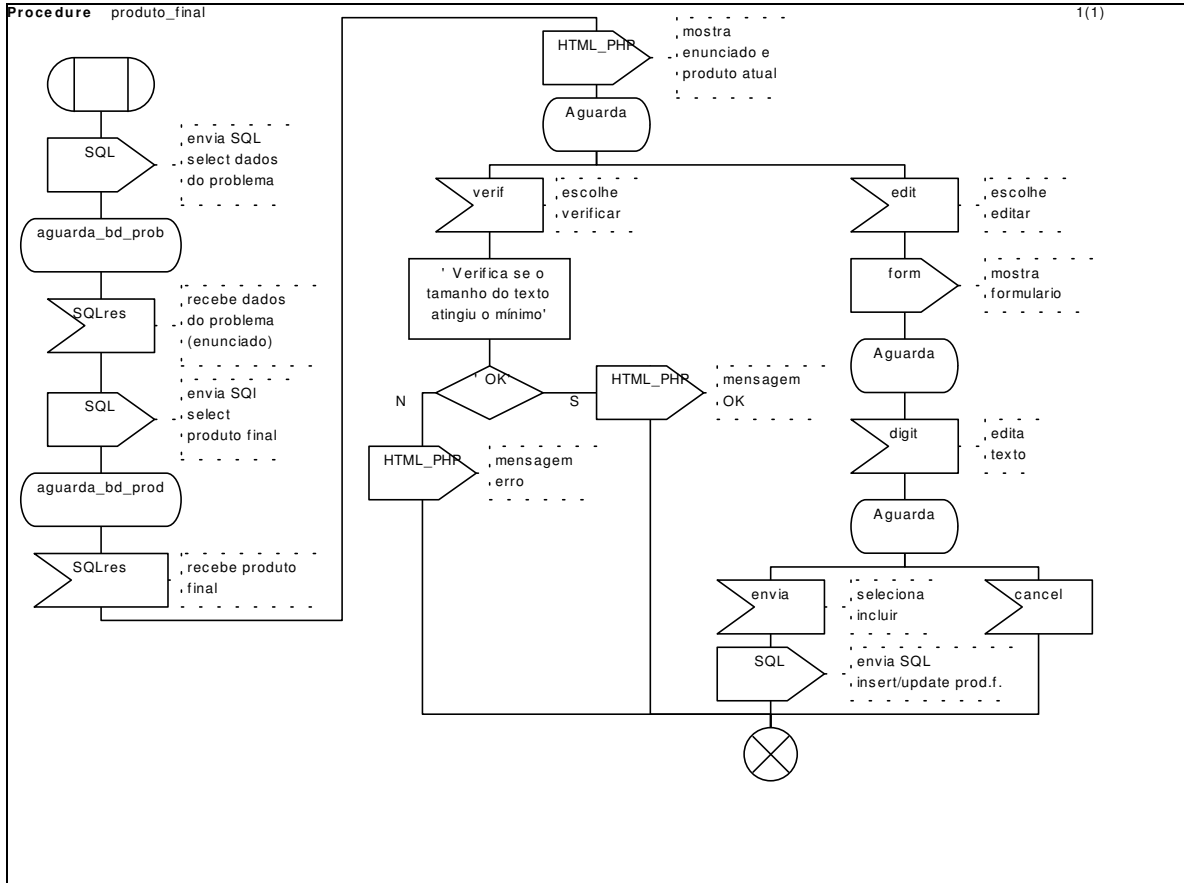


FIGURA A1.10 - Definição do procedimento produto_final

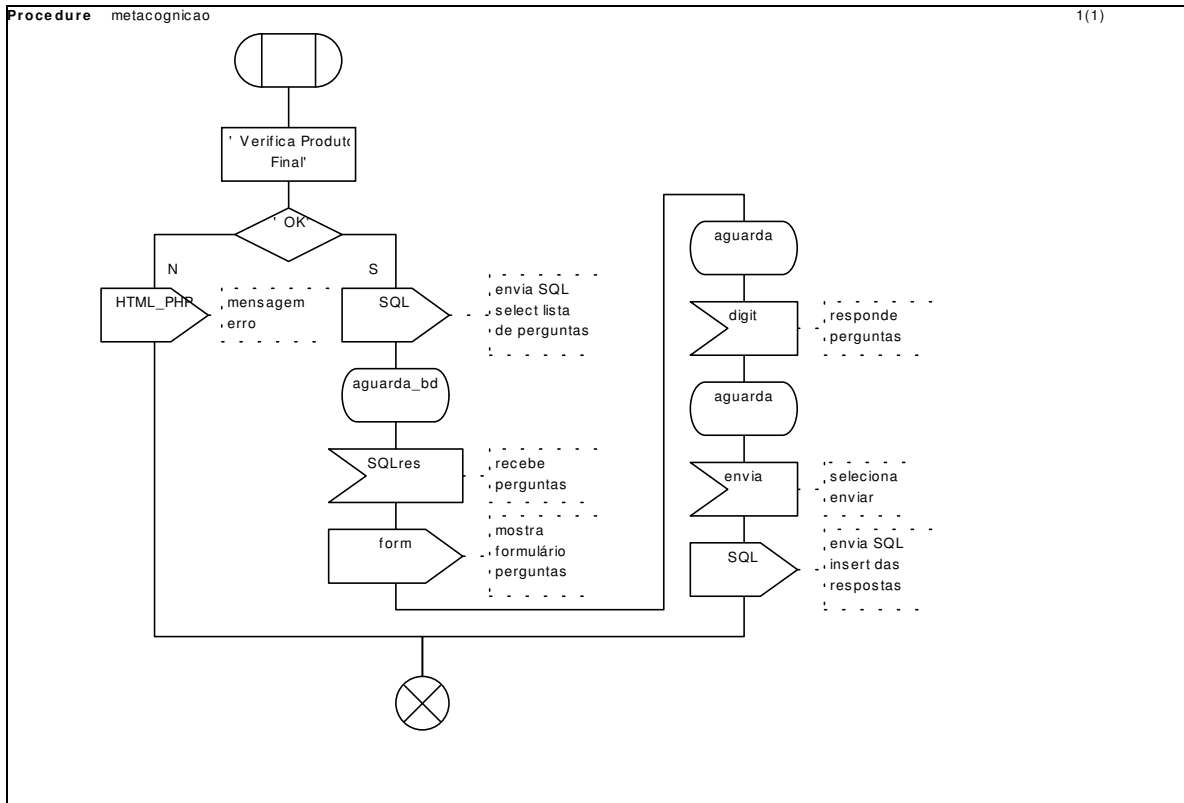


FIGURA A1.11 - Definição do procedimento metacognição

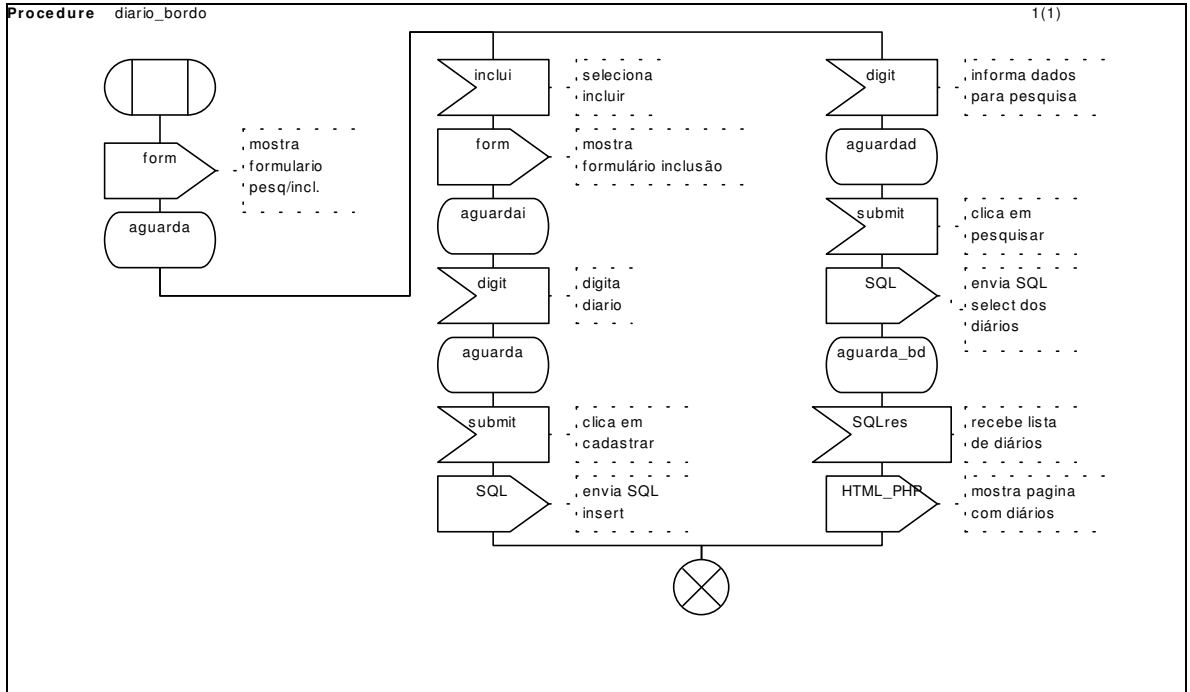


FIGURA A1.12 - Definição do procedimento diario_bordo

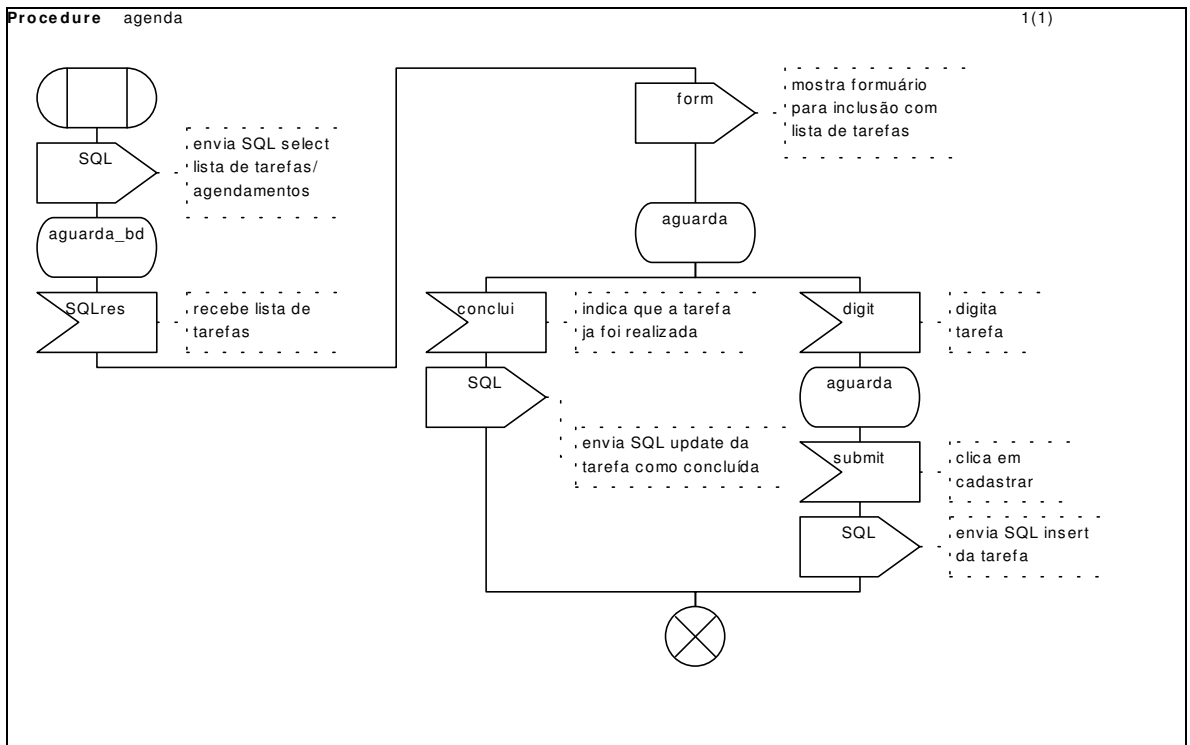


FIGURA A1.13 - Definição do procedimento agenda

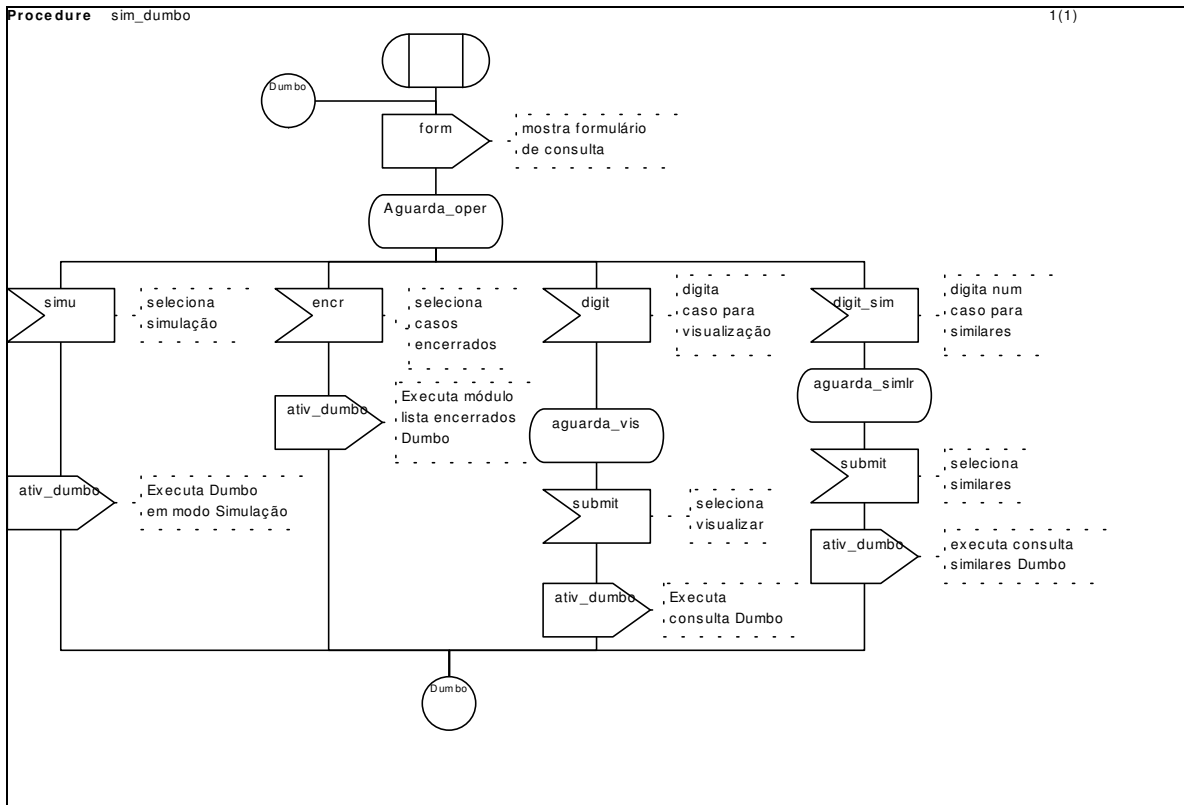


FIGURA A1.14 - Definição do procedimento sim_dumbo

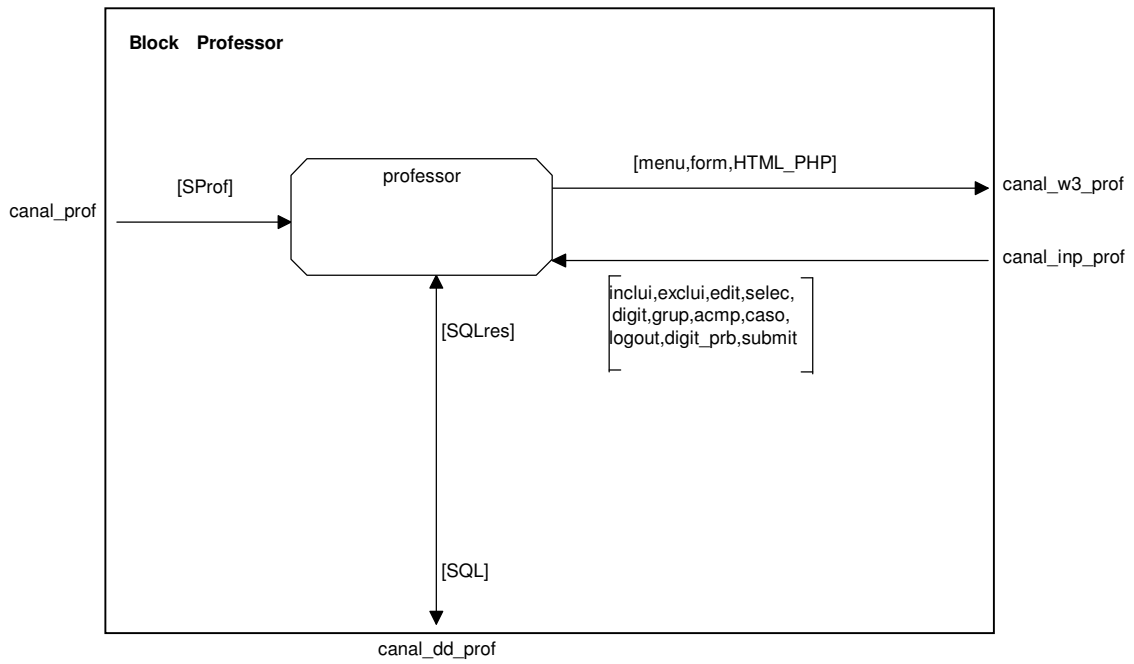


FIGURA A1.15 - Diagrama do bloco Professor

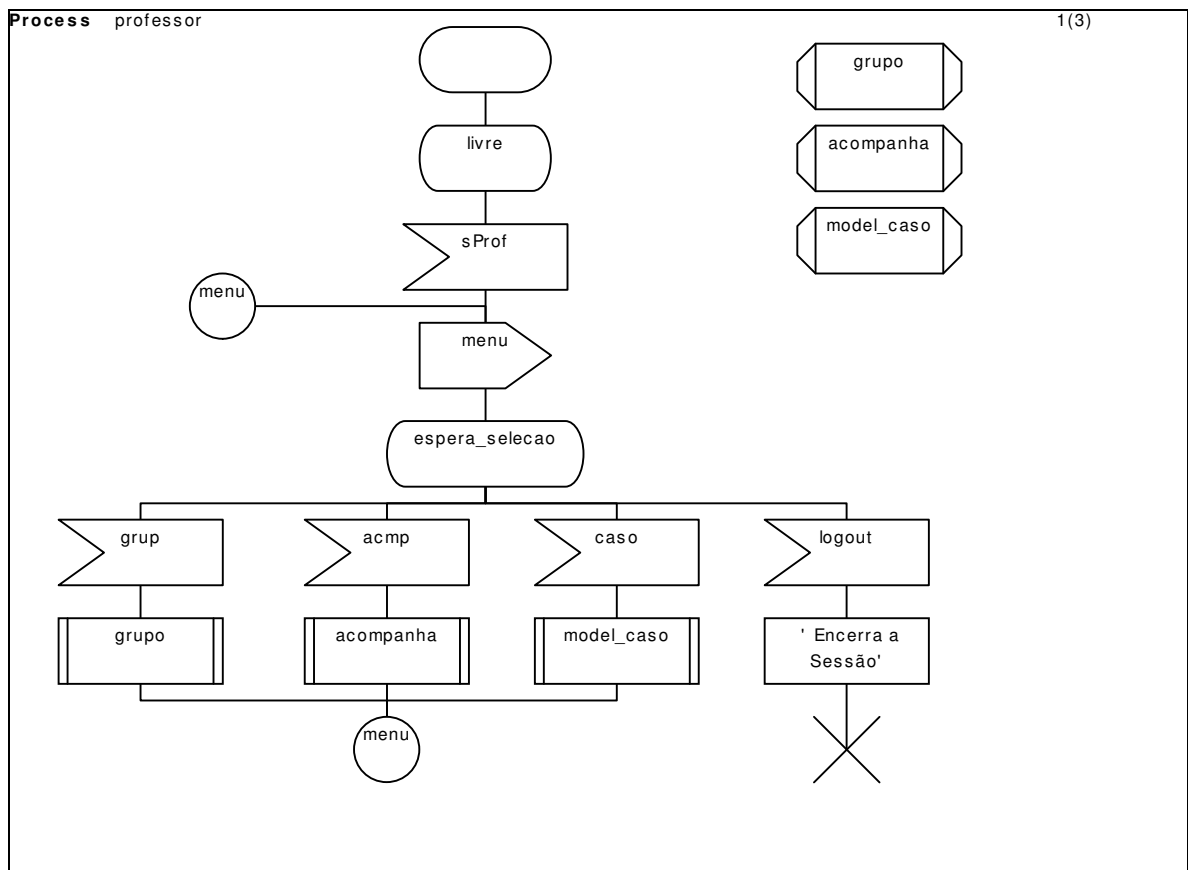


FIGURA A1.16 - Definição do processo professor

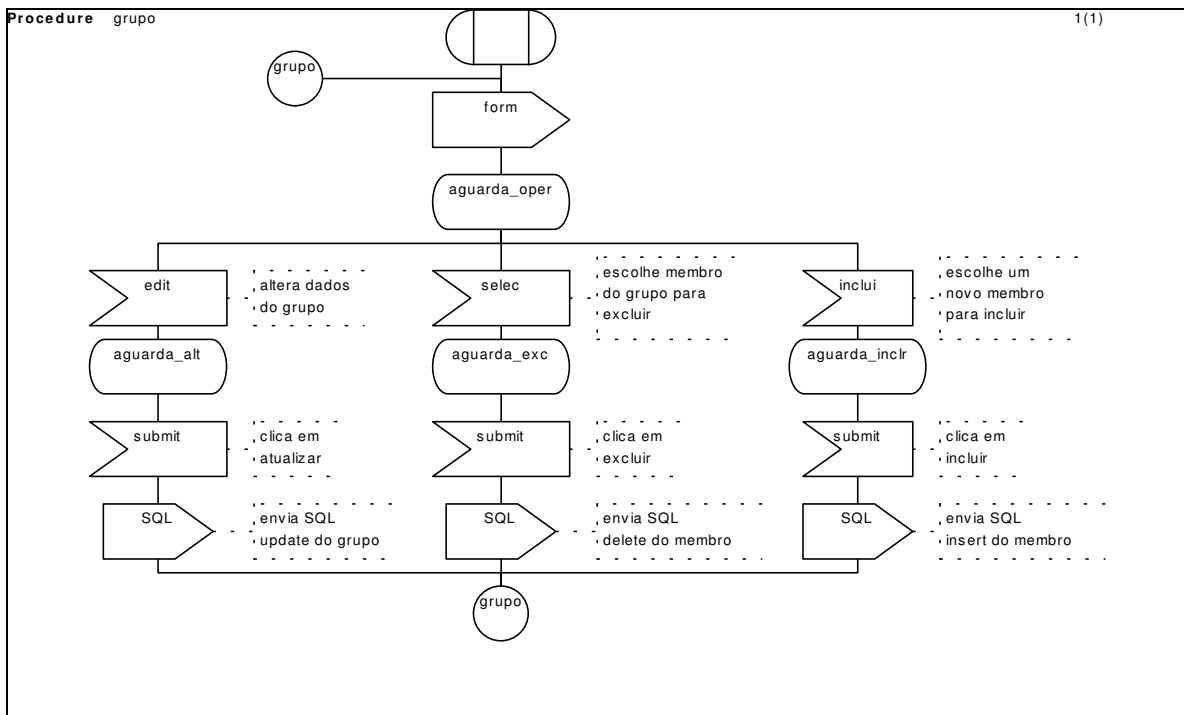


FIGURA A1.17 - Definição do procedimento grupo

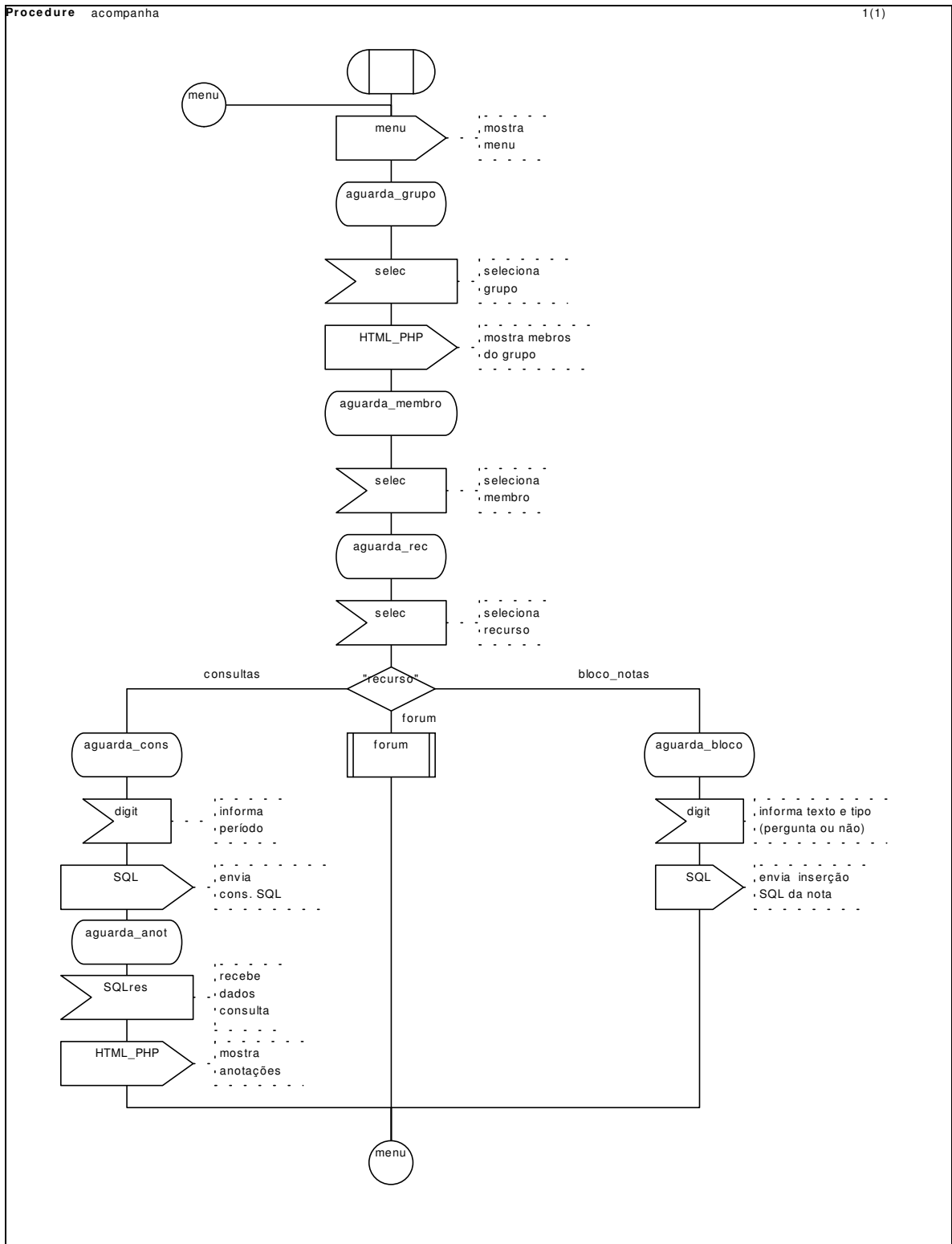


FIGURA A1.18 - Definição do procedimento acompanha

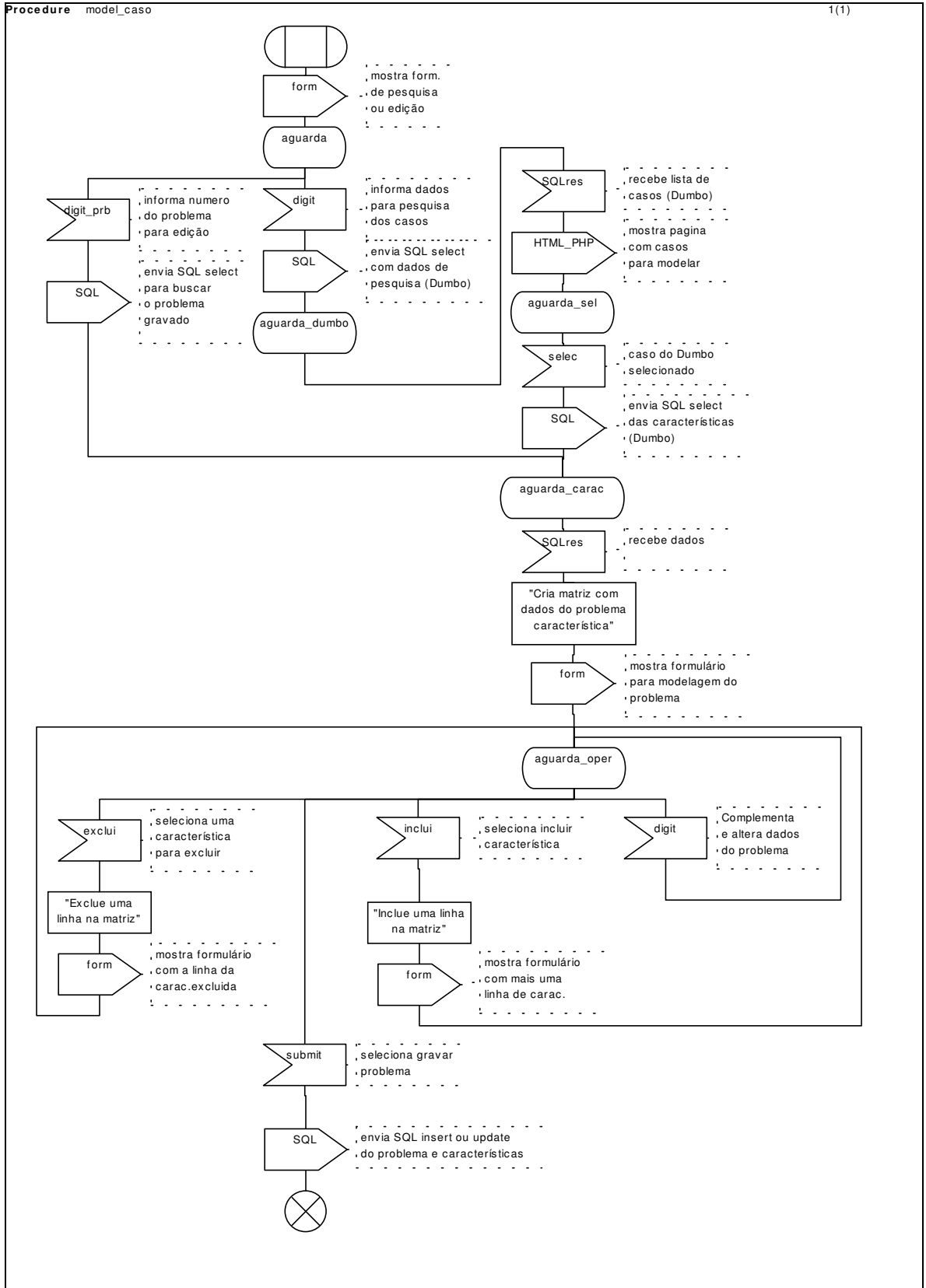


FIGURA A1.19 - Definição do procedimento model_caso

Anexo 2 Modelo de Dados do AAERO

Para melhor compreensão do funcionamento do sistema, são mostrados, neste anexo, o diagrama entidade-relacionamento segundo Martin e MaCClure [MAR 88] e uma descrição das tabelas.

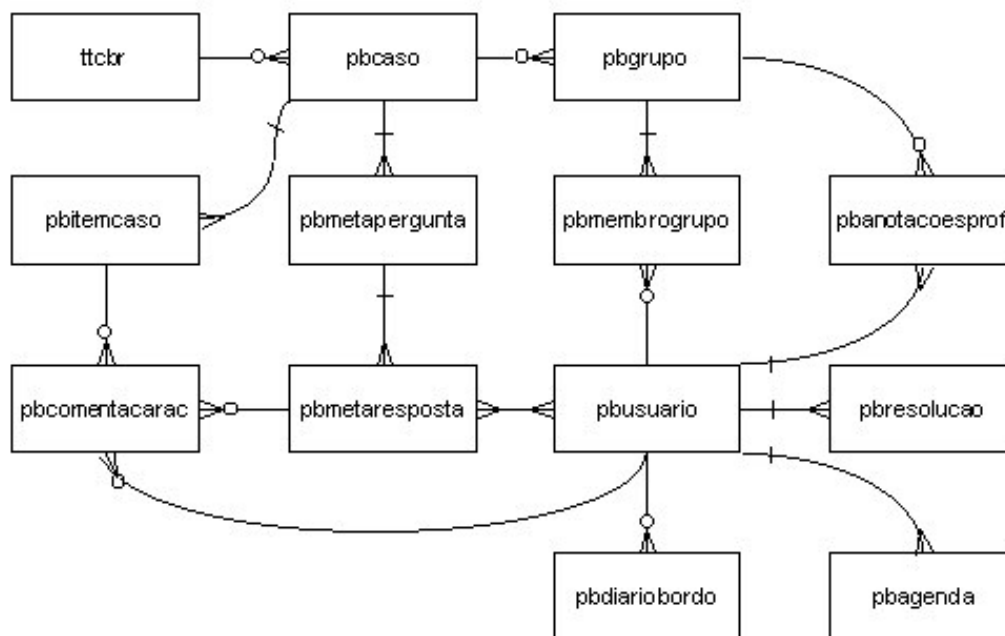


FIGURA A2.1 - Diagrama Entidade-Relacionamento do AAERO

Por este diagrama verifica-se que a estrutura do problema se centraliza nas tabelas pbcaso, pbitemcaso e pbmetapergunta. Estas tabelas são derivadas e relacionadas com a tabela ttctr, que é a principal tabela no DUMBO para a representação de um caso. Todas as outras tabelas de um modo geral objetivam dar o suporte à organização dos grupos e ao processo de colaboração do PBL. Estas tabelas foram incluídas no banco de dados do DUMBO para permitir a integração entre as ferramentas.

A tabela abaixo mostra, de forma resumida, a descrição de cada entidade mostrada no Diagrama Entidade-Relacionamento.

TABELA A2.1 - Descrição das Tabelas do AAERO

Tabela	Descrição
pbcaso	Dados principais do problema
pbitemcaso	Características hierárquicas e específicas do problema
pbcomentacarac	Comentários dos alunos sobre as características
pbmetapergunta	Enunciado das perguntas de metacognição
pbmetaresposta	Resposta dos alunos para as perguntas de metacognição
pbgrupo	Dados do grupo de alunos para resolver um problema
pbmembrogrupo	Membros dos grupos
pbusuario	Usuários do ambiente AAERO
pbdiariobordo	Diário de Bordo dos alunos
pbanotacoesprof	Anotações do Bloco de Notas do Professor
pbresolucao	Anotações dos alunos do processo de investigação e produto final
pbagenda	Agenda dos alunos

Anexo 3 Resumo das diferenças entre o Postgres e o PostgreSQL

No quadro abaixo é demonstrado o resumo das equivalências de comandos e funções entre o Postgres e PostgreSQL, baseados na documentação apresentada por Andrew Yu e Jolly Chien [CAR 2002].

Postgres	PostgreSQL
Encerrar uma conexão	Encerrar uma conexão após erro
	<pre>void exit_nicely(PGconn *conn) { PQfinish(conn); exit(1); }</pre>
Iniciar a conexão	Iniciar a conexão
<pre>char bdbhost[] = "localhost"; char bdporta[] = "4321"; ... void initialize_dbserve() { PQhost = bdbhost; PQport = bdporta; PQsetdb("dumboteste"); }</pre>	<pre>PGconn *conn; ... void initialize_dbserve(char *bdname) { ... conn = PQsetdbLogin(bdbhost, bdporta, NULL, NULL, bdname, "postgres", NULL); }</pre>
Transações Simples (INSERT, UPDATE...)	Transações Simples (INSERT, UPDATE...)
<pre>int transacao() { ... }</pre>	<pre>int transacao(char *query, int tipo) { ... }</pre>
Inicia uma transação	Inicia uma transação
<pre>int abre_tran() { ... char *ret_exec; ret_exec = PQexec("begin"); ... }</pre>	<pre>int abre_tran() { ... PQclear(ret_exec); ret_exec = PQexec(conn, "BEGIN"); ... }</pre>
Encerra uma transação	Encerra uma transação
<pre>int fecha_tran() { ... char *ret_exec; ret_exec = PQexec("end"); ... }</pre>	<pre>int fecha_tran() { ... PQclear(ret_exec); ret_exec = PQexec(conn, "END"); ... }</pre>
Confere o resultado de um comando	Confere o resultado de um comando
<pre>if(!strcmp(ret_exec, "R")) { PQexec("abort"); return(BD_ERRO); } if(!strcmp(ret_exec, "E")) { PQreset(); return(BD_OUT); }</pre>	<pre>if(!ret_exec PQresultStatus(ret_exec) != PGRES_COMMAND_OK) { fprintf(stderr, "command failed.\n"); PQclear(ret_exec); exit_nicely(conn); return(BD_ERRO); }</pre>

<p>Como os dados são recuperados</p> <pre> função() { PortalBuffer *portal; ... exec_tran("retrieve portal tportalp ..."); exec_tran("fetch all in tportalp"); portal = PQparray("tportalp"); exec_tran("close tportalp"); ... } </pre>	<p>Como os dados são recuperados</p> <pre> PGresult *ret_exec; ... função() { PGresult *portal; ... exec_tran("declare tportalp cursor for ..."); exec_tran("fetch all in tportalp"); portal = ret_exec; exec_tran("close tportalp"); ... } </pre>
<p>Criar um Portal</p> <p>retrieve portal tportal (USER.all) where USER.username = "usuario" and USER.password = "senha"</p>	<p>Criar um portal</p> <pre> DECLARE tportal CURSOR FOR SELECT * FROM USUARIO WHERE USUARIO.username = 'usuario' and USUARIO.password = 'senha' </pre>
<p>Recuperar as tuplas</p> <p><i>fetch all in tportal</i></p>	<p>Recuperar as tuplas</p> <p><i>fetch all in tportal</i></p>
<p>Fechar um portal</p> <p><i>close tportal</i></p>	<p>Fechar um portal</p> <p><i>close tportal</i></p>
<p>Ordenar consultas</p> <p>"... sort by nome"</p>	<p>Ordenar consultas</p> <p>"... order by nome"</p>

QUADRO A3. 1 – Equivalência de comandos entre o Postgres e PostgreSQL

Referências

- [AAM 94] AAMODT, Agnar; PLAZA, Enric. **Case-Based Reasoning: Foundation Issues, Methodological Variations, and System Approaches**. 1994. Disponível em: <<http://www.researchindex.com>>. Acesso em: 30 jan. 2001.
- [APR 2002] PIOLLA, Gilmar. Vantagens e Desvantagens do Ensino baseado em Problemas. **UOL – aprendiz**, [São Paulo], 19 jun. 2001. Disponível em: <http://www.uol.com.br/aprendiz/n_colunas/g_piolla/id270301.htm>. Acesso em: 15 jan. 2002.
- [BAR 85] BARROWS, Howard S. **How to design a problem-based curriculum for the preclinical years**. New York: Springer, 1985.
- [BRI 92] BRIDGES, Edwin M. **Problem Based Learning for Administrators**. Eugene: Eric Clearinghouse on Educational Management, 1992.
- [BSC 2002] INSTITUT ANGEWANDTE INFORMATIONSTECHNIK. **Basic Support for Cooperative Work – BSCW**. Disponível em: <<http://bscw.gmd.de/>>. Acesso em: 01 maio 2002.
- [CAM 96] CAMP, Gwendie. Problem-Based Learning: A paradigm Shift or a Passing Fad? **Medical Electronic Online**, [S.l.], v.1, n.2, 1996. Disponível em: <<http://www.med-ed-online.org/issue2.htm>>. Acesso em: 20 set. 2001.
- [CAR 2002] CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. N-DIN GROUP. **Postgres95: Database Management System**. Disponível em: <<http://www.ndim.edrc.cmu.edu/postgres95>>. Acesso em: 10 jan. 2002.
- [CON 2001] CONVERSE, T.; PARK, J. **PHP - A bíblia**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- [CUN 2000] CUNHA, Marcus V. **Psicologia da Educação – [o que você precisa saber sobre...]**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.
- [DEL 97] DELISLE, Robert. **How to use Problem-Based Learning in the classroom**. Alexandria: ASCD Publications, 1997.
- [DUT 2001] DUTRA, Renato Luís de Souza. **Ambiente orientado à problemas no ensino de redes de computadores**. 2001. 43p. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- [FJU 95] FJUK, Annita. Towards an Analytical Framework for CSCdistanceL. In: **COMPUTER SUPPORT FOR COLLABORATIVE LEARNING CONFERENCE**, 1995, Bloomington. **Proceedings...** Bloomington: [s.n.], 1995. Disponível em: <<http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/confhome.html>>. Acesso em: 19 jan. 2001.

- [FOU 98] FOULIN, Jean-Nöel; MOUCHON, Serge. **Psychologie de l'éducation**. Paris: Éditions Nathan, 1998.
- [GMD 2001] GERMAN NATIONAL RESEARCH CENTER FOR INFORMATION TECHNOLOGY. **IPSI – Integrated Publication and Information Systems Institute**. Disponível em: <<http://www.darmstadt.gmd.de/IPSI/>>. Acesso em: 19 jan. 2001.
- [GRA 2002] GRANVILLE, Lisandro Zambenedetti. **Tutorial SDL**. Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br/redes296/sdl/inic.html>>. Acesso em: 15 maio 2002.
- [GRE 97] GREENING, Tony; KAY, Judy; KINGSTON, Jeffrey H. **Trialling a Problem-Based Learning Approach to First Year Computer Science**. Sidney: The University of Sidney, 1997.
- [GUZ 97] GUZDIAL, Mark et al. Integrating and Guiding Collaboration: Lessons Learned in Computer-Supported Collaborative Learning Research at Georgia Tech. In: **COMPUTER SUPPORT FOR COLLABORATIVE LEARNING CONFERENCE, 1997, Ontário. Proceedings...** Ontário: [s.n.], 1997. Disponível em: <<http://www.oise.utoronto.ca/cscl/>>. Acesso em: 12 mar. 2002.
- [IEC 2002] INTERNATIONAL ENGINEERING CONSORTIUM. **Web ProForum Tutorials - Specification and Description Language (SDL)**. Disponível em: <<http://www.iec.org/online/tutorials/sdl/topic06.html>>. Acesso em: 15 maio 2002.
- [JON 96] JONES, Diana. **The Learning Tree: Problem Based Learning**. 1996. Disponível em: <<http://edweb.sdsu.edu/clrit/learningtree/Ltree.html>>. Acesso em: 27 nov. 2000.
- [JON 99] JONASSEN, David H.; ROHRER-MURPHY, Lucia. Activity Theory as a Framework for Designing Constructivist Learning Environments. In: **Educational Technology Research and Development**, [S.l.], v.47, n.1, p. 61-79, 1999.
- [KOC 98] KOCH, Jürgen. **Problem-Based Learning in Computer Science**. 1998. Disponível em: <<http://www.researchindex.com>> Acesso em: 01 dez. 2000.
- [KOC 2001] KOCH, Jürgen; SCHLICHTER, Johann; TRÖNDE, Pamela. Modeling the Flow of Information in Organizations. In: **EURO-COMPUTER SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING, 2001, Maastrich. Proceedings...** Maastrich: [s.n.], 2001. Disponível em: <<http://www.mmi.unimaas.nl/euro-cscl/presentations.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2002.

- [KOL 96a] KOLODNER, Janet L.; HMELO, Cindy E.; NARAYANAN, Hari. Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE LEARNING SCIENCES, 1996, Evanston. **Proceedings...**Evanston: AACE, 1996. p. 188-195.
- [KOL 96b] KOLODNER, Janet L.; GUZDIAL, Mark. Effects With and Of CSCL. Tracking Learning in a New Paradigm. In: KOSCHMANN, Timothy. **CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996. p.307-320.
- [KOL 2000] KOLODNER, Janet L.; GUZDIAL, Mark. Theory and Practice of Case-Based Learning Aids. 2000. Disponível em: <<http://coweb.cc.gatech.edu/guzdial/uploads/18/cbr-chapter.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2002.
- [KOS 96a] KOSCHMANN, Timothy. Paradigm Shifts and Instructional Technology: An Introduction. In: KOSCHMANN, Timothy. **CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996. p.1-23.
- [KOS 96b] KOSCHMANN, Timothy et. al. Computer-Supported Problem-Based Learning: A Principled Approach to the Use of Computers in Collaborative Learning. In: KOSCHMANN, Timothy. **CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996. p.83-124.
- [KOS 97] KOSCHMANN, Timothy. Logo-as-Latin Redux (review of The Childrens Machine). **Journal of the Learning Sciences**, [S.l.], 1997. Disponível em: <<http://el.www.media.mit.edu/groups/el/events/files/Koschmann.doc>>. Acesso em: 18 jun. 2002.
- [KOS 98] KOSCHMANN, Tymothy; STAHL, Gerry. Learning issues in Problem-Based Learning: Situating Collaborative Information Seeking. In: ACM CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 1998, Seattle. **Proceedings...**Seattle: [s.n.], 1998. Disponível em: <<http://www.acm.org/sigchi/cscw98/>>. Acesso em: 02 mar. 2002.
- [KOS 2002] KOSCHMANN, Timothy. Deweys Contribution to a Standard of Problem-Based Learning. In: COMPUTER SUPPORT FOR COLLABORATIVE LEARNING CONFERENCE, 2002, Boulder. **Proceedings...**Boulder: [s.n.], 2002. Disponível em: <<http://newmedia.colorado.edu/cscl/>>. Acesso em: 10 abr. 2002.
- [KUM 96] KUMAR, Vivekanandan Suresh. **Computer Supported Collaborative Learning: Issues for Research**. 1996. Disponível em: <<http://www.cs.usask.ca/grads/vsk719/academic/890/project2/project2.html>>. Acesso em: 10 fev. 2002.

- [LAU 97] LAUTENBACHER, Glen E. et al. Supporting Collaborative, Problem-Based Learning Through Information System Technology. In: ASEE/IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 1997, Pittsburgh. **Proceedings...** Pittsburgh: [s.n.], 1997. Disponível em: <<http://fie.engrng.pitt.edu/fie97/>>. Acesso em: 15 ago. 2001.
- [LEA 96] LEAKE, David B. **CBR in Context: The Present and Future**. 1996. Disponível em: <<http://www.researchindex.com>>. Acesso em: 30 jan. 2001.
- [LIL 2002] UNIVERSITY OF HAWAI. LABORATORY FOR INTERACTIVE LEARNING TECHNOLOGIES. **Belvedere**. Disponível em: <<http://lilt.ics.hawaii.edu/lilt/software/belvedere/index.html>>. Acesso em: 18 mar. 2002.
- [LIT 99] LITTLE, Janie Osborne. **The Effects of Inter-School Collaboration on Student Written Product Scores in a Problem-Based, Constructivist Environment**. 1999. Tese (Doutorado em Tecnologia da Informação) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.
- [MAD 94] MADRUGA, Ewerton L. **Ferramentas de Apoio a Gerência de Falhas e Desempenho em Contexto Distribuído**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- [MAH 95] MAHLING, Dirk E.; SORROWS, Bryan B.; SKOGSEID, Ingjerd. **A Collaborative Environment for Semi-Structured Medical Problem Based Learning**. 1995. Disponível em: <<http://www.researchindex.com>>. Acesso em: 15 nov. 2000.
- [MAR 91] MARTIN, James; MCCLURE, Carla. **Técnicas Estruturadas e Case**. São Paulo: Makron: McGraw-Hill, 1991.
- [MAR 2000] MARSH, George E. II. **AIL 601 – Theories of Learning Applied to Technological Instruction**. Disponível em: <<http://www.bamaed.ua.edu/ail601/>>. Acesso em: 01 dez. 2000.
- [MAT 2000] MATTHEWS, Roberta S. et al. **Building Bridges Between Cooperative and Collaborative Learning**. Disponível em: <<http://www2.emc.maricopa.edu/innovation/CCL/building.html>>. Acesso em: 23 nov. 2000.
- [MEL 99] MELCHIORS, Cristina. **Raciocínio Baseado em Casos Aplicado ao Gerenciamento de Falhas em Redes de Computadores**. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

- [MIA 2000a] MIAO, Yongwu et al. PBL-protocols: Guiding and Controlling Problem Based Learning Processes in Virtual Learning Environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE LEARNING SCIENCES, 2000, Ann Arbor. **Proceedings...** Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2000. p. 232-237.
- [MIA 2000b] MIAO, Yongwu et al. An Activity-Oriented Approach to Visually Structured Knowledge Representation for Problem-Based Learning in Virtual Learning Environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE DESIGN OF COOPERATIVE SYSTEMS, COOP, 2000, Sophia Antipolis. **Proceedings...** Amsterdam: IOS Press, 2000. p. 303-318.
- [MIA 2000c] MIAO, Yongwu. **Design and Implementation of a Collaborative Virtual Problem-Based Learning Environment**. 2000. Dissertação (Mestrado em Informática) - Technischen Universitat Darmstadt, Darmstadt.
- [MOO 96] MOORE, Michael G.; KEARSLEY, Greg. **Distance Education: a systems view**. Belmont: Wadsworth, 1996.
- [MUL 2000] MULTIRIO – EMPRESA MUNICIPAL MULTIMEIOS – SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DO RIO DE JANEIRO. **Correntes teóricas e implicações na prática pedagógica**. Disponível em: <<http://www.multirio.rj.gov.br/cime/corrteor.html>>. Acesso em: 02 dez. 2000.
- [NWA 96] NWANA, Hyacinth S. **Is Computer Science Education in Crisis ?** Cambridge: University of Cambridge, 1996.
- [PAN 96] PANITZ, Ted. **A Definition of Collaborative vs. Cooperative Learning**, 1996. Disponível em: <<http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>>. Acesso em: 24 nov. 2000.
- [PHP 2002] PHPEVERYWHERE. **ADODB Manual**. Disponível em: <http://php.weblogs.com/adodb_manual>. Acesso em: 15 jan. 2002.
- [POS 2002] POSTGRESQL SITE. **PostgreSQL Documentation**. Disponível em: <<http://www.postgresql.org/docs/>>. Acesso em: 10 dez. 2001.
- [RHE 98] RHEM, James. **Problem-Based Learning: An Introduction**. 1998. Disponível em: <http://www.ntlf.com/html/pi/9812/pbl_1.htm>. Acesso em: 22 dez. 1999..
- [RIE 89] RIESBECK, Christopher K.; SCHANK, Roger C. **Inside Case Based Reasoning**. Hillsdale: Erlbaum, 1989.

- [RIZ 2000] RIZZI, Claudia Brandalero et al. Escrita Colaborativa via Web: o EquiText. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 7., 2000, São Paulo. Disponível em: <<http://www.inf.unioeste.br/~cbrizzi/publicacoes.html>>. Acesso em: 12 dez. 2000.
- [SAV 95] SAVERY, John R.; DUFFY, Thomas M. Problem-based learning: An instructional model and its constructivist framework. In: WILSON, Brent. **Constructivist learning environments: Case studies in instructional design**. Englewood Cliffs: Educational Technology Publications. p. 135-150.
- [SCH 92] SCHANK, Roger C. **Goal-Based Scenarios**. Evanston, Illinois: The Institute of Learning Sciences – Northwestern University, 1992.
- [SCH 96] SCHANK, Roger C. Goal-Based Scenarios: Case-Based Reasoning Meets Learning by Doing, In: LEAKE, David. **Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons & Future Directions**. Boston: AAAI Press/The MIT, 1996. p. 295-347.
- [SIM 2000] SIMONSON, Michael et al. **Teaching an Learning at a Distance – Foundations of Distance Education**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.
- [SOA 2000] SOARES, M. **Programando em PHP – Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Érica, 2000.
- [SOU 2002] SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE. **Problem Based Learning Initiative**. Disponível em: <<http://www.pbli.org/core.htm>>. Acesso em: 25 jan. 2002.
- [STE 2000] STEPIEN, Willian J.; SENN, Peter R. II.; STEPIEN Willian C. **The Internet an Problem-Based Learning: developing solutions through Web**. Tucson: Zephyr, 2000.
- [SUT 98] SUTHERS, Dan. **Representations for Scaffolding Collaborative Inquiry on Ill-Structured Problems**. 1998. Disponível em: <<http://advlearn.lrdc.pitt.edu/advlearn/papers/aera98/AERA98.html>>. Acesso em: 27 jan. 2001.
- [TAR 99] TAROUCO, Liane M. R. **Teleducação – Introdução e conceitos básicos**. 1999. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/teleduc1.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2000.
- [TEH 97] TEHRANI, Simin N. **Towards real-time systems education with PBL**. 1997. Disponível em: <<http://www.researchindex.com>>. Acesso em: 27 abr. 2001.

- [TEI 52] TEIXEIRA, Anísio. A pedagogia de Dewey: Esboço da teoria de educação de John Dewey. In: DEWEY, John. **Vida e Educação**. São Paulo: Melhoramentos, 1952. p.13-39.
- [TEI 55] TEIXEIRA, Anísio. Bases da teoria lógica de Dewey. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Rio de Janeiro, v.23, n.57, p.3-27, jan./mar. 1955.
- [UNI 2002] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO – ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA. **FESP/EPM PBL Website**. Disponível em: <<http://www.unifesp.br/centros/cedess/pbl/>>. Acesso em: 16 fev. 2002.
- [WHI 96] WHITE, Harold B. **Dam Tries Problem-Based Learning: A Case Study**. 1996. Disponível em: <<http://www.udel.edu/pbl/dancase3.html>>. Acesso em: 22 dez. 1999.