



Projeto SAPIENS

Processo N° 97/12807-1

Relatório Final de Atividades

01 de janeiro de 2000 a 28 de fevereiro de 2001

Coordenador: Prof. Dr. Léo Pini Magalhães



Identificação do Projeto

Título

SAPIENS — Sistema de Apoio à Aprendizagem

Número do Processo FAPESP

97/12807-1

Coordenador

Prof. Dr. Léo Pini Magalhães

CPF 782053108-82

Relatório 2

(final)

Período

01 de janeiro de 2000 a 28 de fevereiro de 2001

Sumário

1	Introdução	1
2	Integrando o pedagógico e o tecnológico	2
2.1	Situações teste sob a óptica pedagógica	2
2.1.1	Curso Read in Web	2
2.1.2	Curso de Teste de Software	5
2.1.3	Curso de Ensino a Distância	6
2.1.4	Curso Tecnologias para Ambientes Colaborativos de Ensino	11
2.2	Situações teste sob a óptica tecnológica	13
2.2.1	O sistema CALM	14
2.2.2	Sistema de anotações	15
2.2.3	Edição de conteúdos em CALM com versões	21
2.2.4	Integração de ferramenta externa ao CALM	22
2.2.5	Autoria de materiais educacionais	26
2.2.6	Autoria de questionários	28
2.2.7	Modelagem de um curso por <i>statecharts</i>	28
2.2.8	Modelagem de um curso pela abordagem WIS	32
2.2.9	Sistema Atena	38
2.2.10	Ferramenta de análise e acompanhamento de cursos	40
2.2.11	Agentes para formação de grupos	41
2.2.12	Mecanismos de coordenação	48
2.3	Avaliação de ambientes educacionais	49
2.3.1	O ambiente WebCT	49
2.3.2	O ambiente HLM	50
2.3.3	O ambiente AulaNet	52
2.3.4	O ambiente SASHE	55
2.3.5	Requisitos e aspectos para avaliação e comparação	58
2.4	Comentários finais	58
3	Um Ambiente Colaborativo, segundo SAPIENS	62
3.1	Bases para um ambiente colaborativo	62
3.1.1	A escrita na Internet	64
3.1.2	Metodologia	69
3.1.3	Interatividade	69

3.1.4	Avaliação	71
3.2	Atividades no ambiente colaborativo	73
3.3	Ferramentas do ambiente colaborativo	77
4	Conclusões	80
	Referências Bibliográficas	84
A	Participantes	91
B	Glossário	95
B.1	Glossário de Termos Educacionais	95
B.2	Glossário de Termos Computacionais	98
C	Workshop SAPIENS	113
D	Conteúdo do CD-ROM	115

Resumo

Este é o relatório final das atividades desenvolvidas no Projeto SAPIENS, um projeto de pesquisa interdisciplinar com o objetivo de explorar as novas possibilidades pedagógicas do uso de tecnologias na aprendizagem. O projeto contou com a participação de educadores, associados ao Laboratório Interdisciplinar de Tecnologias Educacionais (LITE) da Faculdade de Educação da UNICAMP, e de cientistas e engenheiros da computação, associados ao Instituto de Ciências Matemáticas e Computacionais (ICMC) da USP de São Carlos e à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da UNICAMP.

Desde sua concepção, enfatizou-se no Projeto SAPIENS a importância da colaboração no desenvolvimento das atividades apoiadas pelo ambiente — autoria, interação e co-aprendizagem. Colocou-se também a necessidade do ambiente dar apoio à avaliação como uma atividade de construção do conhecimento. Neste relatório são apresentadas as bases para o desenvolvimento computacional de ambientes com tais características.

Com o objetivo de avaliar alguns mecanismos computacionais que poderiam ser utilizados no desenvolvimento desse tipo de ambientes, alguns protótipos foram desenvolvidos ao longo desses dois anos. Foram diversos trabalhos, envolvendo a construção de ferramentas de apoio a funcionalidades básicas, o desenvolvimento de “ambientes-laboratórios” para integrar tais funcionalidades e a oferta de conteúdos didáticos. Essas experiências são também apresentadas ao longo do relatório.

Capítulo 1

Introdução

O Projeto SAPIENS é um esforço multidisciplinar que une pesquisadores das áreas de multimídia, engenharia de software e educação, com o objetivo de analisar e estudar o relacionamento entre o pedagógico (a aprendizagem) e o tecnológico, buscando a harmonização entre ambos os aspectos, no sentido de avançar na direção de melhores ambientes de ensino e aprendizagem.

O primeiro relatório do projeto, datado de dezembro de 1999, apresentou resultados baseados, em sua maioria, em atividades realizadas no âmbito de cada um dos grupos, usando-se as reuniões periódicas para a troca de experiências e ajustes de objetivos.

Assim as atividades foram centradas em dois grandes grupos:

- metáforas educacionais e modelagem formal de ambientes educacionais;
- desenvolvimento de um glossário.

O presente relatório apresenta o resultado das atividades realizadas através de atividades conjuntas que deram continuidade àquelas realizadas durante a primeira fase.

Assim, o Capítulo 2 apresenta, através de situações de teste e avaliação de ambientes, os resultados obtidos em cada área de atividade.

O Capítulo 3, baseado principalmente nas experiências relatadas no capítulo anterior, lança as bases para um Sistema de Aprendizagem baseado nas premissas descritas na Seção 2.1 e fruto de toda a experiência do Projeto.

O último capítulo comenta os principais resultados obtidos, bem como as atividades que devem dar continuidade aos esforços aqui iniciados. É dada ênfase igualmente aos diversos trabalhos de mestrado, doutorado e iniciação científica desenvolvidos no âmbito do projeto, bem como às publicações realizadas no período.

Os apêndices apresentam um resumo curricular de todos os participantes, a versão atualizada do glossário do projeto e um resumo do *workshop* realizado em São Carlos, em dezembro de 2000, que contou com a participação de pesquisadores externos ao projeto. Ao final é apresentado o conteúdo do CD que acompanha este relatório, contendo uma documentação mais completa, os artigos publicados e o código do protótipo CALM desenvolvido.

Capítulo 2

Integrando o pedagógico e o tecnológico

A interlocução entre o pedagógico e o tecnológico foi abordada sob diferentes ópticas buscando, através de atividades voltadas a analisar aspectos pedagógicos, computacionais e de sistemas existentes, extrair e caracterizar os requisitos técnicos necessários para um ambiente de apoio à aprendizagem, a ser detalhado no Capítulo 3.

As atividades foram centradas nas seguintes ações:

- análise de situações teste sob a óptica pedagógica;
- análise de situações teste sob a óptica computacional; e
- avaliação de outros ambientes

que são detalhadas a seguir.

2.1 Situações teste sob a óptica pedagógica

Nesta seção são descritas quatro experiências relacionadas ao âmbito do projeto, sendo duas de caráter auto-instrucional (Seções 2.1.1 e 2.1.2) e duas de caráter colaborativo (Seções 2.1.3 e 2.1.4).

2.1.1 Curso Read in Web

Read in Web é um material auto-instrucional originalmente projetado visando a atender os alunos pós-graduandos da UNICAMP que precisam, para fins acadêmicos, melhorar sua proficiência na leitura de textos em inglês. Como parte de um projeto mais amplo que agrega uma série de pesquisas sobre a linguagem e o ensino de línguas via rede, ou mais especificamente através da *World Wide Web* (WWW), o Read in Web tem sido objeto de coleta de dados para investigações centradas nesses temas. No momento, o uso do material está sendo testado e avaliado por 70 alunos distribuídos em dois grandes grupos: um grupo de 50 alunos que está executando as atividades do curso de forma autônoma e avaliando-as através de um questionário eletrônico; e um grupo controle de 20 alunos, para o qual foi oferecida a possibilidade de interação via e-mail com um professor de inglês. Alguns destes alunos serão também entrevistados e os dados coletados nessas entrevistas informarão futuras análises qualitativas. A pesquisa desenvolvida dentro do Projeto SAPIENS tem como objetivo a construção de ferramentas que permitam compilar e analisar os dados sobre a utilização desse material,

os quais estão registrados em um servidor central na UNICAMP (Seção 2.2.10). Informações mais detalhadas sobre padrões de navegação são importantes não só para uma triangulação mais criteriosa do conjunto de dados já levantados, como também para investigar questões pedagógicas específicas.

Descrição do objeto de investigação

Do ponto de vista pedagógico o material do curso Read in Web foi estruturado a partir de uma orientação reflexiva e construtivista. Seguindo o modelo de Braga & Busnardo (1993), as atividades didáticas propostas têm por meta: conscientizar os alunos das diferentes dificuldades que enfrentam durante a execução da tarefa de ler textos acadêmicos em língua estrangeira; e promover o desenvolvimento de estratégias que permitam esse aluno não só contornar tais dificuldades, mas também aprender inglês através da prática de leitura.

O conteúdo programático do material corresponde ao programa da disciplina Inglês Instrumental I oferecida regularmente para alunos da graduação da UNICAMP. Embora a metodologia adotada contemple a exploração simultânea e integrada de questões de leitura e de aquisição de língua, a apresentação do material para uso em tela tornou necessária uma segmentação do conteúdo de modo a facilitar tanto o estudo independente como a navegação na rede. Essa segmentação foi orientada pelos objetivos pedagógicos acima descritos e resultou na construção de seis módulos a partir de critérios lingüísticos. Como resultado final, os módulos de 1 a 3 discutem, além das estratégias de leitura, questões lingüísticas relevantes para a compreensão no nível da sentença (verbos, formação de palavras, frases nominais complexas) e os módulos de 4 a 6 enfocam questões importantes para a compreensão no nível textual e discursivo (coesão, relações lógicas e recursos de modalização). Cada um dos seis módulos contém um conjunto de cinco atividades em média, cada uma delas correspondendo a uma “aula virtual”. A organização estabelecida para cada atividade é a seguinte (Figura 2.1): um texto para leitura (com a tradução das palavras chave diretamente acessíveis na tela) e um conjunto de seis questões de compreensão com o respectivo gabarito; um tutorial que oferece a explicitação do conhecimento estratégico e exercícios que enfocam o item lingüístico privilegiado no módulo; e dois espaços de consulta, o dicionário (que inclui um glossário adicional para o texto lido e uma lista de palavras de função mais frequentes no inglês) e uma apostila gramatical, que é específica para o módulo.

A Figura 2.2 indica como essa segmentação de conteúdo foi incorporada na estrutura de navegação desenvolvida para as páginas do material pedagógico.

Como ilustra a Figura 2.2, o material Read in Web foi estruturado como um hipertexto. O registro eletrônico do percurso de navegação pelas páginas adotado pelo aluno e o tempo despendido em cada *link* são informativos tanto para avaliar os pressupostos pedagógicos que nortearam a elaboração desse material, como para investigar uma série de questões teóricas sobre ensino e aprendizagem através da WWW. Dados sobre o tempo despendido em cada *link*, por exemplo, permitem fazer previsões sobre graus de dificuldade que o aluno encontra na execução das diferentes tarefas propostas. Já os dados sobre o percurso de navegação são indícios relevantes para refletirmos sobre a construção do conhecimento a partir do material disponibilizado na tela. Mais especificamente, os caminhos de navegação podem indicar relações que o aluno estabelece entre os diferentes segmentos oferecidos pelo material: módulos, atividades e, dentro de cada atividade, entre o texto, as questões de compreensão, o material de apoio (dicionário e apostila gramatical), e o tutorial (estratégias e exercícios lingüísticos). O acesso ao registro eletrônico do tempo e percurso de navegação também pode ser útil para estudos interessados em investigar possíveis relações entre as opções de caminhos privilegiadas

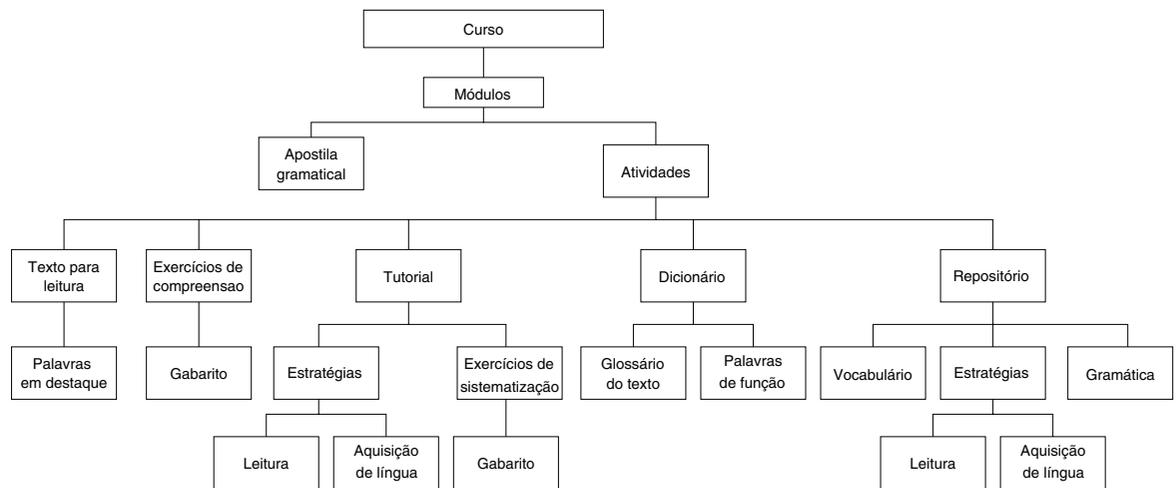


Figura 2.1: Estrutura funcional do curso Read in Web.



(a) Estrutura principal



(b) Estrutura de navegação da opção “tutorial”

Figura 2.2: Estrutura de navegação para o curso Read in Web.

pelo aluno e fatores subjetivos tais como: tipo de motivação, estilo cognitivo e nível de conhecimento lingüístico prévio do aluno.

Essa gama de investigações, relevantes do ponto de vista pedagógico, depende da construção de uma ferramenta que viabilize a interface entre o professor ou pesquisador, leigo na área técnica, e os dados sobre a navegação registrados e disponíveis no servidor.

No âmbito do Projeto SAPIENS essa necessidade motivou a definição da atividade descrita na Seção 2.2.10 na qual a ferramenta em desenvolvimento permitirá coletar e consolidar as informações de forma a apoiar a análise das questões mencionadas nesta seção.

2.1.2 Curso de Teste de Software

Este curso tem como objetivo promover o domínio e a disseminação de conhecimentos técnico-científicos em Teste de Software. De modo geral, o domínio do conhecimento na área pode ser caracterizado por meio de aspectos teóricos e empíricos, associados à existência de ferramentas de apoio. Em outras palavras, o conhecimento pode ser dividido em: conhecimento teórico, conhecimento empírico (prática) e desenvolvimento/utilização de ferramentas.

O curso proposto está baseado no material elaborado para o minicurso *Introdução ao Teste de Software* (Barbosa *et al.*, 2000b), ministrado no XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, realizado em João Pessoa em outubro de 2000. Pretende explorar os aspectos teóricos e práticos relacionados à atividade de teste de software, em particular, à técnica baseada em mutação, com o apoio das ferramentas de teste *PROTEUM (Program Testing Using Mutants)* (Delamaro & Maldonado, 1996) e *PROTEUM/IM* (Delamaro & Maldonado, 1999), desenvolvidas no contexto do grupo de Engenharia de Software do ICMC/USP, que apóiam a aplicação do teste de mutação para programas em C, em nível de unidade e de integração, respectivamente.

O curso apresenta a seguinte estrutura:

Introdução: São abordados os conceitos básicos relacionados à atividade de teste de software. São introduzidos, entre outros, os conceitos de: erro, falha, defeito, teste de unidade, teste de integração, teste de partição.

Técnicas e Critérios de Teste: É apresentada uma síntese das técnicas de teste funcional, estrutural e baseada em erros, bem como de critérios de teste pertencentes a cada uma delas. Fatores utilizados na comparação e avaliação de critérios de teste de software (custo, eficácia e *strength*) também são abordados, tanto do ponto de vista teórico como empírico.

Automatização da Atividade de Teste: É destacada a importância da automatização da atividade de teste por meio da utilização de ferramentas de teste, caracterizando-se os esforços da comunidade científica nessa direção.

Teste de Mutação: Os conceitos básicos do teste de mutação são apresentados. É feita uma revisão histórica do surgimento e desenvolvimento dessa abordagem de teste. Aspectos teóricos e práticos de sua utilização são abordados e ilustrados através de exemplos. Critérios que procuram minimizar o custo de aplicação do teste de mutação são descritos e analisados.

A Ferramenta *PROTEUM*: A ferramenta *PROTEUM* é vista com detalhes. São apresentadas a sua funcionalidade e arquitetura. Os modos de utilização da ferramenta — interface gráfica e *script* — são demonstrados através de um exemplo completo.

Estudos Empíricos: É apresentada uma síntese dos principais estudos empíricos envolvendo o teste de mutação.

Mutação de Interface: É apresentado o critério Mutação de Interface (Delamaro, 1997), que estende o teste de mutação visando à atividade de teste em nível de integração. É destacada a necessidade da realização do teste de integração, bem como da definição de critérios de adequação para esta fase do teste. Os conceitos relacionados ao critério Mutação de Interface são apresentados. Resultados obtidos através de estudos empíricos com a utilização da ferramenta *PROTEUM/IM* são mostrados.

Conclusão: Perspectivas e trabalhos de pesquisa sendo realizados nessa área são discutidos.

O curso proposto deverá ser desenvolvido para diferentes ambientes educacionais, entre eles o CALM (Seção 2.2.1). Com isso, espera-se avaliar os recursos existentes nesses ambientes e, a partir dessa avaliação, caracterizar os requisitos necessários ao ferramental de autoria, apresentação e avaliação, do ponto de vista da atividade de teste. Além disso, os requisitos identificados no processo de avaliação deverão ser incorporados ao CALM, servindo assim para a evolução do ambiente.

É importante observar que o curso aborda, em uma primeira etapa, aspectos e conceitos introdutórios na área de Teste de Software. Posteriormente, outros conceitos e mecanismos mais abrangentes devem ser incorporados ao material desenvolvido. Por exemplo, a aplicação do paradigma de orientação a objetos no desenvolvimento de software e, em particular, de linguagens orientadas a objetos, tem introduzido novos desafios no teste de produtos. O teste de especificações e a geração de dados de teste são outras linhas de pesquisa que também têm merecido destaque dentro da área. Nessa perspectiva, tanto o material didático elaborado quanto o curso desenvolvido devem ser continuamente aprimorados e evoluídos, incorporando aos tópicos existentes temas relevantes e novas linhas de pesquisa em Teste de Software, acompanhando a própria evolução da área.

Outro aspecto importante a ser considerado no contexto de um curso de teste diz respeito à utilização de ferramentas que apoiem a aplicação dos critérios de teste estudados, conforme abordado na Seção 2.2.4. A disponibilidade de ferramentas de teste, além de possibilitar que os testes possam ser conduzidos de maneira satisfatória e de minimizar os erros decorrentes da intervenção humana, auxilia pesquisadores e alunos a adquirirem os conceitos básicos relacionados ao teste e experiência na comparação, seleção e estabelecimento de estratégias de teste.

2.1.3 Curso de Ensino a Distância

A interlocução entre o pedagógico e o técnico do projeto SAPIENS concretizou-se através da efetivação de uma situação teste para extrair e caracterizar os requisitos técnicos necessários para um ambiente de apoio à proposta pedagógica, construída a partir dos referenciais teóricos que envolvem princípios de ensino colaborativo em rede, delineados na Seção 3.1.

No intuito de construir tal situação teste, a equipe de educação propôs um curso de educação a distância. O objetivo do curso proposto é testar a atividade colaborativa de pessoas envolvidas em um curso de Ensino a Distância e as condições tecnológicas que maximizem a mesma. Para atingir o objetivo estabelecido, o curso consiste em uma tarefa que exige estratégias colaborativas e que maximiza essa colaboração através da criação de um ambiente técnico adequado.

O curso foi concebido tendo em vista propiciar a seus alunos “virtuais” situações de vivência concreta, atreladas a reflexões teóricas, de forma a permitir o aprofundamento de seus conhecimentos em

quatro grandes áreas: ensino a distância, metodologia de ensino, retórica digital e ensino colaborativo na Web. Cada uma destas áreas constitui um módulo que explora o conteúdo descrito abaixo:

Módulo 1 — Educação a Distância: retrospectiva histórica; distinção entre ensino presencial e ensino a distância; educação a distância em diferentes meios tecnológicos; interação pedagógica propiciada pelos diferentes meios.

Módulo 2 — Retórica Digital: a constituição híbrida da linguagem na Web; a constituição de novos gêneros; o conceito de hipertexto e questões relativas à sua produção e recepção.

Módulo 3 — Concepções Epistemológicas sobre o Conhecimento: retrospectiva histórica das grandes linhas epistemológicas e concepções de mundo e de homem; implicações dos diferentes conceitos para a prática educacional.

Módulo 4 — Aquisição de Conhecimento Mediada pela Web: vivência prática da construção de conhecimento dentro de um contexto colaborativo; reflexão teórica sobre os princípios norteadores do ensino colaborativo e suas possibilidades pedagógicas

Considerando que a plataforma CALM (Seção 2.2.1) vem sendo testada em diferentes situações de ensino, a equipe pedagógica optou por testar, em um primeiro momento, a implementação de apenas um dos módulos do curso proposto. Dado que o grande desafio colocado para o ensino em rede reside na exploração das novas possibilidades de interação que este meio propicia, optou-se por centrar a situação teste no Módulo 4 e, dentro deste módulo, no item da vivência prática, uma vez que este item foi programado justamente visando colocar os alunos frente a uma experiência concreta de construção colaborativa de conhecimento, via rede. Sendo esta a situação teste eleita, no item que segue, sua proposta é descrita em maiores detalhes.

Ambiente de Aquisição de Conhecimento

Partindo do pressuposto que o conhecimento é uma produção social e que o acesso do sujeito a ele implica a mediação de outro(s) sujeito(s), conclui-se que o processo de aprender algo novo envolve, necessariamente, a participação, direta ou indireta, do outro. Pode-se afirmar, então, que o processo de aprender — ou de adquirir um novo conhecimento — supõe o processo correspondente de “ensinar” — ou de compartilhar o que já é conhecido pelo(s) outro(s). Dessa forma, parece razoável pensar que um processo eficiente de educação (qualquer que seja a modalidade) — ou seja de criação do “ambiente” que reúna as condições necessárias para que alguém possa aceder ao conhecimento — deve fundar-se em alguma forma concreta de colaboração ou mediação do(s) outro(s). Recorrer a meios tecnológicos que maximizem as possibilidades de colaboração entre as pessoas envolvidas num processo de aquisição de conhecimento constitui uma aplicação concreta do pressuposto da natureza social do conhecimento. A criação de ambientes colaborativos na educação à distância pode assim ser considerada um importante fator de sucesso no processo de aquisição de conhecimento.

O Módulo 4 foi concebido tendo como meta a criação de situações de negociação e colaboração. A orientação proposta foi a construção de conhecimento de forma indutiva, ou seja, o aluno, em um primeiro momento, vivencia a experiência de colaboração via rede para posteriormente refletir sobre ela. Para tal, as situações de colaboração e negociação, embora exigidas em tarefas específicas do

módulo, estão, em todo processo, abertas ao aluno. Cabe a ele a decisão sobre quando e como utilizar os recursos de apoio de colaboração e negociação oferecidos.

O cenário que demanda negociações foi construído a partir de tarefas específicas que podem ser executadas pelos professores/alunos do curso e têm como meta a produção de um material de apoio para o ensino mediado por computador a ser utilizado no Ensino Médio. As tarefas envolvidas têm características de um problema complexo que teorias, como a proposta por Spiro *et al.* (1988), indicam demandar a consideração de variáveis múltiplas.

Especificando o problema teste, alunos envolvidos na construção de uma proposta de material de apoio para o Ensino Médio precisam necessariamente ponderar sobre três aspectos fundamentais: conteúdo a ser ensinado, orientação pedagógica e questões técnicas envolvidas. Partindo do pressuposto teórico de que colaboração depende de troca e negociação, e que tais trocas pressupõem, por sua vez, um capital de conhecimento específico, os alunos são orientados, em um primeiro momento, para um estudo mais aprofundado de cada um dos aspectos fundamentais objetivando a formação de “especialistas” que podem contribuir na troca e construção coletiva.

A avaliação do teste piloto para o curso de Educação a Distância dar-se-á pela observação dos seguintes quesitos:

1. capacidade do grupo estabelecer negociações intra e inter-grupos com vistas ao processo de seleção de objetivos, conteúdos e a construção de uma identidade grupal;
2. demonstração de capacidade individual para acessar e disponibilizar dados que possibilitem a construção de soluções para o problema;
3. competência demonstrada na formulação de “perguntas pedagógicas” que sinalizem a capacidade de problematização da situação, “alargando” a consciência grupal frente à complexidade da tarefa;
4. frequência de vezes em que individual ou coletivamente se “busca” a colaboração para o debate interdisciplinar com vistas à aquisição de conhecimento.

Na seqüência, apresenta-se a descrição do curso da situação teste sob a perspectiva do aluno.

Vivenciando o colaborativo

O curso de Educação a Distância tem por objetivo viver uma experiência colaborativa mediada por computador através da elaboração de um plano de atividade didática para professores de Ensino Médio, da rede pública. Durante a atividade prática, a ser desenvolvida inteiramente via Internet (mais especificamente apenas através de fóruns e anotações em hiperdocumentos), várias situações de negociação e colaboração são criadas. O plano de atividade didática a ser produzido deve fazer uso do computador em sala de aula.

O curso é desenvolvido em cinco momentos. Para os três primeiros momentos os alunos são divididos em três grupos:

Grupo 1: responsável pelo conteúdo;

Grupo 2: responsável pelos parâmetros pedagógicos;

Grupo 3: responsável pelos aspectos técnicos.

Ao se inscrever no curso, o aluno deve indicar a sua ordem de preferência pelos grupos a serem inicialmente organizados. Estão disponíveis a todos os alunos, para consulta, os dados da ficha de inscrição por eles preenchidas.

No **primeiro momento**, cada grupo deve adquirir competências específicas e, para tal, serão atribuídas e executadas as suas tarefas, conforme descrito na seqüência.

O Grupo 1 determina, no conjunto programático do conteúdo do Ensino Médio (Parâmetros Curriculares Nacionais — Ensino Médio), a área a ser trabalhada que, de acordo com a nomenclatura do Ministério da Educação (MEC), são as seguintes: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Na área escolhida, o grupo deve definir um tópico e justificar sua relevância no conjunto, bem como sua pertinência e adequação a um tratamento tecnológico, via computador. A questão fundamental a ser abordada por esse grupo é “o que vai ser ensinado.”

O Grupo 2 deve definir princípios pedagógicos norteadores para o ensino mediado por computador, que sintetizem o que, necessariamente, deve ser contemplado do ponto de vista pedagógico. Sua questão fundamental é “como vai se dar o ensino e como o meio deve ser explorado e utilizado eficientemente do ponto de vista pedagógico.”

O Grupo 3 deve realizar um levantamento das condições de contorno em termos de infra-estrutura, limites e possibilidades, bem como custos e preparar a proposta de um ambiente tecnológico que possa ser utilizado na infra-estrutura computacional existente nas escolas públicas em conformidade com as limitações orçamentárias que elas enfrentam. Também deve ser considerado o suporte tecnológico a ser provido, para que o pacote proposto seja utilizado com sucesso em tais escolas. A questão fundamental para esse grupo é “que recursos computacionais podem ser utilizados e que apoio tecnológico (remoto ou não) deve ser provido, dada a realidade das escolas da rede pública.”

As dúvidas que o grupo tiver em relação aos demais temas devem ser esclarecidas através de consulta aos grupos “especializados” naqueles temas.

No **segundo momento**, cada grupo deve produzir um hipertexto em que fiquem registrados as conclusões do mesmo sobre o tema que lhe foi destinado. No mesmo hipertexto são disponibilizadas referências (*links*) para informações complementares sobre o assunto, sejam elas pertencentes aos textos de apoio do grupo, a outros textos que o grupo possa ter acessado ou reflexões complementares por ele elaboradas.

A construção do mencionado hipertexto, juntamente com o estudo preliminar, têm um tempo limite de três semanas para serem concluídos. Neste espaço de tempo as diferentes versões do texto em elaboração devem estar disponíveis ao grupo e abertas aos seus membros para comentários, reflexões, propostas de redações alternativas e sugestões de adições, entre outros.

Um membro do grupo deve assumir o papel de redator do hipertexto, conduzindo a consolidação das versões até a elaboração da versão final.

No **terceiro momento**, que se estende pelo período de uma semana, são socializadas, entre todos os alunos, através da última versão do hiperdocumento, produzido pelo grupo no momento anterior, as informações levantadas e as recomendações sugeridas, ou seja:

- possíveis tópicos a serem trabalhados, a sua pertinência em termos de uso de tecnologia da informação e as justificativas para a sua escolha;
- a síntese dos princípios pedagógicos; e
- os limites e possibilidades da infra-estrutura tecnológica.

Durante o terceiro momento deve ser elaborada, por parte de todos os alunos, uma lista de referências consideradas básicas para a produção de planos de aula para o Ensino Médio nas escolas públicas calcadas em tecnologias de informação e comunicação.

Para o quarto e o quinto momentos os alunos são redistribuídos em dois novos grupos (Grupo A e Grupo B). Cada novo grupo consiste em um corte longitudinal dos grupos anteriores e, portanto, é composto por, aproximadamente, metade de cada um dos três grupos anteriores (Figura 2.3). Assim, cada novo grupo contém pessoas informadas sobre as questões fundamentais levantadas e socializadas nos três primeiros momentos.

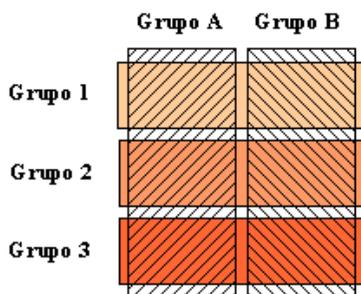


Figura 2.3: Corte longitudinal para formação de novos grupos.

No **quarto momento**, os grupos A e B atuam em separado e cada um escolhe uma das sugestões de temas, detalhará um plano de atividade didática para o tema escolhido, planeja tarefas a serem desenvolvidas pelos alunos da rede pública e discute alternativas de implementação exequíveis e em conformidade com as restrições levantadas. O resultado do quarto momento a ser produzido, ao longo de um período de três semanas, é o projeto detalhado de um plano de curso e recomendações para a sua implementação e introdução em escolas da rede pública.

No **quinto momento**, os grupos A e B trocam os projetos elaborados entre si para uma avaliação das propostas com relação à sua qualidade em termos pedagógicos e tecnológicos bem como à sua exequibilidade. A proposta produzida pelo outro grupo deve ser avaliada pela:

1. consistência teórica do plano de atividade didática apresentado: objetivos (alcance específico e social); seleção de conteúdos e coerência das práticas avaliativas apresentadas em relação aos objetivos priorizados;
2. coerência externa da proposta: condições objetivas para a realização da proposta;
3. apresentação dos recursos tecnológicos necessários à consecução do plano de atividades, tomando por referência os objetivos elencados;
4. coerência interna do plano de atividades — organicidade da proposta em termos filosóficos, pedagógicos e tecnológicos;
5. grau de adesão aos princípios colaborativos como elemento otimizador do processo de aquisição de conhecimento complexo.

O resultado da avaliação pormenorizada deve ser retornado ao professor responsável pelo curso ao final de uma semana.

Nota importante: Para simular uma classe geograficamente dispersa em que encontros presenciais entre alunos seriam muito difíceis de serem realizados e onde muito provavelmente os alunos não se conhecem pessoalmente, todas as interações intra e inter-grupos devem se dar exclusivamente via dois mecanismos: anotações em hiperdocumentos sempre que um texto estiver em discussão ou em processo de construção coletiva e via fóruns específicos disponibilizados para discussão de questões complementares. A restrição ao uso a tais mecanismos visa o registro sistemático das interações objeto de avaliação posterior.

A agenda de execução do curso está apresentada na Tabela 2.1.

Momento	Semana								Envidados	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	X	X	X							Grupos 1, 2 e 3
2	X	X	X							Grupos 1, 2 e 3
3				X						Todos os alunos
4					X	X	X			Grupos A e B
5								X		Grupos A e B

Tabela 2.1: Agenda para execução do curso.

2.1.4 Curso Tecnologias para Ambientes Colaborativos de Ensino

Durante o segundo semestre de 2000 foi oferecida pela terceira vez, no âmbito da pós-graduação da FEEC em Engenharia Elétrica, a disciplina Tecnologias para Ambientes Colaborativos de Ensino para alunos de mestrado, doutorado e especiais do programa de pós-graduação da FEEC.

O objetivo da disciplina enquanto conteúdo era o de discutir a relação tecnologia-aprendizagem, abordado sob a óptica da tecnologia. Um importante aspecto correlato foi a experimentação de uma metodologia de ensino onde as aulas eram em forma de plenária, sempre antecedidas de discussões em grupo, de forma a avançar também no aspecto pedagógico.

Para esse oferecimento da disciplina, foram recebidas 44 inscrições para as 28 vagas oferecidas. O número de vagas foi definido em função do número de temas de discussão definidos pelos professores (nesse caso, sete temas) e da dinâmica de trabalho adotada (grupos de até quatro alunos trabalhando em um tema). A disciplina, resumidamente, teve o seguinte desenvolvimento:

Tópicos abordados	Semana
Introdução à metodologia, descrição dos tópicos	1
Aprendizagem individual apoiada por computador	2 e 9
Hiperídia	3 e 10
Aprendizagem colaborativa	4 e 11
Comunicação mediada por computador	5 e 12
Informação estruturada na WWW	6 e 13
Interação	7 e 14
Realidade Virtual	8 e 15
Fechamento do curso, seminários, conclusões	16

Um detalhamento desse calendário poderia ser obtido pelos alunos a partir da página Web da disciplina¹, apresentada na Figura 2.4.



Figura 2.4: Página inicial da disciplina IA368F na Web.

O desenvolvimento de cada tópico foi responsabilidade de um grupo fixo formado por quatro (em alguns casos, três) alunos denominados **relatores**. Na primeira semana dedicada ao tópico (ver acima), a classe foi subdividida em grupos, cada grupo sob a coordenação de um relator. Durante a aula, cada grupo discute um tópico especificado pelos instrutores relativo ao tema abordado. A semana que precede a discussão é utilizada para a leitura de duas ou três referências sobre o tema. O final da aula (última hora) é dedicado a uma plenária para discutir o tema, com a orientação dos professores.

A discussão sobre tópicos relativos a cada tema poderia se estender além do período da aula. Para permitir essa continuidade, como meio de comunicação foi também utilizada uma lista eletrônica estabelecida através do servidor Usenet da FEEC (ícone “Lista de discussão” na página inicial do

¹<http://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/IA368F/>

curso, apresentada ns Figura 2.4). Opcionalmente, os alunos poderiam enviar mensagens particulares diretamente aos professores da disciplina (ícone “Mensagem aos professores”).

A segunda semana dedicada ao tema é precedida pela entrega da versão atual do Relatório do Grupo. Neste meio tempo, os alunos (exceto os relatores do tema) devem ter realizado o fichamento de um artigo relativo ao tema e tê-lo enviado aos relatores. Identicamente à primeira semana, na segunda semana dedicada ao tópico é escolhido um outro tema selecionado pelos instrutores com o objetivo de subsidiar e complementar a construção do relatório final sobre o tema. Novos grupos de alunos, cada um sob a coordenação de um relator, discutem-no para apresentação de suas conclusões em uma reunião plenária final.

O período entre a segunda semana de discussão sobre o tema e a última aula é dedicado à última revisão do relatório final. O resultado dessa revisão é apresentado em seminários no último dia de aula. O relatório final de cada tema também deve estar disponível na página da disciplina nessa data.

A página Web da disciplina contém o resultado final do oferecimento da disciplina, inclusive a avaliação, apresentando:

1. descrição dos temas abordados e literatura para consulta (na forma utilizada pelos alunos para o desenvolvimento das atividades);
2. literatura geral de apoio ao curso;
3. arquivos de mensagens trocadas;
4. os sete relatórios finais (na forma entregue pelos relatores);
5. os fichamentos enviados pelos alunos para cada um dos sete temas;
6. a versão final do documento do curso.

O documento final do curso está sendo elaborado a partir dos sete relatórios de tema e servirá como referência inicial no próximo oferecimento da disciplina.

2.2 Situações teste sob a óptica tecnológica

Esta seção descreve um conjunto de experiências desenvolvidas no âmbito da modelagem e desenvolvimento de protótipos computacionais para definir requisitos e adquirir a experiência necessária ao desenvolvimento do ambiente colaborativo que atenda adequadamente à visão associada ao Projeto SAPIENS.

Inicialmente (Seções 2.2.1 a 2.2.4) são descritas diversas atividades desenvolvidas no contexto do protótipo CALM. As duas seções seguintes abordam atividades associadas ao apoio a autores de material a ser disponibilizado através da WWW. A Seção 2.2.7 apresenta, na mesma linha, uma abordagem para a modelagem e verificação de um conteúdo de curso baseado em hipertextos. A seção seguinte apresenta uma visão de modelagem de um curso, considerando um caráter mais amplo que apenas o conteúdo. Um protótipo, que também considera o curso sob a visão administrativa, é descrito na Seção 2.2.9. A Seção 2.2.10 descreve uma ferramenta de apoio à avaliação baseado na utilização do ambiente através de registros de navegação pelos hipertextos disponibilizados como conteúdo. Finalmente, as duas últimas seções descrevem ferramentas de apoio ao desenvolvimento de atividades colaborativas, a primeira para auxiliar na formação de grupos e a segunda para descrever o relacionamento entre as atividades que devem ser desenvolvidas por um grupo de trabalho.

2.2.1 O sistema CALM

O sistema de disponibilização de material educacional através de computador, CALM (*Computer-Aided Learning Material*), foi desenvolvido no âmbito do Projeto SAPIENS com o objetivo de determinar as características básicas necessárias ao desenvolvimento de um ambiente computacional de apoio a atividades educacionais. Mesmo sendo de concepção simples, as funcionalidades previstas buscam caracterizar os princípios da interação de usuários com um sistema desse tipo.

A especificação do Sistema CALM teve origem no primeiro oferecimento da disciplina Tecnologias para Ambientes Colaborativos de Ensino (ver Seção 2.1.4), do programa de pós-graduação da FEEC, em 1998. Os alunos dessa disciplina selecionaram, a partir de estudos de outros sistemas existentes e das necessidades levantadas durante as discussões em sala de aula, um conjunto de características que julgaram necessárias a um ambiente computacional de apoio à educação.

O que se observou como resultado desse processo foi a definição de um ambiente voltado principalmente ao apoio à aprendizagem individualizada, com características baseadas naquelas presentes em sistemas de instrução baseada em computador e sistemas tutores inteligentes. Assim, os projetistas do primeiro sistema CALM consideraram como requisitos para o sistema: a possibilidade de cada aluno definir o seu próprio objetivo de aprendizagem; a adaptação do conteúdo apresentado ao aluno segundo o registro de seus conhecimentos prévios; e a seleção e correção automática de testes referentes ao tópico estudado.

Na disciplina Projeto de Objetos Educacionais, oferecida ainda em 1988 em seqüência à disciplina Tecnologias para Ambientes Colaborativos de Ensino, alguns alunos deram prosseguimento ao projeto e implementação de um protótipo para o sistema especificado. As decisões de implementação tomadas por esse grupo apontaram para um sistema usando a linguagem de programação Java e a infra-estrutura da World-Wide Web para a apresentação, interação e disponibilização do conteúdo educacional.

A interação de um usuário com o sistema CALM tem início com o estabelecimento de um objetivo de aprendizagem, determinado a partir de uma lista de tópicos oferecidos para a seleção. Esses tópicos são estruturados em grafos dirigidos, onde um arco do nó *A* para o nó *B* indica que o conteúdo de *B* leva em conta conhecimento do conteúdo apresentado em *A*. A partir da definição do objetivo de aprendizagem, da estrutura do grafo de tópicos ao qual o objetivo pertence e do registro de tópicos já visitados pelo usuário, o sistema determina um roteiro recomendado de unidades de estudo para atingir esse objetivo.

Outro recurso incorporado ao protótipo de CALM foi a possibilidade de realizar anotações pessoais associadas ao material estudado (Seção 2.2.2). O componente criado para essa funcionalidade permite criar anotações associadas a um conteúdo em HTML (*Hypertext Markup Language*), onde a cada parágrafo do texto poderia ser associada uma anotação persistente. Assim, em uma posterior visita ao mesmo conteúdo, há a possibilidade de rever as anotações feitas pelo usuário em visitas passadas.

O sistema CALM foi estruturado em módulos clientes (*browser*) e servidores. O cliente para o aprendiz agrega um componente de apresentação e navegação HTML/HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) e os componentes para a interface gráfica para o usuário com as funcionalidades particulares de CALM, tais como definir objetivos de aprendizagem e obter testes para auto-avaliação do conteúdo sob estudo. O cliente para professores inclui facilidades para definir os grafos de tópicos e testes. Já o servidor CALM é responsável pelo registro e manutenção de dados de usuários, pela manutenção da estrutura de tópicos e testes e pela definição do roteiro de estudos e testes associa-

dos para cada usuário. O conteúdo em si é disponibilizado através de um servidor HTTP, acessado diretamente desde o componente de navegação do cliente CALM.

O trabalho resultante do primeiro esforço de desenvolvimento do sistema CALM foi registrado em artigo publicado na primeira *International Conference on Engineering and Computer Education* (Adriano *et al.*, 1999a).

No segundo oferecimento da disciplina Projeto de Objetos Educacionais, no segundo semestre de 1999, duas frentes principais de trabalho foram estabelecidas. A primeira delas foi avaliar o quão aberto seria o sistema desenvolvido, através da tarefa de integrá-lo a outros sistemas de *software*. Um dos resultados derivados dessa linha de trabalho está descrito na Seção 2.2.4. A outra linha de trabalho foi a integração de mecanismos de colaboração ao ambiente CALM, que resultou na evolução do mecanismo de anotações individuais para um mecanismo de anotações compartilhadas em grupos.

Especificamente no que se refere à linha de trabalho de integração de mecanismos de colaboração, observou-se que havia uma distância entre a concepção inicial de CALM, de caráter individual, e seu uso colaborativo. Essa transição deu origem ao trabalho apresentado na Seção 2.2.11, onde agentes de *software* móveis são utilizados para criar grupos informais de colaboração a partir de usuários trabalhando individualmente em CALM.

2.2.2 Sistema de anotações

O mecanismo de anotação foi proposto com o objetivo de atender aos seguintes requisitos: possibilitar a realização de anotação *in-situ*; ser passível de integração com um ambiente educacional; oferecer suporte ao conceito de lugares-de-anotação; ter facilidade de integração com outros componentes; utilizar uma arquitetura baseada em componentes; e oferecer comunicação cliente-servidor através do mecanismo de invocação remota de métodos.

Os requisitos acima foram satisfeitos em duas aplicações. Uma delas, o AnnotTool, é uma ferramenta de anotação autônoma, pois funciona em qualquer navegador compatível com a API (*Application Programming Interface*) JDK 1.1 da Sun Microsystems. A segunda aplicação está integrada a um ambiente educacional, o CALM (Seção 2.2.1). Este ambiente, além de possuir um navegador próprio, é uma plataforma para integração de outras ferramentas educacionais, entre elas um mecanismo de anotações sobre páginas HTML.

As duas ferramentas permitem realizar anotações em qualquer documento HTML. Há duas opções de documento passível de anotação, o documento preparado para receber anotações em locais pré-estabelecidos e documentos sem locais pré-estabelecidos. Os documentos com locais pré-estabelecidos devem ser preparados para receber anotações. A preparação pode atender a algum cenário de aprendizado no qual seja esperado que os leitores anotem em determinados pontos do texto. A preparação de um documento HTML para anotação é feita utilizando o *tag* (marcador) de comentário,

```
(<!--#Annot#Discussion-->)
```

Este marcador possui a palavra reservada *Annot* e, após um separador (*#*), pode informar o tipo de lugar-de-anotação que se deseja associar àquele ponto do documento.

Para o caso de documentos não preparados para receber anotações, há alguns marcadores que definem a localização de possíveis anotações. Três marcadores estão configurados inicialmente como

locais possíveis de receber anotações, <p>, e <dt>. Este conjunto de marcadores pode ser facilmente reconfigurado. A definição do lugar-de-anotação a partir de marcadores HTML limita a presença de anotação a alguns locais pré-estabelecidos, os quais podem ser insatisfatórios para a anotação que se deseja realizar. Apesar dessa limitação, esse mapeamento permite associar lugares-de-anotação a um texto que não fora preparado para ser anotado, expandindo consideravelmente a aplicabilidade da ferramenta desenvolvida.

Interfaces de Anotação

O AnnotTool é uma interface baseada em menus (Figura 2.5), com as seguintes opções: recuperar arquivo para realizar anotações; configurar informações do usuário (nome, grupo, e-mail, endereço Web local); configurar o navegador; configurar os *tags* que localizam lugares-de-anotação; buscar anotações pelas correspondentes palavras-chave; e gerar uma página Web, chamada de notesBook, com as anotações do usuário.



Figura 2.5: Telas do AnnotTool para abrir arquivo e configurar dados do usuário.

O acesso às anotações é feito por uma tela de edição, a qual permite alterar o conteúdo da anotação, inserir palavras-chave e definir se anotação é visível no texto ou não. Esta tela de edição é obtida a partir de uma figura de anotação presente em alguns pontos do texto-base. Os referidos pontos são identificados por um ícone de anotação. Pressionando-se o mouse sobre este ícone é fornecida tela de edição, a qual contém o texto da anotação correspondente àquele ponto do documento. Esta forma de acesso às anotações corresponde a um tipo de lugar-de-anotação, definido como do tipo “hiperligação”, pois fornece somente uma “ponte” entre o texto e a anotação.

O mecanismo integrado ao ambiente CALM aparece como um botão (Figura 2.6) que permite ao usuário requisitar a inserção de lugares-de-anotação na página que está lendo. Este botão está localizado na barra de navegação do ambiente. O objetivo de integrar esse mecanismo ao ambiente permite ao aprendiz realizar anotações sobre os textos estudados, as quais cumprem os seguintes objetivos: facilitar a apropriação do conteúdo pela personalização do material, realimentar o material com críticas, fornecer um veículo de interação com outros colegas e de execução de tarefas colaborativas.

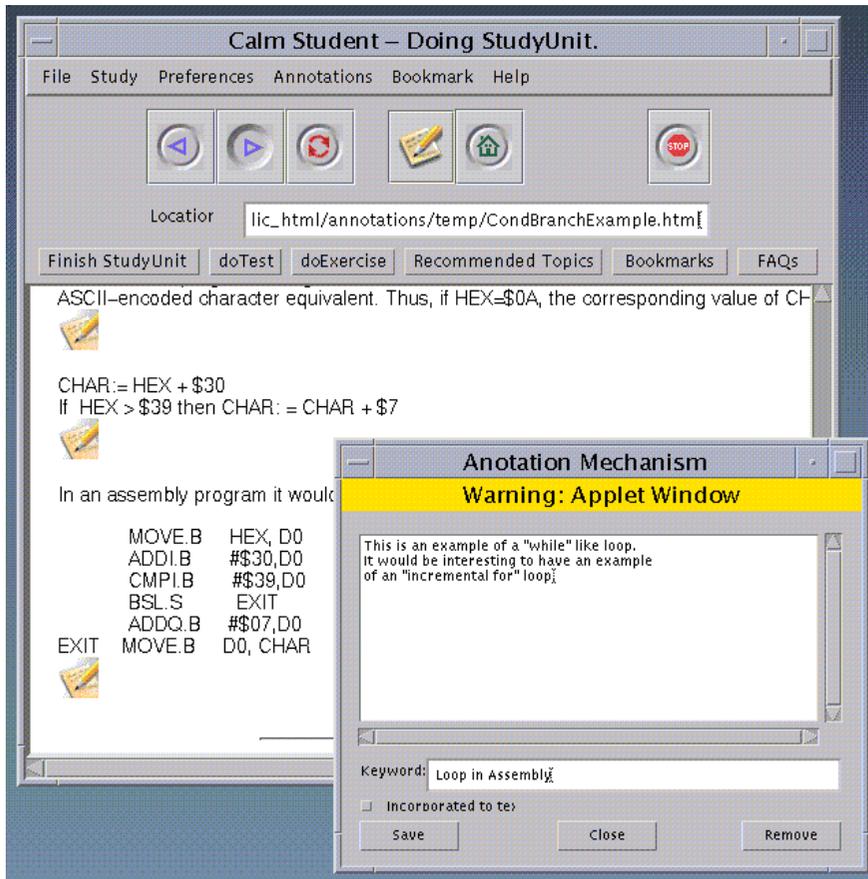


Figura 2.6: Realização de uma anotação dentro do ambiente CALM.

Arquitetura do AnnotTool

A arquitetura dos mecanismos compartilha dos seguintes elementos básicos: servidor de anotações (DBServer), compositor de documentos (DocTComp) e interface de anotação (navegador e applets). A organização destes na aplicação autônoma AnnotTool e a ordem de eventos para a obtenção e de um documento com anotações são mostradas na Figura 2.7. O servidor de anotações atende a requisições do compositor de documentos e da interface de anotação. As requisições podem ser por conteúdo de uma anotação em determinada posição de um documento, a lista de tags de um documento, gravar e remover anotações do repositório, etc. A comunicação entre o servidor e os clientes é feita via *sockets*.

O compositor de documentos é responsável por inserir os lugares-de-anotação no documento desejado. O compositor de documentos utiliza uma API, chamada DocT, que permite dividir um documento hipertexto em três perspectivas (Conteúdo, Marcadores e MetaInformação). O uso da API DocT se resume em alterar a perspectiva Marcadores de modo a obter um novo documento com um conjunto de tags que viabiliza a realização de anotações. Este novo documento possui tags applet que correspondem aos lugares-de-anotação inexistentes no documento original. Após obtido o novo documento, este é gravado em uma área pública do usuário (por exemplo o diretório `public_html`) e que tenha cesso via protocolo HTTP. Tal escolha permite que se recupere a página com os lugares-de-anotação por meio do servidor Web da rede local.

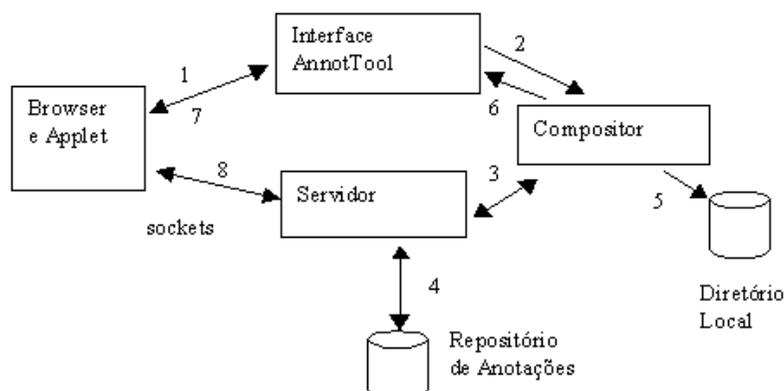


Figura 2.7: Arquitetura do AnnotTool.

A interface de anotação é um *applet* disparado na própria página anotada. Esta interface é responsável por recuperar e editar o conteúdo de uma anotação. O conteúdo da anotação é obtido por meio de comunicação com o servidor de anotações.

Com o objetivo de integrar o mecanismo de anotações ao ambiente CALM, algumas modificações foram feitas em sua arquitetura. O servidor de anotações foi encapsulado em um componente *JavaBean* e a comunicação com este é feita via *RMI*. Também foi eliminada a restrição imposta pelo modelo padrão de segurança de Java de executar a aplicação no servidor Web. Para contornar esta restrição foi implementado um esquema de repetição de requisições. O *applet* da interface de anotação continua se conectando a um aplicativo no servidor Web, mas este aplicativo repete a requisição para o servidor de anotações rodando na máquina do usuário.

A integração do mecanismo de anotação ao ambiente CALM é resultado da abordagem de compor recursos mais sofisticados a partir de outros recursos já existentes. A integração do mesmo mecanismo autônomo ao ambiente impôs a adoção de um *framework* para componentes de *software*, os JavaBeans. Seguindo a especificação deste *framework*, foi criado o componente NoteBean, que encapsula a arquitetura básica do mecanismo de anotação. O resultado do condicionamento da arquitetura original ao *framework* de JavaBeans está na Figura 2.8.

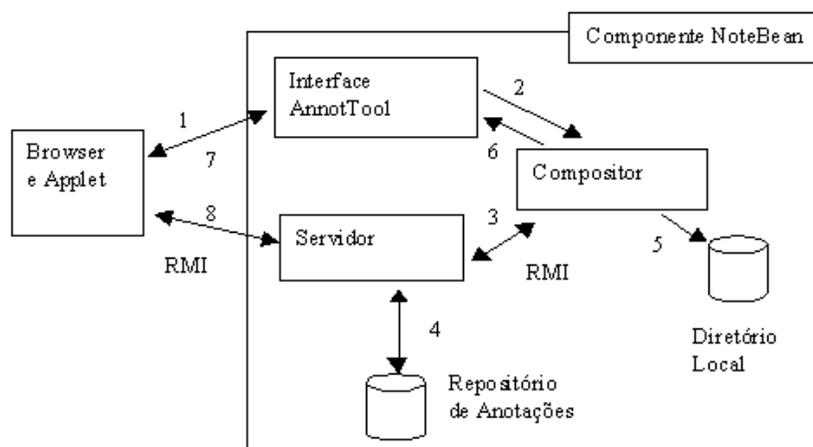


Figura 2.8: Arquitetura com o componente NoteBean.

A especificação de JavaBeans define como construir e conectar componentes de modo a criar uma aplicação. Um JavaBean, ou um bean, é um componente de software formado por propriedades, métodos e eventos associados. A propriedade é um atributo com eventos associados e emitidos em decorrência de sua modificação.

O mecanismo de emissão de eventos é baseado no *design pattern* Observer descrito em Gamma *et al.* (1994). Este *design pattern* fornece uma solução para registrar outros componentes interessados em receber um determinado evento. A solução consiste basicamente em definir interfaces (classes abstratas), chamadas “Listener”, que recebem notificações sobre a ocorrência de um determinado evento. Para cada interface Listener há uma lista com referências para todos os componentes interessados em escutar o evento.

Modelo de Objetos

O modelo de objetos do mecanismo de anotações é resultado da estratégia de obtenção de um modelo que atenda aos seguintes requisitos: indexação robusta das anotações nos documentos, persistência autônoma das anotações, tipos de anotação e várias mídias diferentes.

Como primeiro empenho para atingir tal modelo abstrato, foi desenvolvido um modelo de objetos (Figura 2.9), o qual está presente nas duas versões do mecanismo de anotação (AnnotTool e NoteBean). Este modelo define três classes: U_Html, U_Annotation e U_Tag.

Classe U_Html: representa o documento anotado. Cada instância desta classe contém uma lista de anotações relacionadas a outra lista de tags. Esta classe contém métodos para gerenciar estas

estruturas, como remover e adicionar novas anotações e realizar buscas por palavras-chave das anotações.

Classe U_Annotation: representa uma anotação. Uma instância desta classe atribui valores para o nome do autor da anotação, um texto correspondente ao conteúdo da anotação e uma ou mais palavras-chave para a anotação.

Classe doct.Tag: representa a posição e o nome de um elemento HTML.

Classe U_Tag: representa uma relação dois objetos, o primeiro do tipo doct.Tag e o segundo do tipo U_Annotation. A classe U_Tag define o lugar de anotação automático associado a três tipos de elementos HTML (<P>,,<DT>). Uma instância dessa classe mantém sempre uma referência para um objeto doct.Tag. Se houver alguma anotação associada a esse elemento HTML, então também haverá uma referência a um objeto U_Annotation. A classe U_Tag possui métodos para recuperar um objeto U_Annotation dada a sua posição no documento HTML, para obter o nome do rótulo associado ao elemento e informar se esse elemento é um lugar de anotação padrão. a um dos tipos default.

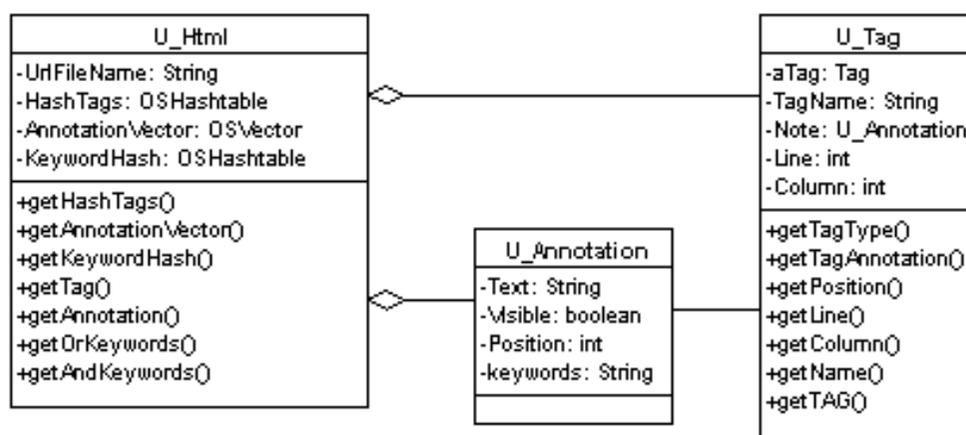


Figura 2.9: Diagrama de objetos das anotações persistentes.

Os objetos dessas classes são persistentes. Foram utilizados dois mecanismos de persistência baseados em repositórios de objetos. Na ferramenta AnnotTool utilizou-se o mecanismo PSE (*Persistent Storage Engine*) da ObjectStore, que é um repositório de objetos com suporte a transações. No componente NoteBean foi utilizado o recurso de serialização de objetos, fornecido pela API de Java desde sua versão JDK 1.1.

No mecanismo de persistência PSE, adotado em AnnotTool, a manipulação de objetos persistentes é realizada por meio de transações e pela recuperação de um *handler*, que é uma palavra-chave associada a um objeto persistente. Este objeto persistente é normalmente uma estrutura de dados definida pelo programa. A palavra-chave utilizada para recuperar esta estrutura de dados é o nome do usuário. A estrutura de dados, que é baseada na classe `java.util.Hashtable`, é utilizada

para mapear nomes de URL (*Uniform Resource Locator*) para objetos `U_Html`. Logo, a partir de uma instância desta classe, se tem acesso a todos os outros objetos persistentes.

No mecanismo de serialização, usado pelo componente NoteBean, é necessário que as classes, cujos objetos são candidatos a serem persistentes, implementem a interface `java.lang.Serializable`. Esta interface é apenas uma marcação para a API Java. Os objetos são recuperados e armazenados via uso de métodos `readObject` e `writeObject` de classes para manipulação de arquivos. Não há suporte a transações e a recuperação de um objeto de um arquivo é feita pelo de sua classe. Este mecanismo menos sofisticado foi adotado no NoteBean principalmente para ampliar sua portabilidade, pois usuários interessados em instalar o ambiente CALM em outras redes não necessitariam adquirir o pacote PSE, que é proprietário.

Em função dessa atividade foram publicados os artigos Adriano *et al.* (1999b), Adriano *et al.* (2000b) e Adriano *et al.* (2000a).

2.2.3 Edição de conteúdos em CALM com versões

Em CALM (Seção 2.2.1), os materiais de aprendizado, os assim chamados Contextos de Aprendizados, são definidos por um conjunto de Tópicos que guardam entre si uma relação de precedência definida por um Grafo de Tópicos. Cada Tópico por sua vez guarda como principal informação o Conteúdo que é eventualmente apresentado ao aprendiz quando este solicita uma Unidade de Estudos.

Uma característica importante em CALM é que seus usuários podem fazer anotações sobre um Conteúdo, conforme descrito na Seção 2.2.2, podendo estas anotações ser privadas (acessíveis apenas pelo usuário autor da anotação) ou públicas (acessíveis por usuários cadastrados em um grupo de estudo).

Assim, seria interessante para o processo de autoria de um Conteúdo que anotações pudessem ser usadas como fonte de revisão, possivelmente podendo ser incluídas diretamente no Conteúdo, gerando assim uma nova versão.

Nesta direção foi iniciado o desenvolvimento de um ambiente de autoria para o CALM que permitisse:

- Criar e editar um Conteúdo;
- Acessar, durante o processo de Edição, as anotações feitas sobre o Conteúdo pelos diversos usuários e grupos. Pode-se, eventualmente, incorporar estas anotações ao Conteúdo;
- Guardar um histórico de alterações de um Conteúdo, incluindo indicações de que anotações foram incluídas e/ou consideradas na alteração.
- Reconstruir versões quaisquer de um Conteúdo a partir dos históricos de alterações.

Para controlar a evolução dos Conteúdos e manter um histórico com as anotações usadas na edição, foi especificado um mecanismo de versões de Conteúdos baseado no sistema CVS (Cederqvist *et al.*, 1993), para manter as versões de um conteúdo, bem como o histórico de anotações utilizadas na geração de uma versão. Além disso, um mecanismo de *Web Publishing* foi também incorporado, de forma que somente uma versão consolidada possa ser efetivamente disponibilizada para acesso pelos usuários CALM.

A Figura 2.10 mostra a arquitetura geral definida para o sistema. Nesta arquitetura, o ambiente de autoria primeiro requisita a última versão do repositório CVS (*update* ou *checkout*) para a área local de trabalho. Caso se queira partir de um conteúdo pré-existente, procede-se primeiro a uma operação *import* para registrar este conteúdo no repositório CVS, para depois construir a cópia de trabalho via *checkout*. Com a cópia local disponível, procede-se à edição.

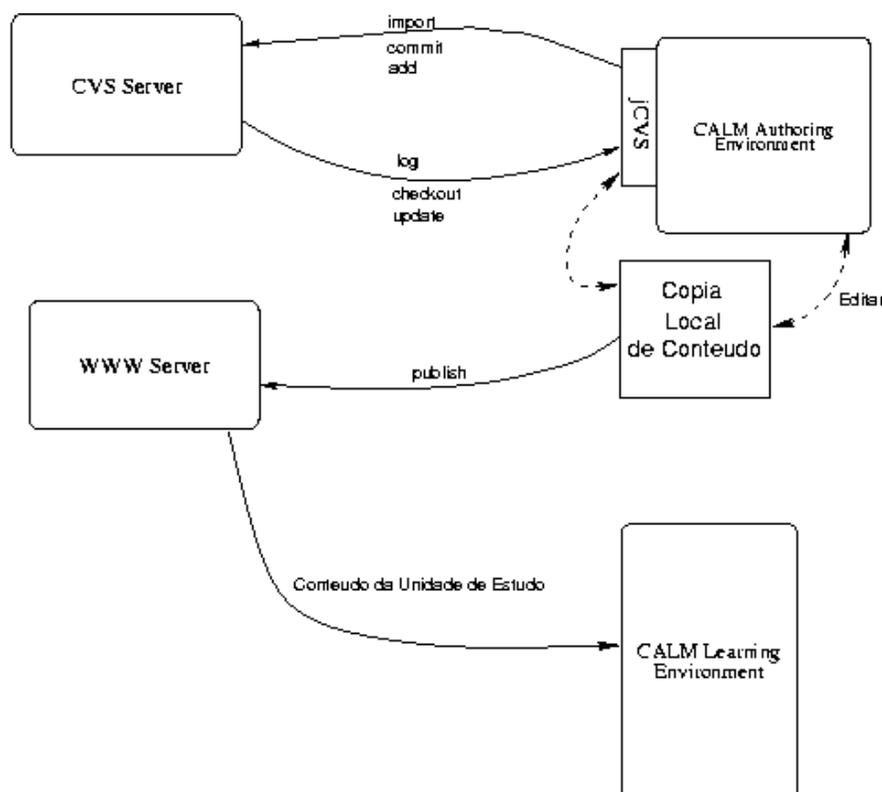


Figura 2.10: Arquitetura de autoria de conteúdos com controle de versões.

Terminada a edição, o autor poderá consolidar o resultado no repositório CVS com uma operação *commit*. Enquanto esta operação não for executada, as alterações não estarão disponíveis para co-autores ou revisores do Conteúdo. Faz parte desta operação de *commit* o fornecimento de informações sobre as anotações que foram consideradas durante o processo de edição do Conteúdo. O autor poderá ainda recuperar o histórico de alterações em um Conteúdo, o que é feito por operações *log*.

Quando julgar apropriado, o autor poderá também publicar a versão no servidor Web, para disponibilizar a nova versão para outros usuários em CALM. É a versão publicada que aprendizes acessam ao requisitar uma Unidade de Estudo.

2.2.4 Integração de ferramenta externa ao CALM

A possibilidade de integração de ferramentas externas a ambientes educacionais é um aspecto relevante no que diz respeito ao processo de ensino, aprendizado e treinamento.

Nessa perspectiva, um dos trabalhos realizados dentro do contexto da disciplina Projeto de Ob-

jetos Educacionais (ver Seção 2.1.4), no segundo semestre de 1999, consistiu na definição e implementação de um mecanismo para possibilitar a utilização de ferramentas externas a partir do CALM.

Do ponto de vista do aluno, a ideia é que este ao estudar, resolver um exercício prático ou realizar um teste de avaliação possa fazer uso de ferramentas externas ao ambiente CALM, específicas para o ensino/aprendizado do tópico abordado. Sob a ótica do autor, pretende-se manter uma base de dados a respeito das ferramentas integradas ao ambiente, de modo que, durante a autoria, este possa utilizá-las na elaboração de um material didático mais rico e interessante. Com isso o aluno, além de estudar a teoria relacionada a determinado tópico, também pode desenvolver atividades práticas a partir das ferramentas integradas. A Figura 2.11 ilustra a interação entre aluno e autor com ferramentas externas integradas ao ambiente CALM.

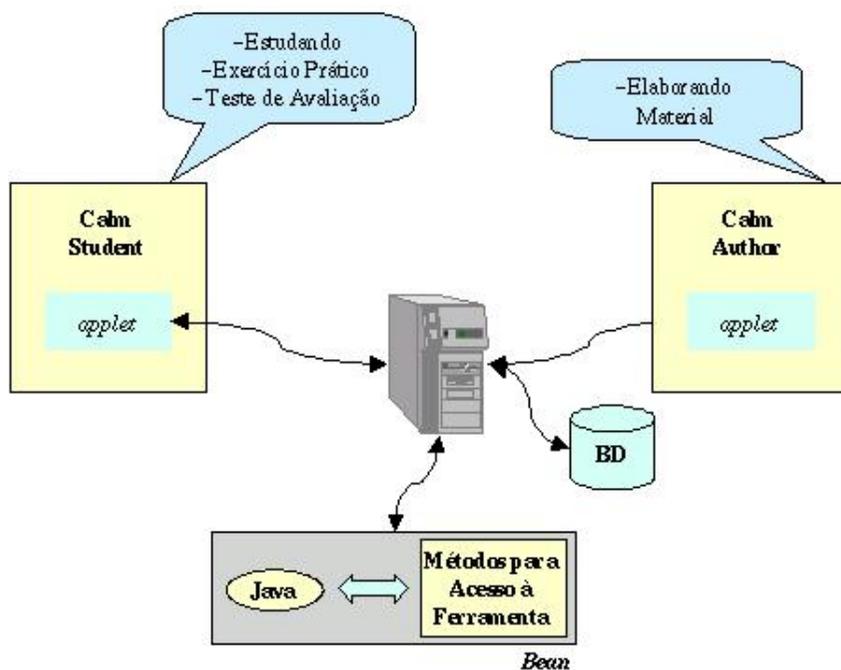


Figura 2.11: Interação entre aluno e autor com ferramentas externas.

Basicamente, alunos e autores interagem com um servidor, via *applet*, o qual é responsável por consultar uma base de dados contendo informações a respeito das ferramentas integradas. Quanto ao servidor, observa-se que este pode ser dedicado ou não, dependendo da sobrecarga de processamento que a execução de determinada ferramenta poderá causar. Ainda, deve-se ressaltar que, em geral, as ferramentas são dependentes de plataforma e, desse modo, faz-se necessária a presença de servidores que possibilitem a execução remota dos diversos tipos de ferramentas. Quanto à base de dados, embora esta a princípio possa ser omitida, posteriormente, com a adição de um maior número de ferramentas ao ambiente, sua presença torna-se um recurso fundamental permitindo armazenar informações específicas de cada ferramenta tais como: parâmetros específicos, sistema operacional, arquivos gerados, perfil de utilização, etc. Com isso, durante a autoria, o autor pode saber quais informações devem ser fornecidas para a execução de determinada ferramenta, evitando que parâ-

metros importantes sejam omitidos. Além disso, a partir de uma consulta à base de dados, pode-se estabelecer um filtro de modo que somente ferramentas que possuam relação com o tópico abordado possam ser utilizadas.

O primeiro passo na direção de integrar de ferramentas externas ao CALM foi realizado com a ferramenta de teste POKE-TOOL (*Potential Uses Criteria Tool for Program Testing*) (Maldonado *et al.*, 1989; Chaim, 1991), que apóia a aplicação de critérios estruturais no teste de programas C. As principais operações realizadas pela POKE-TOOL são:

1. Criação de uma sessão de teste: O termo sessão de teste é utilizado para designar as atividades realizadas durante a execução de um teste. O teste pode ser realizado em etapas onde são armazenados os estados intermediários da aplicação de teste a fim de que possam ser recuperados posteriormente. Desse modo, é possível ao usuário iniciar e encerrar o teste de um programa, bem como retomá-lo a partir de onde este foi interrompido.
2. Manipulação de casos de teste: Inclui a execução, adição e remoção dos casos de teste fornecidos pelo testador.
3. Análise de adequação: Determina a porcentagem de cobertura obtida por um conjunto de casos de teste em relação aos requisitos de um determinado critério. Relatórios estatísticos contendo informações sobre os testes realizados também são gerados.

Basicamente, o usuário entra com o programa a ser testado, com o conjunto de casos de teste e seleciona todos ou alguns dos critérios disponíveis (Todos-Potenciais- Usos, Todos-Potenciais-Usos/Du, Todos-Potenciais-Du-Caminhos, Todos-Nós e Todos- Arcos). Como saída, a ferramenta fornece ao usuário o conjunto de arcos primitivos (Chusho, 1987), o Grafo Def obtido do programa em teste, o programa instrumentado para teste, o conjunto de associações necessárias para satisfazer o critério selecionado e o conjunto de associações ainda não exercitadas. O conjunto de arcos primitivos consiste de arcos que uma vez executados garantem a execução de todos os demais arcos do grafo de programa.

A POKE-TOOL encontra-se disponível para os ambientes DOS e Unix. A versão para DOS possui interface simples, baseada em menus. A versão para Unix possui módulos funcionais cuja utilização se dá através de interface gráfica ou linha de comando (*shell scripts*). A interface gráfica permite ao usuário iniciante explorar e aprender os conceitos do teste estrutural e da própria ferramenta e oferece melhores recursos para a visualização dos casos de teste e dos requisitos a serem satisfeitos para cada critério. Entretanto, além de ser menos flexível do que os *scripts* de teste, requer constante interação do testador com a ferramenta, dificultando a realização de estudos empíricos. Quanto aos *scripts*, embora exijam esforço de programação e completo domínio tanto dos conceitos de teste quanto dos próprios programas que compõem a ferramenta, sua utilização possibilita a execução de longas sessões de teste em *batch*: o usuário pode construir um programa especificando o teste a ser realizado e a ferramenta simplesmente executa esse programa, permitindo que se economize tempo na atividade de teste devido à redução do número de interações com a ferramenta.

Embora a POKE-TOOL apóie a aplicação de vários critérios estruturais, em uma primeira etapa optou-se por utilizar apenas os critérios baseados em fluxo de controle: Todos-Nós e Todos-Arcos. Tais critérios, além de serem os mais utilizados da técnica estrutural, apresentam conceitos que servem como base para o entendimento de outros critérios de teste.

Para permitir a integração entre o CALM e a POKE-TOOL foi necessário definir um meio de comunicação (interface) entre ambos. Ressalta-se que tal interface deve ser o mais genérica possível de modo a possibilitar que outras ferramentas, além da POKE-TOOL, também possam ser utilizadas a partir do CALM. Nesse sentido, três aspectos foram considerados: o acesso ao código-fonte, a necessidade de um protocolo de comunicação e a forma de interação entre aluno e sistema.

Uma vez que o acesso ao código-fonte nem sempre é possível (e nem desejado), a solução encontrada foi lidar com os arquivos de saída produzidos pela ferramenta. Tal solução exige alguns esforços com respeito à decodificação de tais arquivos. A abordagem adotada — baseada em arquivos — requer que os dados produzidos pela ferramenta sejam padronizados conforme uma formatação pré-estabelecida. Visto que a plataforma escolhida é o CALM, a integração foi baseada em componentes de *software* — caixas pretas com interface pública que permitem o acesso às funcionalidades do componente. Uniformidade e padronização são aspectos desejáveis na troca de dados, facilitando com isso qualquer eventual intervenção humana ou discussão sobre resultados de entrada e saída. Desse modo, optou-se pela formatação dos dados em XML (*eXtensible Markup Language*). No caso específico de teste de *software*, foi definido um conjunto de *tags* XML tais como Nó, Arco, Requisito e Critério.

Quanto à forma de interação entre aluno e sistema, definiu-se que as interfaces fossem completamente integradas ao CALM. Uma vez que o CALM pode ser visto como um sistema baseado na Web, uma forma natural de integração seria por meio de *applets*, responsáveis por invocar os comandos da POKE-TOOL e apresentar os resultados ao aluno.

Basicamente, a arquitetura de integração entre o CALM e a POKE-TOOL é composta por dois componentes de software (Figura 2.12). O componente CALM-Converter é responsável por encapsular os dados necessários à execução da POKE-TOOL. O componente POKE-Converter é responsável por receber tais dados e ativar os *scripts* da ferramenta. Toda saída é processada pelo POKE-Converter e devolvida ao CALM-Converter que, por sua vez, extrai tais dados e os apresenta ao aluno. Todos os dados são transmitidos por meio de invocação a métodos remotos (RMI) e estão em conformidade com o protocolo XML estabelecido.

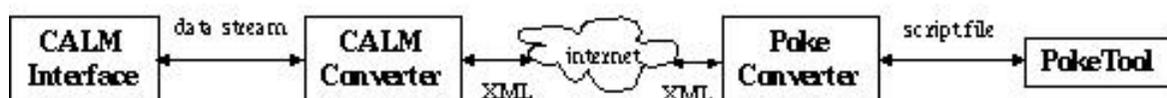


Figura 2.12: Arquitetura de integração: CALM e POKE-TOOL.

Como trabalhos futuros, destacam-se a definição de mecanismos que possibilitem a utilização da POKE-TOOL via scripts de teste e a aplicação de outros critérios estruturais apoiados pela ferramenta, além dos critérios baseados em fluxo de controle. Pretende-se ainda investigar a dificuldade na integração de outras ferramentas de teste ao CALM, avaliando o quão genérica é a interface desenvolvida, sugerindo possíveis modificações.

O trabalho resultou na elaboração do artigo “*Fostering Theoretical, Empirical and Tool Specific Knowledge in a Software Testing Learning Scenario*” (Barbosa *et al.*, 2000a), publicado nos anais da *International Conference on Engineering and Computer Education (ICECE’2000)*.

2.2.5 Autoria de materiais educacionais

Existem diferentes mecanismos de aprendizado mediados por computador, cada qual suportado de maneira diferente. Assim, autoria de materiais educacionais não é uma atividade com natureza única. Além disso, segundo Schär & Krueger (2000), não sendo o aprendizado um fenômeno unitário, falta-lhe uma teoria comum.

A atual tecnologia base da WWW provê suporte para criação de materiais que representam um relativo avanço sobre os convencionais livros e textos em papel, mas não é suficiente para o estabelecimento de um ambiente computacional para apoio à aprendizagem. Entre os requisitos de um ambiente computacional para apoio à autoria de materiais educacionais podem ser citados:

- a escolha de um ou mais modelos cognitivos, que estabeleçam, entre outras coisas, se a aprendizagem deve ser alcançada individual ou cooperativamente;
- o estabelecimento de mecanismos e metáforas de cooperação, conforme o caso;
- o estabelecimento de modelos de avaliação adequados;
- a adaptação tanto do conteúdo do material educacional como de sua seqüência de apresentação ao perfil do aprendiz;
- modos mais avançados para a interação entre aprendiz e documentos dinâmicos, que auxiliem o aluno na exploração do material didático e dos conceitos nele contidos;
- a natural dificuldade da criação de materiais educacionais digitais, considerando a hipermídia.

Para o ensino mediado por computador, filosofias contrastantes que vão do objetivismo ao construtivismo estabelecem extremos de um contínuo. A filosofia objetivista está baseada na idéia de que estudantes aprendem por que lhes falam e que o conhecimento é objetivo e existe independentemente dos aprendizes. Como consequência, o material usado para aquisição de conhecimento, que resulta desse tipo de filosofia, tende a ser mais explícito e declarativo. A filosofia construtivista presume que pessoas aprendem fazendo, ou seja, constroem o conhecimento situando experiências cognitivas em atividades autênticas. Como resultado, o conhecimento emergente pode ser um tanto quanto intuitivo, mas mais consolidado.

Schär & Krueger (2000) sugere quatro diferentes tipos de sistemas de aprendizado, que, conseqüentemente, requerem diferentes ferramentas e atividades de autoria:

Baseados em simulação: aprende-se fazendo, através de sistemas que podem demonstrar as condições de ações e eventos no mundo real; segue a filosofia construtivista. Segundo Ramal (2000), na aprendizagem por simulação aprende-se no ensaio e erro, o professor é o dinamizador da inteligência coletiva do grupo e, como tal, deve verificar tanto a quais respostas o aluno chegou, como saber os caminhos utilizados para isso. Os percursos dizem muito mais sobre o desenvolvimento de habilidades e competências do que as repostas. Isso se vincula a uma nova relação com o erro.

Hipertexto e hipermídia: organização do material didático em nós, em texto ou outras mídias, conectados por ligações, que permite o acesso não estruturado através desses nós. A aquisição do conhecimento ocorre de forma construtivista, permitindo ao estudante estabelecer a estratégia

de acesso e necessidades, podendo, no entanto, levar à perda no hiper espaço. Diferentes tipos de modelos do usuário (aprendiz) são necessários para permitir a adaptação do conteúdo e das ligações.

Sistemas tutores: aprendizado guiado por objetivos pré programados, com a aquisição de conhecimento sendo verificada através de testes, correções e sugestões para repetição de atividades; aprende-se sendo guiado; segue a filosofia objetivista; é mais indicado para tarefas discretas, tais como diagnóstico ou análise. Um tutor usa de conhecimento sobre um domínio, sobre o aprendiz e sobre estratégias de ensino para suportar o aprendizado e a tutoria individualizada e flexível. O núcleo de um tutor é uma seqüência de oferecimento de material, análise inteligente das soluções do aprendiz e suporte interativo para solução de problemas.

Prática por repetição (*Drill and practice*): tipo de aquisição estabelecida na forma de perguntas e respostas, onde o aprendizado se dá com recompensa a respostas corretas. Útil para material que requer memorização. Claramente segue a filosofia objetivista.

Pode-se incluir um quinto tipo de sistema de aprendizado:

Representação abstrata: modelos gráficos, bastante comuns, para a percepção de representações químicas, físicas e matemáticas, que tornam atrativo o ensino de matérias básicas. Mais próximo da filosofia objetivista.

Neste contexto estabelecido por Schär & Krueger, no transcorrer do Projeto SAPIENS foram desenvolvidos os esforços descritos a seguir.

Foi desenvolvido um **gerador de multiligações** para uso em browsers HTML, ou seja, uma ferramenta para especificação de ligações hipermídia com vários destinos e várias origens que gera automaticamente arquivos HTML, através de scripts CGI (*Common Gateway Interface*), que representam e suportam esse tipo de ligação. Para o usuário interessado, esse tipo de ferramenta permite um ganho de tempo no processo de autoria e de manutenção de arquivos HTML na WWW.

Outra ferramenta de apoio ao ensino de linguagens de programação é o **simulador gráfico para ponteiros**, uma ferramenta gráfica que recebe como entrada um programa em linguagem C, que use comandos relacionadas com ponteiros, e o interprete graficamente, permitindo ao estudante a percepção visual do funcionamento de ponteiros na memória de um computador. Uma extensão proposta para esse trabalho é o desenvolvimento de um simulador gráfico para um sistema operacional simplificado, baseado no microprocessador 8086. Este simulador permitirá que alunos de disciplinas envolvidas com Sistemas Operacionais desenvolvam experimentos e projetos de implementação de partes de um sistema operacional. O desenvolvimento dessa atividade resultou na publicação do artigo por Tobar & Charnet (2000).

Outro experimento desenvolvido no contexto das atividades de apoio à autoria envolve a modelagem e disponibilização de um sistema de informação desenvolvido através de uma metodologia orientada a sistemas hipermídia na Web. O sistema escolhido compreende informações relativas a um curso de graduação com professores, disciplinas, salas de aula, turmas e seus relacionamentos, que podem ser acessados através de opções preestabelecidas.

Finalmente, está sendo desenvolvida uma **ferramenta de autoria** que objetiva a produção de materiais educacionais, do ponto de vista estrutural, agregando informação semântica às partes, visando

posterior recuperação e reuso de suas partes. Além disso, oferece a possibilidade de criar materiais cujos elementos podem ser relacionados diferentemente. Essas relações estabelecem dimensões ortogonais que permitem definir precedências, pré-requisitos e detalhamentos.

2.2.6 Autoria de questionários

O objetivo desta linha de trabalho é elaborar um objeto educacional para autoria de questionários, denominado QuestCALM, que possibilite a autoria dos seguintes tipos de questões: múltipla escolha, dissertativa, verdadeiro ou falso e exercício. Detalhes técnicos sobre esta ferramenta constam de artigo apresentado no ICECE'2000 (Leiva *et al.*, 2000).

Ao contrário de algumas ferramentas semelhantes, QuestCALM proporciona uma estrutura não proprietária para os questionários gerados, facilitando os processos de reuso e intercâmbio com outros ambientes de autoria e apresentação. Além disso, programadores em Java e XML podem incluir novos tipos de questões no QuestCALM recompilando seu código-fonte. Um ponto forte inexistente em muitas ferramentas é a fácil adaptação do QuestCALM a várias línguas, por meio da inclusão de um novo arquivo-texto para cada nova língua. Outros pontos fortes derivam deste, tais como: o mesmo programa compilado pode ser executado em qualquer lugar do mundo; elementos textuais (por exemplo, mensagens de *status* e os rótulos de componentes da interface gráfica) não são incluídos no programa, mas sim guardados fora do código-fonte e recuperados dinamicamente; e suporte para novas línguas não exige recompilação do código-fonte.

Entretanto, QuestCALM não apóia uma plataforma comum para intercâmbio de hiperdocumentos didáticos, como a IMS (IMS Global Learning Consortium, 1999); além disso, na versão atual, poucos tipos de questões estão disponíveis. Como trabalhos futuros relacionados ao QuestCALM, pretende-se torná-lo compatível com a plataforma IMS, bem como incorporá-lo ao Sistema Atena, descrito na Seção 2.2.9.

2.2.7 Modelagem de um curso por *statecharts*

Nesta atividade construiu-se um curso em HTML introdutório a *statecharts* para que, a partir desse protótipo, pudesse ser derivado um modelo genérico de cursos a distância. Como próximo passo, foi utilizada a ferramenta HySCharts (Turine, 1998) para simular o modelo instanciado para o curso de *statecharts*.

HySCharts é um protótipo de um ambiente de autoria e navegação de hiperdocumentos, desenvolvido com base em um modelo de especificação chamado HMBS (*Hyperdocument Model Based on Statecharts*) (Turine, 1998).

O ambiente HyScharts foi projetado especificamente para apoiar a criação, interpretação e execução de especificações de hiperdocumentos descritos segundo o modelo HMBS. O HyScharts foi desenvolvido como uma extensão do sistema StatSim (*Statechart Simulator*), um ambiente gráfico automatizado que visa a apoiar a validação de especificações descritas por meio de *statecharts* (Masiero *et al.*, 1991).

HMBS adota a estrutura e a semântica operacional de *statecharts* (Harel *et al.*, 1987; Harel, 1987) para especificar a estrutura organizacional e a semântica de navegação de hiperdocumentos grandes e complexos (Oliveira *et al.*, 1996; Turine, 1998). Segundo o modelo, um hiperdocumento é formado por três tipos de objetos: estruturais, navegacionais e de apresentação. A estrutura organizacional do hiperdocumento definida pelo *statechart* subjacente possibilita especificar os objetos estruturais

(estados, transições e eventos). Os objetos navegacionais — páginas, ligações e âncoras — definem a estrutura navegacional do hiperdocumento. Os canais definem os objetos de apresentação e são ativados para apresentar as informações contidas nas páginas durante a navegação. Desse modo, os estados do *statechart* são associados a porções de informação ou páginas. Os eventos contidos nos rótulos das transições representam respectivamente as âncoras que disparam as possíveis ligações entre as páginas, definindo dessa maneira os caminhos de navegação disponíveis ao leitor.

Curso de *statecharts*

A modelagem do curso de *statecharts* foi elaborada por meio do HySCharts. A Figura 2.13 mostra o modelo de mais alto nível, enquanto a Figura 2.14 exibe o modelo de um nível hierárquico inferior que detalha o estado *ContdOn* da Figura 2.13. Outros modelos, que decompõem alguns estados da Figura 2.14, estão disponíveis *on-line*².

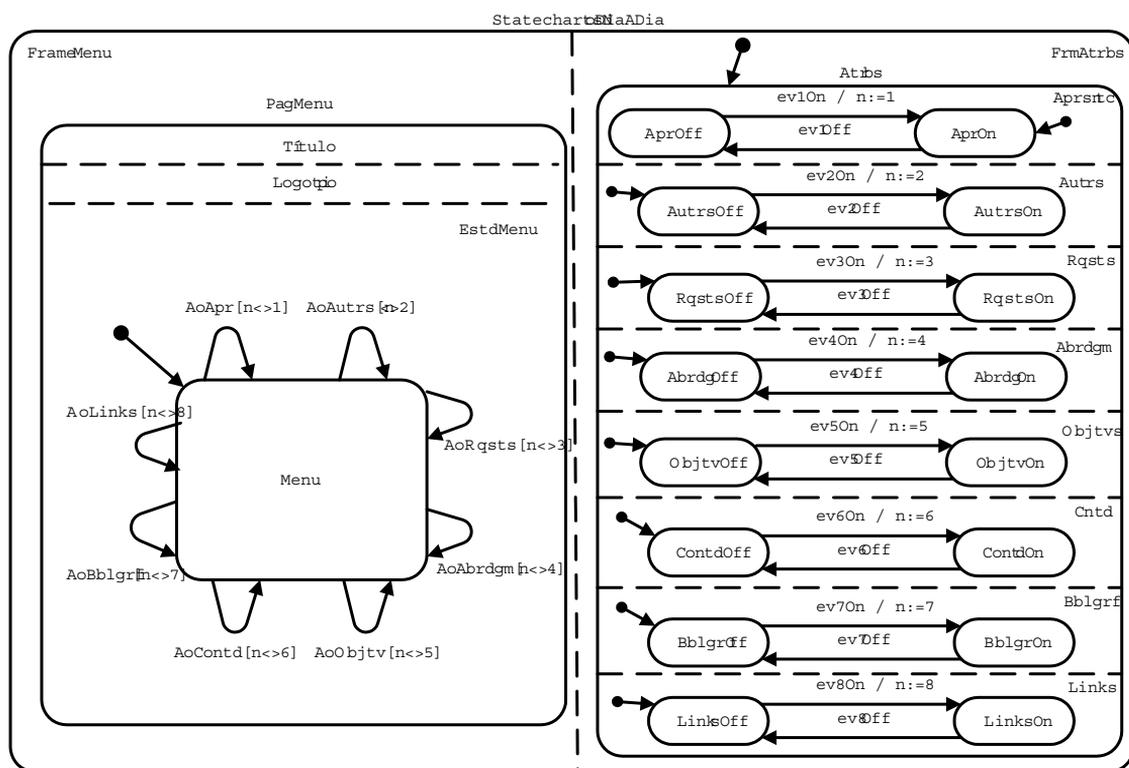


Figura 2.13: Modelo geral do curso sobre *statecharts*.

No curso, o menu inicial fica sempre visível no lado esquerdo. Enquanto na Figura 2.15 o lado direito contém a lista de todos os tópicos atualmente existentes no curso sobre *statecharts*, na Figura 2.16 este lado é preenchido pelo conteúdo do último tópico que, além de conter questões para

²<http://www.icmc.sc.usp.br/~wdl/curso/modelagem>

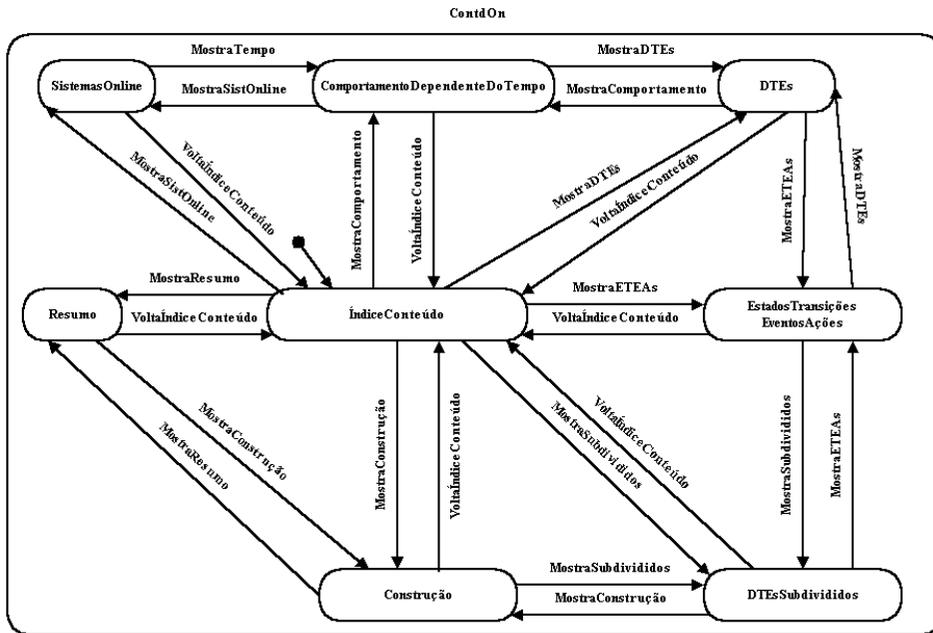


Figura 2.14: Detalhamento do estado “conteúdo do curso.”

avaliação formativa, armazena ligações para a unidade anterior e para o índice de tópicos mostrado na Figura 2.15.

<p>CURSO:</p> <h1 style="text-align: center;">Statecharts no dia-a-dia</h1> <p>Apresentação</p> <p>Autores</p> <p>Pré-requisitos</p> <p>Abordagem</p> <p>Objetivos</p> <p>Conteúdo</p> <p>Bibliografia</p> <p>Links interessantes</p>	<p>Conteúdo</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistemas on-line 2. Comportamento dependente do tempo 3. Diagramas de transição de estados 4. Estados, transições, eventos e ações 5. DTEs subdivididos 6. Construção do diagrama de transições de estado 7. Resumo sobre DTEs & Avaliação somativa
--	---

Figura 2.15: Menu principal e dos tópicos do curso.

<p>CURSO:</p> <h1 style="text-align: center;">Statecharts no dia-a-dia</h1> <p>Apresentação</p> <p>Autores</p> <p>Pré-requisitos</p> <p>Abordagem</p> <p>Objetivos</p> <p>Conteúdo</p> <p>Bibliografia</p> <p>Links interessantes</p>	<p>Resumo sobre diagrama de transições de estado</p> <p>O diagrama de transições de estado é uma ferramenta poderosa de modelagem para descrever o comportamento necessário de sistemas reativos e a parte de interface homem-computador de muitos sistemas <i>on-line</i>. Apesar de não ser muito conhecido ou adotado durante o desenvolvimento de sistemas de informação, ele é uma ferramenta que mais pessoas deveriam procurar conhecer porque, futuramente, pode-se esperar que mais e mais sistemas de natureza comercial, científica ou de engenharia assumirão um comportamento mais reativo [Yourdon, 1990].</p> <p>Avaliação formativa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desenhe um diagrama de transições de estado para um toca-fitas [Yourdon, 1990] 2. Desenhe um diagrama de transições de estado para o caixa eletrônico de seu banco [Yourdon, 1990] 3. Desenhe um diagrama de transições de estado para um relógio digital de pulso que contém um despertador e um cronômetro [Yourdon, 1990] 4. Desenhe um diagrama de transições de estado para um forno de microondas [Yourdon, 1990] 5. Desenhe um diagrama de transições de estado para o menu de interface com o usuário de um <i>browser</i> da WWW. <p> Conteúdo do curso  Unidade de estudo anterior</p>
--	--

Figura 2.16: Detalhamento do conteúdo do curso: interface.

Considerações finais

Após a preparação do material didático, constatou-se que o HySCharts não é um componente adequado para o ambiente de cursos à distância; além disso, verificou-se que o HMBS é um modelo complexo para o domínio de EAD, principalmente porque a existência de muitos níveis hierárquicos pode dificultar a compreensão do modelo de curso. Apesar disso, a experiência de construção dos hiperdocumentos foi positiva e trouxe as seguintes contribuições: aperfeiçoamento no código-fonte do HySCharts; percepção das características que faltam no HySCharts para que ele se transforme futuramente em um sistema hipermídia aberto (Østerbye & Wiil, 1996); definição das funcionalidades necessárias para o ambiente, como avaliação personalizada e auto-avaliação; aprofundamento no estudo do HMBS e de outros modelos para especificação de hiperdocumentos; e identificação de recursos desenvolvidos em outras atividades do Projeto SAPIENS, como anotações, cadastro de participantes (aprendizes, instrutores e administrador) e mecanismos de colaboração, que poderão ser incorporados ao ambiente.

2.2.8 Modelagem de um curso pela abordagem WIS

A plataforma WWW, que originalmente era apenas um instrumento utilizado para estabelecer uma presença *online*, passou a ser uma plataforma que consegue apoiar todos os aspectos do trabalho organizacional. Como resultado, esforços mais importantes dos profissionais de sistemas de informação estão direcionados para o desenvolvimento de sistemas de informação baseados na tecnologia WWW, denominados “Sistemas de Informação baseados na WWW” (ou WISs, abreviação de *Web-based Information Systems*). Eles combinam navegação em um espaço de informações heterogêneas com operações que consultam ou afetam aquelas informações. Entre outras funções, tais sistemas fornecem apoio ao cliente, possibilitam o comércio eletrônico e a colaboração remota, tudo por meio da WWW.

Há quatro categorias de WISs: sistemas para intranets, que processam informações internas às redes locais; *sites* WWW, que funcionam como uma estratégia de *marketing*, levando informações e serviços ao público externo; sistemas de comércio eletrônico, que interagem mais com o consumidor; e sistemas para extranets, um conjunto de sistemas internos e externos que se comunicam para apoiar negócios das empresas (Isakowitz *et al.*, 1998a,b; Schwabe & Rossi, 1998).

Por estarem localizados na WWW, os WISs alcançam um público maior e mais heterogêneo, aumentando o mercado consumidor das empresas. WISs diminuem os custos porque não é necessário instalar outro *software* nas máquinas dos usuários finais, minimizam gastos com manutenção e suporte técnico, bem como possibilitam um treinamento em larga escala a baixo custo. Além disso, os serviços oferecidos pelos WISs superam limites temporais e espaciais, porque operações e atualizações podem ocorrer a partir de qualquer lugar do mundo, apoiando desse modo bancos de dados institucionais integrados e consistentes. WISs ainda facilitam o trabalho cooperativo e contribuem para a construção de comunidades de conhecimento (Casagrande, 2000).

Como quaisquer sistemas de informação, WISs gerenciam informações por meio de operações de registro, recuperação e controle de dados, visando a otimização desse processo; contudo, WISs requerem novas abordagens de projeto e de desenvolvimento, alcançam potencialmente muito mais pessoas, usam a Internet como plataforma, adotam hipertexto como seu modelo computacional básico e seus usuários geralmente interagem à distância sem nenhum treinamento especial. Tais inovações introduzem desafios administrativos e técnicos, exigindo portanto que as pessoas pensem sobre eles

sob um ponto de vista totalmente diferente dos sistemas tradicionais. Além disso, é necessário atualizar regularmente o conteúdo e as ligações; dessa forma, sabendo planejar e projetar, é possível evitar dificuldades na manutenção de documentos gerados por um WIS (Balasubramanian & Bashian, 1998; Isakowitz *et al.*, 1998b).

WISs são também distintos de um conjunto de páginas da WWW, porque WISs apóiam o trabalho de uma organização e geralmente estão bem integrados a outros sistemas de informação não baseados na WWW, como bancos de dados e sistemas de processamento de transações. Enquanto um *site* WWW é utilizado principalmente como meio para disseminar informação a usuários anônimos com objetivos de *marketing* e propaganda, um WIS é tipicamente projetado para executar tarefas específicas de negócios, como aquisição de bens e recrutamento, que envolvem interação entre acionistas; por isso, os *sites* normalmente fornecem uma única visão aos usuários; ao contrário, usuários de WISs têm tarefas e requisitos específicos e freqüentemente necessitam de visões específicas para realizar seu trabalho que é, pela sua própria natureza, mais complexo que o resto da WWW. Devido ao fato dos usuários interagirem muito mais com o sistema do que com simples páginas da WWW, é mais difícil entender os requisitos de WISs, os quais são diferentes dos *sites* WWW; entretanto, alguns dos principais requisitos genéricos de WIS são: estrutura navegacional projetada para apoiar fluxos de trabalho específicos, modelo estruturado de dados representando relacionamentos entre partes da informação, características que possibilitam aos usuários o processamento interativo de dados de negócios, apoio para estilo distribuído de trabalho colaborativo e integridade referencial rígida de ligações para tarefas indispensáveis (Isakowitz *et al.*, 1998a; Dennis, 1998; Takahashi, 1998).

Pode-se observar que WIS devem funcionar prioritariamente como sistemas de informação e, em segundo lugar, como *sites* WWW. Além disso, a participação do usuário é tão crítica para o desenvolvimento de sistemas para a WWW como para o desenvolvimento de sistemas tradicionais, diferentemente do desenvolvimento de páginas para a WWW, onde usuários desempenham pequenos papéis. Para o desenvolvimento de WISs é necessário adotar os mesmos princípios disciplinados que para o desenvolvimento de sistemas, as mesmas avaliações inflexíveis de valores em negócios e as mesmas abordagens centradas no usuário (Dennis, 1998).

Um WIS para Educação à Distância

As principais áreas de aplicação dos WISs atualmente são o comércio eletrônico e a educação à distância (EAD). É nesta segunda área que se encontra inserida a construção de um sistema para extranets, caracterizado como um ambiente de apoio à autoria e acesso de material didático via Internet. Vários módulos estão previstos, tais como: apresentação, com apoio a glossários, anotações e auto-avaliação; gerenciamento dos cursos (por exemplo, das notas e aprovações) e dos participantes (aprendizes, instrutores e autores); e autoria, que orientará o autor durante a elaboração do conteúdo do material didático (Leiva *et al.*, 1999).

A WWW pode oferecer vários benefícios para o processo de aprendizagem, tais como: fácil acesso ao conteúdo didático, interação (aprendiz com aprendiz e instrutor com instrutor) e aprendizado em grupo. Ambientes computacionais de aprendizado fornecem os recursos para adequar as características da WWW ao processo de aprendizagem.

Características estáticas de um curso a distância

O processo de modelagem de um sistema deve capturar tanto suas características estáticas como suas características dinâmicas. As características estáticas de um sistema EAD são descritas através de seus principais atributos, apresentados a seguir.

A **apresentação** de um curso é um documento público que descreve resumidamente o curso.

O atributo **autores** pode descrever, além do(s) nome(s) do(s) autor(es) do curso, referências a endereços eletrônicos ou a páginas pessoais na WWW.

Pré-requisitos descrevem, através de uma lista, os assuntos que já devem ter sido compreendidos pelo aprendiz, antes que ele se inscreva para o curso, podendo incluir ligações para outros cursos ou textos.

A **abordagem pedagógica** identifica a linha pedagógica adotada pelo instrutor durante o curso como, por exemplo, construtivismo.

Natureza é uma indicação do tipo do curso como, por exemplo, extensão ou graduação.

O **público-alvo** determina o perfil do aprendiz para o qual o curso está direcionado, como por exemplo, funcionários de uma determinada empresa.

Outro atributo que, dependendo da forma de oferecimento do curso, poderá estar presente é o **número de vagas** disponíveis para o próximo oferecimento do curso.

O atributo **objetivos** especifica os objetivos do curso, que podem ser: gerais, específicos, de ensino e de aprendizagem.

O **calendário** é um agrupamento dos seguintes itens, que são específicos de um oferecimento do curso: data de início, local e horário, carga horária e data do término.

A **bibliografia** é o conjunto de referências bibliográficas não eletrônicas para o curso, que podem ser livros ou artigos. Ler textos muito extensos na tela do computador não é do agrado de todos. Livros de qualidade ajudam os aprendizes e podem ser indicados para leitura (Fuks, 2000). As referências bibliográficas podem ser inseridas de forma estática (antes do início do curso) ou dinâmica (durante o curso), sendo solicitadas as seguintes informações: título do artigo ou livro, nome do autor, editora, edição, ano, ISBN, volume, número, cidade.

A **webliografia** é uma lista de hiperdocumentos da WWW, na forma de suas URLs. Os aprendizes são convidados a passear na WWW a partir de caminhos já visitados pelo instrutor. Também serve para aproveitar no curso outros *sites* que o docente tenha desenvolvido anteriormente. Ambientes de simulação — *sites* que possibilitam a simulação de conceitos discutidos no curso — podem ser referenciados através deste mecanismo (Fuks, 2000). Assim como as referências bibliográficas, URLs podem ser inseridas antes ou durante o curso.

Finalmente, o curso pode ter um **glossário** no formato hiperímia, a fim de facilitar a consulta. Os aprendizes podem procurar no glossário palavras-chaves ou palavras parciais.

Na próxima seção, o comportamento dinâmico associado a um curso é apresentado, destacando as atividades relacionadas aos aprendizes.

Características Dinâmicas do Curso

O curso deve fornecer, por meio de uma unidade de estudo, o conhecimento ou habilidades necessárias para adquirir a competência em um assunto ou o desempenho de um grupo de tarefas relacionadas (IEEE, 2000). Unidade de estudo é definida como uma unidade de instrução, projetada para ser dominada em um esforço contínuo, que inclui conteúdo de aprendizagem e objetivos de

aprendizagem associados, podendo conter uma parte de avaliação do aprendiz. Neste documento, o termo **unidade de estudo** corresponde ao conceito de **lição** do glossário definido pelo grupo de trabalho LTSC/IEEE (IEEE, 2000). Ela é formada por um ou mais **tópicos**, que é o menor elemento de um curso que pode ser atribuído para um aprendiz, significando o mesmo que **unidade atribuível** no glossário LTSC. Cada tópico pode estar associado a **avaliações formativas**, que é um tipo de avaliação com perguntas e *feedback* imediato para as respostas, ensinando conforme corrige. Este tipo de avaliação, também conhecido como **auto-avaliação**, consiste em um sistema de controle de qualidade pelo qual pode ser verificada, em certa etapa do processo ensino-aprendizagem, a efetividade ou não do processo; se o processo não tiver sido efetivo, determina-se quais mudanças precisam ser feitas para assegurar sua efetividade antes que seja tarde, caracterizando um processo sistemático e contínuo (Tarouco, 1999).

Antes de realizar o curso, o aprendiz pode ser submetido a uma **avaliação diagnóstica**, cuja finalidade é posicionar o aprendiz adequadamente logo no início da instrução. Ela possibilita a localização do ponto de partida mais adequado para cada aprendiz. Com este propósito, o diagnóstico pode assumir várias formas: primeiro, pode procurar determinar se um aprendiz possui certos comportamentos ou habilidades considerados como pré-requisitos para a realização dos objetivos do curso; em segundo lugar, pode tentar estabelecer se o aprendiz já dominou os objetivos de uma determinada unidade ou curso, autorizando-o ou não a se inscrever em um programa mais avançado; finalmente, pode ter como meta classificar estudantes segundo certas características, tais como interesse, personalidade, *background*, atitudes, habilidades e histórico educacional anterior (Bloom *et al.*, 1971).

A avaliação interna à unidade de estudo é formativa e o sistema emitirá eventos internos que permitirão controlar, por exemplo, o número de acertos e erros por parte de um aprendiz e, por parte do instrutor, a tomada de decisões sobre quais partes do curso o aprendiz precisa ver ou rever, bem como definir a aprovação do aprendiz em módulos específicos e a liberação do mesmo para prosseguir conforme o fluxo de módulos programados (Leiva *et al.*, 1999).

Ao consultar um item bibliográfico ou webliográfico, que foi referenciado na unidade de estudo, o sistema armazena o contexto do aprendiz no curso; assim, é possível que ele retorne onde parou, quando terminar a consulta. Esta semântica é representada graficamente (ver Figura 2.18) na forma de uma ligação bidirecional.

Concluindo o último tópico do curso, o aprendiz faz uma **avaliação somativa**, caso esteja considerado apto para ela, segundo critérios do instrutor. Avaliação somativa é um tipo de avaliação com perguntas e atribuição de pontuação, para fins de avaliação do aprendiz.

A seguir, é descrita brevemente a arquitetura do WIS proposto nesta seção.

Arquitetura de um WIS para Avaliação

A Figura 2.17 apresenta os principais atores envolvidos e módulos para o WIS proposto.

Os hiperdocumentos do curso, armazenados na base de dados do WIS, podem ser consultados e editados por meio de navegadores WWW instalados em clientes distribuídos.

O autor, que pode ou não ser o instrutor, cria a estrutura básica do curso, composta pelos seguintes itens: um hiperdocumento, no mínimo, para cada atributo do curso; um ou mais tópicos; e hiperdocumentos opcionais para as avaliações (diagnóstica, formativa e final). Na Figura 2.17, a linha orientada do autor para o navegador indica que o autor realizará mais armazenamento do que consulta às informações do curso.

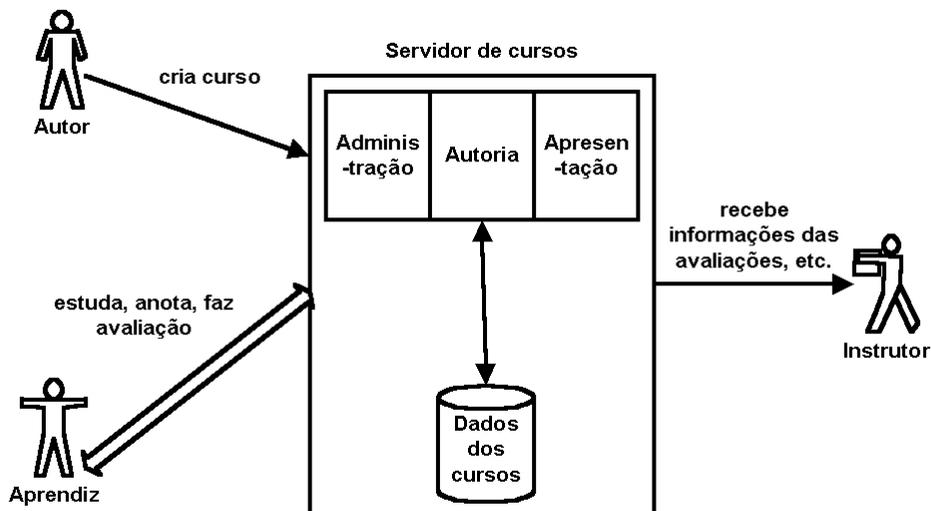


Figura 2.17: Arquitetura do WIS proposto.

Após a disponibilização do curso, o material é apresentado aos aprendizes de forma controlada. Esta entrega pode ser personalizada conforme o desempenho do aprendiz ou programada, quando são considerados, por exemplo, tempos pré-determinados para cada tópico ou avaliação (Leiva *et al.*, 1999). O aprendiz pode fazer anotações privadas e públicas sobre cada hiperdocumento do curso. Na Figura 2.17, a linha dupla do aprendiz para o navegador indica que o aprendiz provavelmente interagirá mais freqüentemente com o curso do que os demais participantes; além disso, esta linha é bidirecional porque espera-se que o aprendiz não só consulte passivamente o material, mas também participe ativamente respondendo às avaliações e escrevendo anotações.

Após cada avaliação realizada pelo aprendiz, seus resultados estão disponíveis ao instrutor; deste modo, ele pode verificar o desempenho do aprendiz, bem como reconsiderar o conteúdo e o fluxo dos tópicos e das avaliações. Além das respostas e anotações sobre as avaliações, que foram preparadas pelos aprendizes, o instrutor receberá vários tipos de relatórios, classificadas por aprendiz, turma, questão e documento. No relatório individual sobre o aprendiz, são indicados para cada aprendiz o momento do acesso a cada documento interno (bibliografia, tópico e avaliação, dentre outros) e externo (da webliografia) do curso, na seqüência em que eles foram consultados; no caso das avaliações, é exibido o número de vezes que o aprendiz fez cada avaliação, bem como a nota obtida em cada um destes acessos; se ele registrou alguma anotação, consta o texto desta anotação, a referência ao documento anotado e o momento da anotação. No relatório por turma, fica registrado o número de anotações incluídas no WIS pelo aprendiz que foram consultadas pelos seus colegas, bem como a maior e a menor notas, a nota média e o desvio padrão da turma em cada avaliação. No relatório por questão, é revelado quantos aprendizes conseguiram respondê-la corretamente, no caso de questões corrigidas automaticamente; quando a questão for dissertativa, exibe-se o texto completo redigido pelo aprendiz e os eventuais comentários do instrutor. No relatório com estatísticas por documento, é apresentada a quantidade de acessos a cada documento interno ou externo, em termos absolutos e percentuais.

Modelo de um Curso

A Figura 2.18 mostra o modelo de um curso oferecido no WIS proposto.

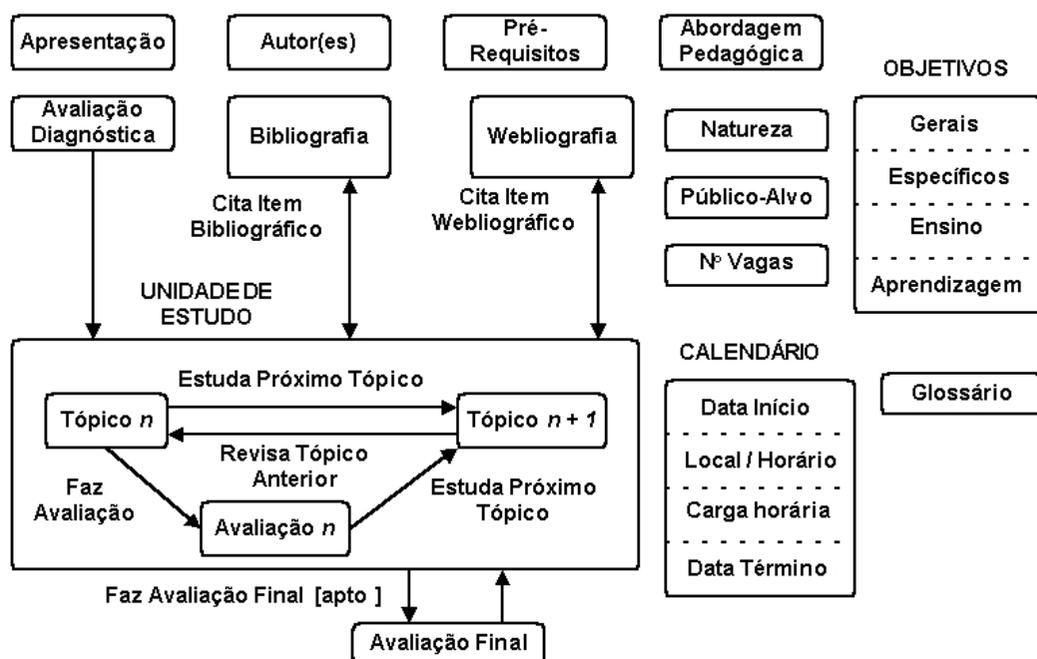


Figura 2.18: Modelo de um Curso Oferecido via WIS.

Quando não existe pelo menos uma ligação de entrada ou de saída para um nó, significa que o nó pode ser mostrado em qualquer ordem; entretanto, a existência de uma ligação de entrada naquele nó, como a ligação **Faz Avaliação** que entra no nó **Avaliação n**, implica que este nó só pode ser executado após o nó anterior (neste exemplo, o nó anterior é **Tópico n**). Um nó dividido por linhas tracejadas é um elemento composto por outros nós; por exemplo, o nó **Objetivos** é formado pelos nós **Gerais**, **Específicos**, **Ensino** e **Aprendizagem**, que representam vários tipos de objetivos possíveis para um curso. Uma palavra ou expressão entre colchetes simboliza uma condição necessária para que a ligação ocorra, o que ocorre na ligação **Faz Avaliação Final [apto]**; nesta situação, o aprendiz só realiza a avaliação final se for considerado apto para ela, segundo requisitos especificados pelo instrutor do curso.

WISs representam novas oportunidades que a WWW oferece para sistemas de informação. Mais oportunidades surgirão conforme as tecnologias forem amadurecendo e os padrões forem evoluindo. Ao mesmo tempo, WISs continuam enfrentando os mesmos tópicos e desafios antigos de sistemas de informação tradicionais, com distorções provenientes das tecnologias WWW e da superconectividade. Contudo, é possível que as organizações e os desenvolvedores adaptem seu conhecimento existente sobre projeto de sistemas e sobre valores estratégicos para esta nova área, garantindo que as pessoas construirão WISs robustos e utilizarão todo o potencial deles (Isakowitz *et al.*, 1998a).

O modelo de curso proposto envolve vários módulos (como controle dos cursos, aprendizes, notas, aprovações, turmas, instrutores e autores) definindo, portanto, um sistema de informação baseado na WWW que inclui ferramentas de autoria e apresentação.

2.2.9 Sistema Atena

O **Sistema Atena** é um sistema de informação para a Web utilizado para a administração de cursos de extensão, baseado nas normas empregadas pela Universidade de São Paulo (USP). Esse trabalho tem como principal objetivo a investigação das correspondências ou relações existentes entre os sistemas de informação baseados na Web (Isakowitz *et al.*, 1998a) e os sistemas baseados em fluxo de trabalho, em especial, aqueles voltados para processos administrativos. O resultado esperado é a proposta de um método para análise e projeto de sistemas de *workflow* administrativo com interface para a Web.

A escolha do sistema para administração de cursos de extensão na Web justifica-se pelo fato de que esse sistema baseia-se em um fluxo de trabalho administrativo com regras e papéis bem definidos e ao mesmo tempo caracteriza-se como um sistema de informação apropriado para ser implementado e utilizado na Web. Desse modo, o sistema proposto reúne os requisitos necessários para o estudo integrado, a análise e a identificação das possíveis relações existentes entre os conceitos em foco.

Por tratar-se de uma aplicação para a Web, esse sistema também permite avaliar a adequação de modelos e métodos para especificação de aplicações hipermídia, tais como o HDM (Garzotto *et al.*, 1993), o OOHDM (Rossi, 1996), o RMM (Isakowitz *et al.*, 1995, 1998b) e o HMBS (Turine, 1998), quanto à modelagem de aplicações para a Web, o que consiste em uma segunda meta presente atividade.

Além disso, o sistema proposto pode vir a ser integrado ao servidor de cursos a distância que está sendo desenvolvido no próprio ICMC. Existe ainda a possibilidade de integração desse sistema ao CALM, uma vez que este ainda não possui um módulo de administração implementado.

Características do Sistema

O Sistema Atena foi desenvolvido utilizando-se a linguagem de programação PHP, o servidor de Web Apache, o servidor de banco de dados MySQL e o sistema operacional Linux.

Além do gerenciamento das informações relativas aos docentes, alunos e demais usuários, o Sistema Atena também engloba a elaboração das propostas de cursos, o processo de aprovação dos cursos, a divulgação dos cursos oferecidos, as inscrições e as aprovações dos candidatos e o acompanhamento da frequência e dos resultados obtidos nas avaliações dos alunos para a posterior certificação.

As primeiras atividades que são apoiadas pelo sistema para administração de cursos de extensão são a elaboração da proposta do curso e a sua aprovação. A proposta do curso deve ser elaborada pelo docente interessado em ministrá-lo, que deve preencher um formulário, disponível no próprio sistema, informando os dados gerais do curso. Essa proposta é submetida à aprovação do Conselho Departamental e da Comissão de Cultura e Extensão Universitária (CCEX). Em seguida, é encaminhada à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária (CoCEX), pelo Diretor da Unidade à qual o docente pertence, para ciência da mesma. Caso a proposta tenha sido aprovada nas duas instâncias, o curso é divulgado e o formulário de inscrição é disponibilizado na Web. É importante ressaltar que a seqüência de atividades aqui descritas baseia-se no processo de administração de cursos de extensão aplicado na USP e pode variar de acordo com a Instituição.

O próprio aluno interessado em participar do curso pode acessar o formulário de inscrição, preenchê-lo e encaminhá-lo para que seu pedido de inscrição seja aprovado. O docente recebe esses pedidos, avalia as informações fornecidas e verifica se o aluno interessado atende aos pré-requisitos exigidos pelo curso, caso existam, e então aprova ou não a sua solicitação. Se o curso não possuir

nenhum pré-requisito, os pedidos de inscrição serão aceitos de acordo com a ordem de chegada, até que todas as vagas tenham sido preenchidas. Ao término dessa atividade, os pedidos que foram aprovados são divulgados no próprio ambiente do sistema.

O curso, que a princípio está sendo considerado como presencial, é ministrado caso exista um número mínimo de inscritos exigido. A frequência ou participação de cada aluno deve ser controlada pelo docente e armazenada no sistema. Os resultados obtidos pelos alunos, nos cursos de extensão nos quais são realizadas avaliações, também devem ser registrados para que, concluído o curso, o assistente acadêmico possa emitir os certificados daqueles que cumpriram com as exigências requeridas.

Observa-se portanto a existência dos seguintes atores: o docente, que é o responsável por elaborar propostas de cursos, por aprovar candidatos, por ministrar cursos e por controlar e registrar a frequência e as notas dos alunos; os candidatos, que são as pessoas interessadas em participar dos cursos e que realizam o pedido de inscrição; os alunos, que são aqueles que tiveram seus pedidos de inscrição aceitos e que realmente assistem aos cursos; o assistente acadêmico, que atua como um administrador e é responsável pelo controle de usuários; o Diretor, que encaminha a proposta de curso à Pró-Reitoria; o Pró-Reitor de Cultura e Extensão que encaminha a proposta à Assistência Acadêmica para arquivo; e aqueles que assinam as aprovações que são o Chefe do Departamento e o Presidente da CCEX.

Considerações Finais

O Sistema Atena encontra-se em desenvolvimento, tendo a maioria de suas atividades essenciais já implementadas. Sendo assim, em uma avaliação preliminar, pode-se verificar que dentre os modelos e métodos para especificação de aplicações hipermídia revisados, o RMM possui componentes que o qualificam como o método mais adequado para a especificação de aplicações para a Web, com destaque para o projeto navegacional. Indica-se também a UML (Rumbaugh *et al.*, 1999; Conallen, 1999) como a notação apropriada para a modelagem estática da categoria de sistemas em estudo e o método *Business Process Implementation*, proposto por Jackson & Twaddle (1997), como o método mais adequado para a modelagem dinâmica ou, mais especificamente, para a definição do *workflow*. Em uma segunda análise, será verificada a viabilidade de utilização dos diagramas de colaboração ou dos diagramas de seqüência da UML para a especificação do *workflow*, com o propósito de aplicar predominantemente em todo o processo de desenvolvimento uma notação única e padronizada.

O fator que motiva a criação do Sistema Atena e a automatização do processo administrativo em foco é a necessidade de otimização do procedimento de aprovação e oferecimento dos cursos de extensão, isto é, de reduzir o tempo gasto nessa atividade, tornando-a mais ágil. Para que isso ocorra, dois aspectos importantes precisam ser tratados. O primeiro é a implementação do maior número possível de tarefas automatizadas. Quanto mais as atividades forem executadas de forma automática, mais fluente torna-se o processo e minimiza-se a necessidade de interferência humana ou de atividades manuais que, normalmente, demandam mais tempo. O segundo está fortemente associado à disponibilidade do sistema na Web. Com isso, o sistema pode ser acessado e as aprovações e as inscrições podem ser realizadas a partir de qualquer lugar e em qualquer instante de tempo, o que certamente otimiza o processo.

Como contribuição para o projeto SAPIENS, a concepção teórica do Sistema Atena pode vir a ser adaptada para ser utilizada por ambientes de ensino à distância que requerem um processo

administrativo mais completo e mais específico. Além disso, o Sistema Atena pode agregar ao CALM as funcionalidades do processo administrativo que não são contempladas por este.

2.2.10 Ferramenta de análise e acompanhamento de cursos

O desenvolvimento de um ambiente computacional para o apoio aprendizagem, envolve questões associadas aos aspectos tecnológicos e computacionais. Uma delas é a forma de se avaliar o ambiente educacional. Esta avaliação deve ser capaz de fornecer parâmetros que permitam analisar o ambiente educacional tecnológico incluindo desde o material gerado, conteúdo e até o próprio processo de aprendizagem.

Atualmente, existem diversas ferramentas que permitem obter informações sobre a interação do usuário com páginas na WWW, como uma forma de se avaliar a utilização dos serviços oferecidos (Tao & Murtagh, 2000). Estas ferramentas normalmente exploram os arquivos de registro de acesso (*http log file*) gerados automaticamente pelos servidores Web.

Esses arquivos de *log* normalmente seguem o padrão CLF — *Common Log Format File* (Apache Organization, 2000), definido como parte do protocolo HTTP. Nesse padrão, qualquer requisição de serviços feita ao servidor é registrada, sendo que esse registro normalmente inclui: o endereço IP de onde a requisição se originou, o *username* (caso o acesso tenha sido autenticado), a data e hora da requisição e o recurso (URL) solicitado.

Com base nestes *logs*, ferramentas tais como Webalizer (Barrett, 2001) e WebTrends (Webtrends Corporation, 2001) geram dados estatísticos referentes a totais de visitas a páginas, páginas mais acessadas, data e hora de utilização, etc. Estas informações são úteis em um cenário onde os dados a serem analisados são resultados de fatores quantitativos tais como contagem de acessos por domínio e quantificação de uso de um recurso.

Em se tratando de ambientes educacionais mediados por computador, essas estatísticas são falhas pois não fornecem informações suficientes que permitam avaliar o comportamento do aluno, a construção do material, as técnicas de aprendizagens, os estilos cognitivos e os interesses pedagógicos. Outro principal interesse em guardar informações é permitir uma análise posterior de todo o progresso da ferramenta sendo utilizada.

Dentro destes parâmetros, está em desenvolvimento um trabalho que visa implementar uma interface diferenciada para análise deste *log* padrão gerado pelo servidor.

A estratégia consiste em utilizar, como base para pesquisa, os dados gerados referentes a um curso de ensino a distância disponível na Web. Neste caso, está sendo utilizado o Curso Read in Web (Seção 2.1.1) disponibilizado pelo Instituto de Estudos da Linguagem da UNICAMP.

Técnica Proposta

A partir do arquivo de *log* no padrão CLF gerado automaticamente pelo servidor Web (no caso, um servidor Apache), é realizada uma filtragem onde são retirados os dados irrelevantes e gravado um novo arquivo com as informações significativas. Estas informações incluem a identificação do usuário, data e hora da utilização e a página acessada, desde que relativa ao curso Read in Web.

A ideia é que, a partir desse arquivo, seja possível montar uma base de dados capaz de permitir consultas de diversas naturezas. Desta forma, passa a ser possível analisar aspectos que pelas ferramentas comuns são impossíveis de serem percebidos, tais como obter a sequência de utilização das

páginas (o caminho percorrido) e o tempo despendido em cada atividade. Assim, torna-se possível avaliar as predições teóricas e os interesses pedagógicos que direcionaram a construção do material.

Essa base de dados, composta de dados extraídos das transações efetuadas pelo usuário, deverá ser importada para um Sistema Gerenciador de Banco de Dados, que oferece facilidades para a manipulação e consulta da informação estruturada. Para facilitar o acesso a essas consultas, deverá ser desenvolvida uma interface com o elenco das consultas disponíveis previamente elaboradas.

Levando-se em consideração que “o conhecimento que representa o comportamento do usuário vai muito além do simples acesso a páginas” (Tao & Murtagh, 2000), é importante salientar que a quantidade de informações que pode ser extraída desta base de dados é grande desde que determinado os pontos os quais se deseja analisar. Essa estrutura permitirá que em um trabalho futuro possam ser aplicadas técnicas de *data mining* de forma a extrair os padrões de comportamento da utilização do material.

2.2.11 Agentes para formação de grupos

Embora haja praticamente um consenso sobre o potencial positivo no uso da tecnologia de computação em atividades educacionais, ainda não há uma posição comum se a ênfase deve ser colocada no apoio ao estudo individualizado ou na aprendizagem colaborativa (Dusick, 1998). Seria interessante, se possível, combinar o melhor dos dois mundos em um ambiente de aprendizado comum.

Porém, esta combinação não é facilmente atingível. Normalmente, ambientes de aprendizado colaborativos enfatizam a Comunicação Mediada por Computador (CMC), com ferramentas para integrar *e-mail*, *bulletin boards*, *whiteboard* e *chat rooms* em páginas HTML (Collins-Brown, 1999). Neste contexto, os grupos têm que ser previamente definidos.

Por outro lado, na aprendizagem individual não há uma meta uniforme, e até mesmo o conteúdo pode ser adaptado a perfis de estudantes diferentes (Sinitza, 2000). Em tais casos, não há o conceito de uma “classe” trabalhando junto para atingir uma meta comum, e o tempo gasto em tópicos distintos pode variar significativamente de estudante para estudante. Não obstante, até mesmo em tal cenário de aprendizagem podem haver outros estudantes que compartilham metas comuns durante alguns períodos de tempo. Em tal cenário é valioso que estes estudantes compartilhem dúvidas, perguntas, e comentários entre eles, já que neste processo eles devem ter a oportunidade de refletir sobre o tópico sendo estudado e expressar claramente seu raciocínio. Desenvolver tais habilidades é um dos benefícios da aprendizagem colaborativa que a aprendizagem individual não apresenta.

Nesta atividade desenvolveu-se uma infra-estrutura para estabelecer dinamicamente grupos de colaboração formados por estudantes que compartilham uma meta comum de aprendizagem. Nessa infra-estrutura, os estudantes podem estabelecer um “perfil de colaboração” indicando as características do grupo no qual eles gostariam de participar — o modelo para expressar este perfil é descrito na próxima seção. Também é apresentada uma arquitetura, baseada em agentes de *software*, que utiliza este perfil para executar funções tais como buscar potenciais parceiros para colaboração, expressando quais serviços de colaboração serão usados e monitorando atividades de aprendizagem colaborativas.

Um modelo de aprendizagem colaborativa

É bem aceito que ambientes de aprendizado *on-line* têm um impacto positivo na aprendizagem individual; avanços na tecnologia de computação abriram novos horizontes para os estudantes individuais tais como o acesso facilitado a fontes de informação e ferramentas de aprendizado, ambientes e

serviços (Sinitsa, 2000). Por outro lado, a colaboração entre um estudante e seus pares é uma característica desejável de um ambiente de aprendizado *on-line*; é através da troca de dúvidas, perguntas, e comentários que o processo de aprendizagem é complementado (Wolz *et al.*, 1997). Assim, ambientes de aprendizado *on-line* devem oferecer mecanismos para permitir e promover colaboração entre estudantes que tem metas comuns (Soller *et al.*, 1998).

Do ponto de vista tecnológico, colaboração entre usuários de um ambiente de aprendizado *on-line* depende de duas tarefas: a definição de grupo e o estabelecimento de sessões de comunicação. Portanto, um ambiente de colaboração deve, no mínimo, fornecer as ferramentas para executar ambas as tarefas.

A definição de um grupo de estudo é uma tarefa trivial quando a negociação necessária para compor o grupo acontece *off-line*. Porém, em um ambiente de aprendizado *on-line* no qual um professor pode não estar presente, e onde o estudante ignora quem são os outros estudantes no ambiente e o que eles estão estudando, essa tarefa se torna bastante complexa.

Para dar suporte a grupos de estudo neste tipo de ambiente, propõe-se a definição de um perfil de colaboração do estudante. A adoção deste perfil permite achar colaboradores com níveis de conhecimento desejáveis e torna possível a composição de grupos com pessoas que tem interesses comuns, o que potencialmente melhora o desempenho no processo de aprendizado.

Uma vez que os grupos estão formados, a oferta de ferramentas de comunicação mediada por computador é facilmente atingível. Porém, deve ser considerado que o uso de ferramentas de comunicação entre estudantes que pertencem ao mesmo grupo não garante que eles estão participando e, mais importante, colaborando eficazmente para ter uma evolução uniforme em termos da qualidade do conhecimento adquirido. O perfil pode ser usado para manter informação sobre o grau de participação do estudante dentro do grupo, em termos de quantidade e qualidade. Com esta informação é possível monitorar atividades de aprendizagem colaborativas e participação.

O conceito mais importante do ambiente proposto utilizado para estabelecer colaboração em um ambiente de aprendizado *on-line* é o conceito de **grupo**, isto é, um conjunto dinâmico de estudantes que são reunidos para discutir sobre algum assunto, eventualmente com alguma meta estabelecida (Figura 2.19).

Um grupo tem um ciclo de vida que começa com a concepção do grupo por qualquer estudante no ambiente. Esse estudante, que se torna o **coordenador de grupo**, estabelece o conjunto de características desejáveis para reconhecer os potenciais parceiros para este grupo — isto é, o **perfil de grupo** (Figura 2.20-a).

O perfil de grupo é composto por um conjunto (eventualmente vazio) de condições que expressam o assunto de estudo e, opcionalmente, o grau de conhecimento³ exigido no assunto que os membros do grupo devem ter. Por exemplo, para começar um grupo de estudos sobre o tópico “coleta de lixo em Java” com parceiros que já têm um conhecimento ligeiramente acima da média em Java, um estudante poderia propor um perfil de grupo tal como “(*Java*, 0.6) AND (*coleta de lixo*).”

A adoção de um mecanismo para procurar por colaboradores, baseado em condições conectadas por operadores *AND* e *OR*, permite ao dono do grupo determinar o grau de homogeneidade ou heterogeneidade desejado. Por exemplo, condições relacionadas por operadores *OR* definem um grupo no qual as habilidades dos parceiros são heterogêneas. Esta flexibilidade permite obter benefícios educacionais maiores a partir da definição de grupos heterogêneos como mostrado em Johnson & Johnson (1996), ou definir outras condições de aprendizagem nas quais homogeneidade é mais satisfatória.

³Em um modelo inicial simplificado, esse grau de conhecimento é expresso como um valor real entre 0 e 1.

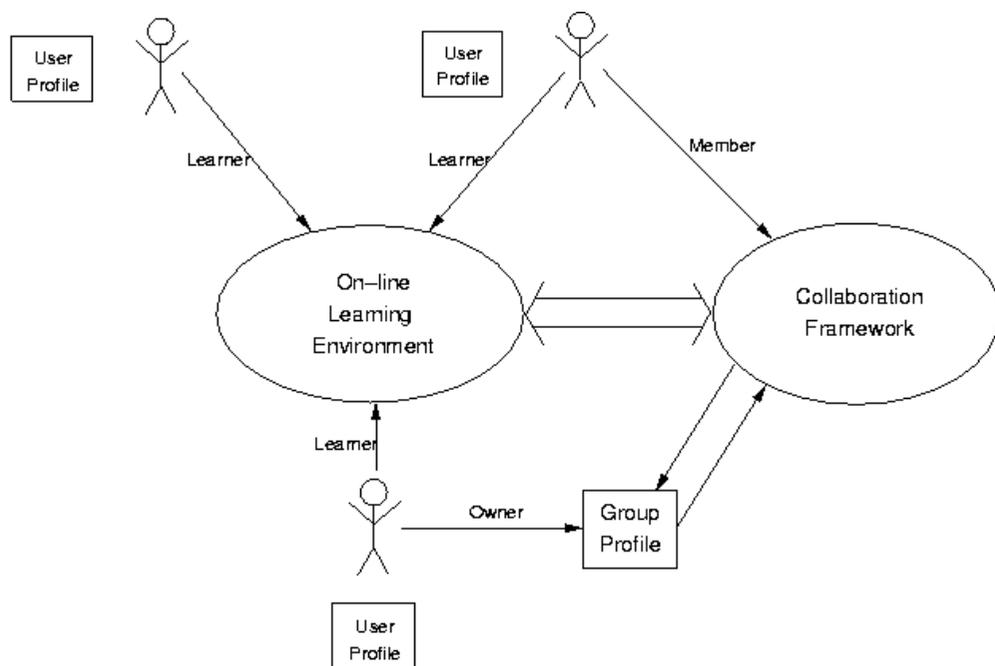


Figura 2.19: Ambiente de colaboração.

O perfil de grupo é usado pelo ambiente de aprendizado colaborativo para iniciar uma busca por usuários do ambiente cujos perfis individuais satisfaçam o conjunto de condições proposto (Figura 2.20-b). O resultado desta busca é uma lista que contém os estudantes e os grupos existentes cujo perfil se enquadra dentro do perfil de grupo proposto (Figura 2.20-c). A lista resultante pode satisfazer, ou não, o usuário que iniciou o processo. Quando ele não está satisfeito com o resultado da busca é iniciado um processo de refinamento do perfil (Figura 2.20-d) que dará origem a um novo processo de busca (Figura 2.20-e). Quando o estudante recebe uma lista de parceiros potenciais que satisfaz o perfil de grupo proposto, a fase de busca termina e o ambiente começa a fase de convite (Figura 2.20-f).

Além de habilitar a criação de grupos novos, pretende-se, em uma segunda fase desta atividade, permitir ao ambiente disponibilizar funcionalidades para monitorar as atividades e a participação dos membros de um grupo. Um uso prático para essa funcionalidade é descobrir o grau de participação individual de um estudante dentro de um grupo ou até mesmo o nível de atividade do grupo. Essa informação pode ser usada pelo estudante para, em um processo de auto-avaliação, mudar seu comportamento dentro do grupo. Outra funcionalidade a ser explorada futuramente é a definição de um monitor de conhecimento. Essa função pode ser usada para avaliar a qualidade do conhecimento alcançado pelo grupo e seus membros. Neste contexto, conhecimento deve ser tomado em um sentido mais amplo incluindo tanto os conceitos formais adquiridos em um determinado assunto, como o conhecimento sobre o processo cognitivo utilizado para adquirir esses conceitos. Essas novas funcionalidades são usadas pelo supervisor (*advisor*) que, em um ambiente de aprendizado, é o ator responsável pela realização de tarefas que asseguram que o grupo alcançará um conhecimento válido no assunto sendo discutido.

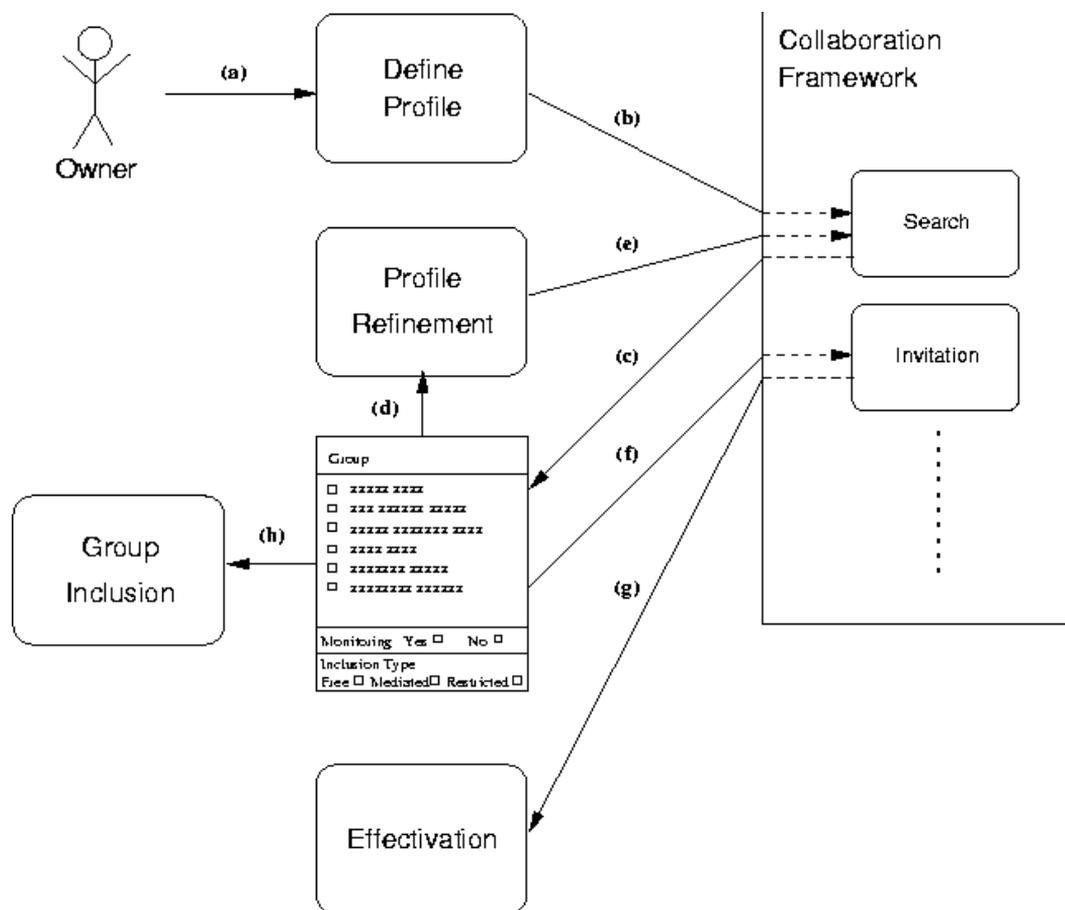


Figura 2.20: O modelo de aprendizado colaborativo.

Uma arquitetura de agentes para propor grupos de estudo

Algumas das tarefas relacionadas à busca e ao convite de colaboradores podem muito bem ser executadas por agentes de *software*. Embora não haja uma definição precisa e de consenso para esse termo, Shoham (1999) resume algumas propriedades que são usualmente atribuídas a agentes de *software*, entre as quais incluem-se: execução contínua (a função executada por um agente pode se estender por longos períodos); autonomia (agentes dispensam controle ou supervisão humana); consciência ambiental (agentes modelam o ambiente no qual estão operando, podendo reagir a mudanças nesse ambiente); adaptatividade (agentes podem adaptar seu comportamento para se adequar às preferências e comportamento de usuários individuais); inteligência (agentes podem incorporar técnicas sofisticadas para desempenhar suas tarefas, como dedução probabilística ou planejamento automatizado); e mobilidade (agentes podem migrar em uma rede durante sua execução).

O processo de criação de grupos pode se tornar bastante demorado, já que o usuário pode se requisitar um processo de refinamento de perfis e de procura e seleção de usuários. Isto é seguido pelo processo de convite, que inclui a espera das respostas dos convidados. A vantagem no uso de agentes é que o usuário, ao delegar parte dessas responsabilidades a um agente de *software*, não

precisa interromper suas atividades de aprendizagem normais mais do que o estritamente necessário.

Com agentes de *software*, as tarefas relacionadas ao ambiente de colaboração podem ser feitas em nome do usuário, com intervenções somente em pontos muito precisos durante os processos de busca e convite. Os agentes executam a busca por entidades considerando um determinado perfil de grupo e prosseguem convidando os parceiros selecionados ou pedindo a inclusão em um grupo existente. O agente também é responsável em verificar o quanto os perfis dos usuários são adequados ao perfil de grupo especificado.

Essa atividade define uma arquitetura de agentes composta por um conjunto de agências integrado ao ambiente de aprendizado colaborativo. De fato, uma agência tem a responsabilidade de obter as especificações das metas dos usuários e executar as ações necessárias para cumprir estas metas. Eventualmente a agência delega algumas tarefas a outros agentes que a ajudarão na execução de suas tarefas.

Nessa arquitetura de agentes (Figura 2.21), cada usuário do ambiente de colaboração tem uma agência associada. A agência é responsável pelo recebimento de pedidos e pelo envio de respostas de e para seu dono. Os atores devem indicar algum tipo de meta para a agência. É decisão da agência criar um agente, mover este agente para outras máquinas da rede, e providenciar aos agentes os recursos que necessitam.

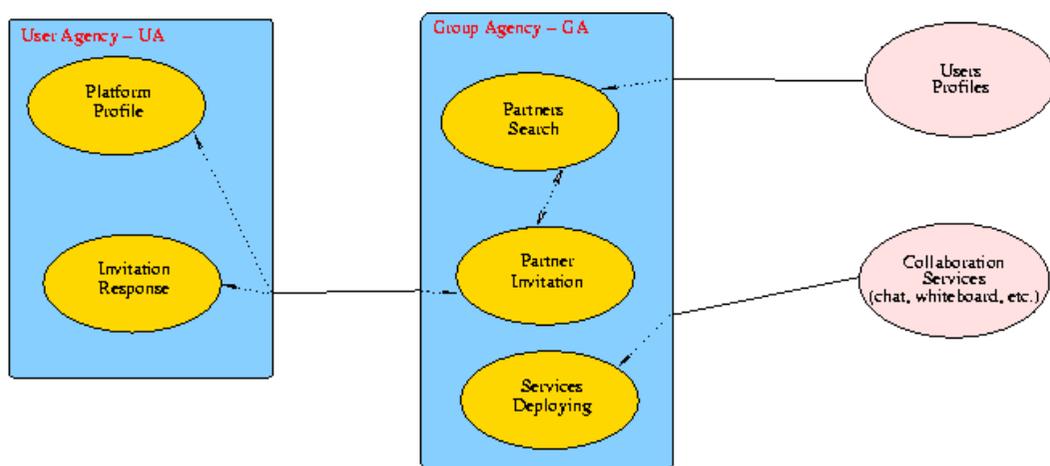


Figura 2.21: Arquitetura de agentes — busca e convite.

A Agência de Grupo (GA) executa as tarefas relacionadas aos processos de busca e convite. Essa agência é responsável por manter toda a informação sobre os grupos abertos por um usuário, incluindo a lista de membros e os dados de controle dos serviços de colaboração. Ela deve estar ativa enquanto houver grupos ativos de um dono de grupo, assegurando a persistência e a segurança da informação dos grupos, sendo capaz de localizar ou ser localizada por um dono que se move de uma máquina para outra.

Nos processos de busca e convite o uso de agentes móveis pode ser útil. Lange & Oshima (1999) apontam que mobilidade é uma propriedade desejável de agentes de software dependendo das tarefas a serem executadas, do volume dos dados a ser manipulado e das características das redes em termos de desempenho, qualidade de serviços (QoS) e topologia. A procura por parceiros envolve a consulta de um ou mais servidores de banco de dados que mantêm perfis de usuários. Esses perfis contêm

informações sobre as características dos usuários em termos de suas competências e habilidades em uma série de assuntos e em termos do desempenho em atividades de grupo.

A Agência de Usuário (UA) está associada a um usuário no ambiente de aprendizado, seja este dono de grupo ou não. Essa agência é responsável por interagir com agentes de busca enviados por GAs. No processo de busca, é importante saber quais são os recursos disponíveis na plataforma computacional usada pelo parceiro potencial para que o dono do grupo em formação tenha condições de escolher serviços de colaboração adequados.

Para efetuar as atividades de monitoramento da evolução do grupo, como descrito na subseção anterior, propõe-se uma arquitetura (Figura 2.22) na qual os agentes são responsáveis por colher informações relevantes para que o supervisor do grupo possa ter os subsídios para um melhor aconselhamento.

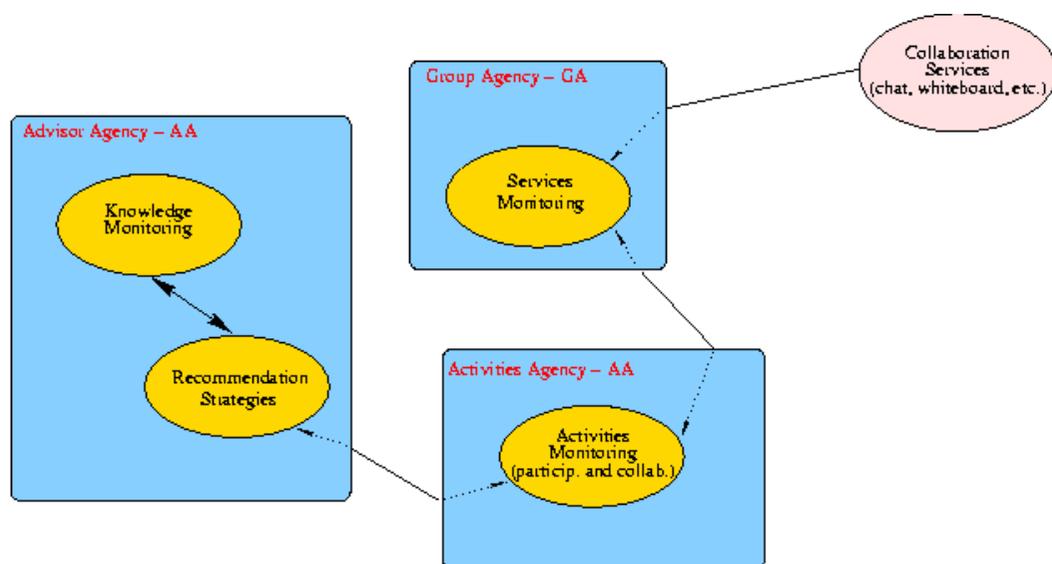


Figura 2.22: Arquitetura de agentes — monitoração de conhecimento.

Nesta atividade assume-se que o sistema de agentes é usado em um ambiente de aprendizado onde o usuário manifesta seu desejo em formar grupos de estudo mediante o uso de uma interface gráfica apropriada. Essa interface permite que cada usuário defina um perfil de grupo para a realização de uma tarefa. Assim, é necessário que o ambiente de aprendizado possua uma base de dados com as informações que descrevem o perfil de cada usuário em relação à sua formação e nível de conhecimento. Também é necessária a existência de uma meta-descrição desse perfil para que diferentes serviços de procedências variadas possam ter a mesma interpretação destas informações.

Aspectos de implementação

A Figura 2.23 mostra a arquitetura geral do sistema de agentes proposto e como as tarefas de busca e convite podem ser integradas no ambiente de aprendizado (Botero, 2000).

Para cada usuário do sistema estão disponíveis duas agências, a Agência de Usuário (UA) e a Agência de Grupo (GA). A agência de usuário é ativada sempre que o usuário inicia a utilização do ambiente de aprendizado. É de responsabilidade dessa agência receber os agentes de outros

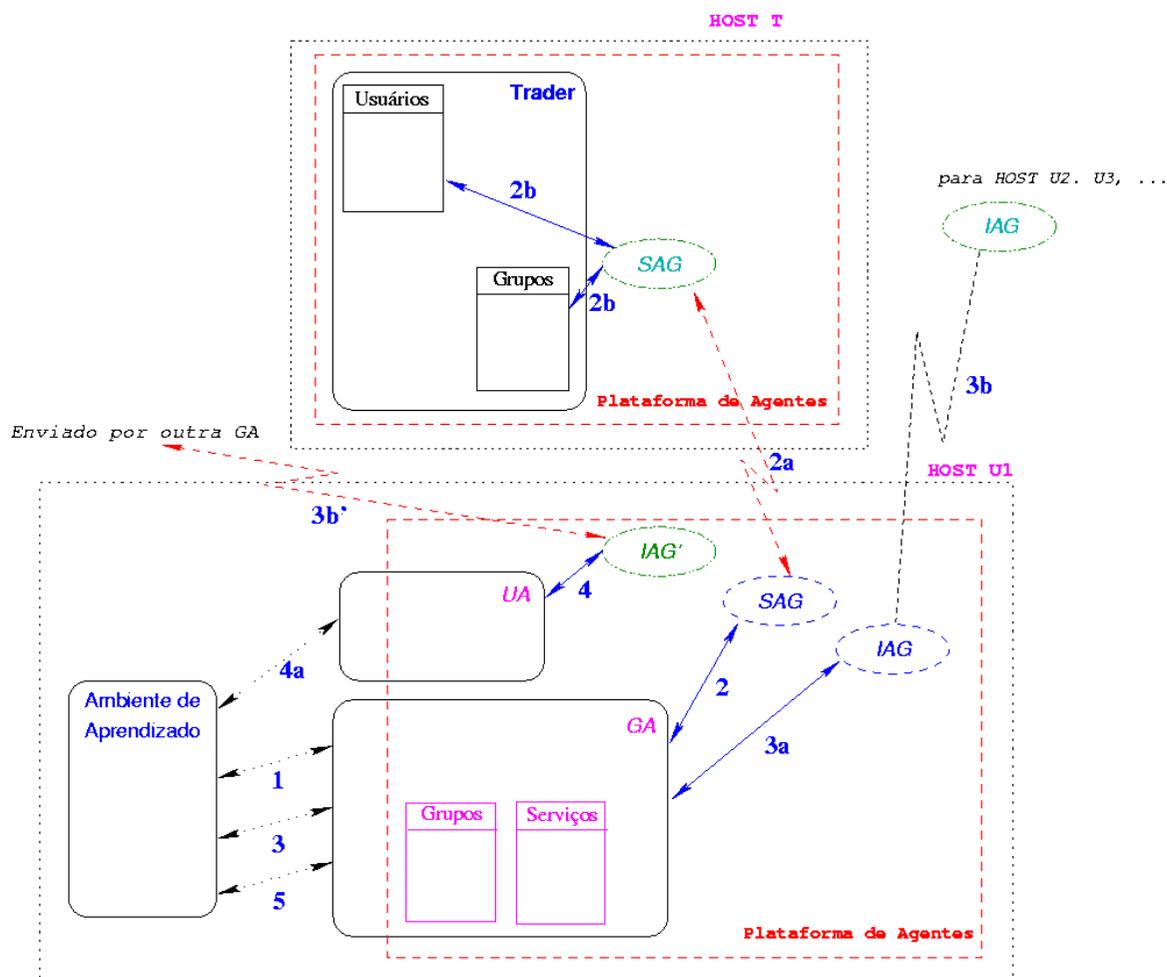


Figura 2.23: Implementação de agentes colaborativos.

usuários. No atual estado do projeto, essa agência recebe somente agentes de convite (IAG). A agência de usuário trabalha como um mediador entre o agente e o usuário, estabelecendo as permissões que o agente de convite terá no ambiente. A execução da agência de usuário é encerrada sempre que o usuário deixa o ambiente de aprendizado. Nesta situação, todos os agentes que estiverem nessa agência, ou que tiverem essa agência como destino, aguardam junto ao *Trader* até que a agência volte à ativa.

O *Trader* é um elemento importante nesse sistema de agentes, sendo responsável por informar a localização das agências bem como manter uma lista simplificada de todos os grupos existentes. Esse elemento é capaz de receber mensagens e, através dessas, adicionar novos grupos, informar a localização das agências, monitorar a localização dessas e disparar eventos quando alterações assíncronas ocorrem no sistema — usuário entra ou sai do sistema, agência não está respondendo, etc.

A Agência de Grupo é usada quando o usuário deseja iniciar atividades de grupo, indicando o perfil desejado para o grupo que se quer compor. De posse deste perfil, a GA envia agentes ao ambiente, retornando uma lista de grupos e usuários que se enquadram no perfil e que serão posteri-

ormente convidados. Esta agência, ao contrário da anterior, não tem sua execução encerrada quando o usuário deixa o ambiente. Ela deve permanecer ativa ou ser colocada em modo inativo para que o estado da agência permaneça inalterado. Essa agência é responsável pelo envio de agentes de convite, procura, mensagem e registro bem como pela recepção desses após a execução de suas tarefas. Como os agentes devem ser recepcionados após seu trabalho, a agência deverá ser ativada toda vez que um agente retornar, mesmo que seu usuário não esteja utilizando o ambiente de aprendizado. A GA é também responsável por todo o sistema de interfaces gráficas que irá interagir com seu usuário. Mobilidade é um requisito desejável para essa agência, pois se ela não estiver na mesma máquina em que seu usuário esteja trabalhando, toda troca de informações entre eles ocorrerá através da rede, aumentando-se o tráfego pela mesma. Portanto a agência deve ter capacidade de se locomover de forma que a interação agência-usuário ocorra sempre na mesma máquina.

Como resultado dessa atividade foram publicados os artigos Olguín *et al.* (2000a), Olguín *et al.* (2000b) e Olguín *et al.* (2000c).

2.2.12 Mecanismos de coordenação

Esta atividade no âmbito do projeto SAPIENS tratou do estudo e da definição das interdependências que ocorrem freqüentemente entre tarefas colaborativas com o objetivo de apresentar um conjunto de mecanismos de coordenação para a especificação e controle da interação entre essas tarefas. Estes mecanismos são genéricos e podem ser reutilizados em uma série de ambientes colaborativos, tais como *workflows* interorganizacionais e ambientes virtuais colaborativos.

A separação entre atividades (tarefas) e dependências (controladas pelos mecanismos de coordenação) permite o uso de diferentes políticas de coordenação em um mesmo ambiente colaborativo, sendo necessário apenas trocar os mecanismos de coordenação. Os mecanismos são modelados por redes de Petri, que oferecem um suporte matemático para análise e simulação do comportamento do ambiente colaborativo. Com o modelo baseado em redes de Petri, é possível prever e testar o comportamento de um ambiente de suporte ao trabalho colaborativo antes mesmo de sua implementação.

As interdependências entre tarefas colaborativas foram divididas em duas grandes classes: dependências temporais e de gerenciamento de recursos.

As dependências temporais servem para estabelecer o ordenamento no processo de execução de tarefas. Através dos mecanismos de coordenação propostos para as dependências temporais, é possível estabelecer se uma tarefa deve ser executada antes, durante ou depois de alguma outra tarefa. Um exemplo de dependência temporal ocorre em sistemas de comércio eletrônico, onde o cancelamento de um pedido por parte do usuário só pode ocorrer antes do produto lhe ser enviado. Outro exemplo ocorre em sistemas de revisão, que só podem iniciar a atividade de revisão após o final da atividade de escrita do documento.

As dependências de gerenciamento de recursos são complementares às temporais e lidam com a distribuição dos recursos entre as tarefas. As dependências de gerenciamento de recursos são complementares às temporais e podem aparecer independentemente destas. Estas dependências lidam com o gerenciamento do acesso seqüencial ou simultâneo a um mesmo recurso. Um exemplo é quando dois ou mais participantes desejam alterar simultaneamente o mesmo trecho de um documento em um sistema de autoria colaborativa.

Esta atividade resultou em diversos trabalhos publicados (Raposo *et al.*, 2000a,b,c,d, 2001) e uma tese de doutorado (Raposo, 2000), onde podem ser obtidos mais detalhes.

2.3 Avaliação de ambientes educacionais

A tarefa de avaliação dos ambientes educacionais foi uma das atividades propostas dentro do Projeto SAPIENS, prevendo a elaboração de um relatório técnico com a caracterização de requisitos necessários aos ambientes visando a facilitar o ensino e o aprendizado.

Esta seção apresenta diversas experiências relacionadas ao desenvolvimento e implementação de ambientes educacionais, tanto no contexto internacional quanto nacional. É importante ressaltar, entretanto, que a discussão sobre ambientes educacionais aqui apresentada tem caráter descritivo, havendo a necessidade de uma avaliação mais aprofundada, incluindo as vantagens e limitações dos mesmos.

Nesse sentido, a próxima etapa a ser realizada consistirá no levantamento e estudo dos métodos de comparação existentes, identificando quais requisitos e características são relevantes e que devem ser considerados no processo de avaliação dos ambientes educacionais.

Alguns trabalhos e ambientes educacionais existentes são apresentados na Tabela 2.2. Destaque-se que inúmeras iniciativas têm sido observadas no sentido de explorar o uso de recursos computacionais no contexto educacional. Vários outros ambientes educacionais podem ser encontrados, sendo utilizados no processo de ensino, aprendizado e treinamento das mais variadas áreas de conhecimento.

Ambiente	Organização	URL
Virtual-U	Virtual Learning Environments Inc.	http://www.vlei.com/
Learning Space	Lotus Education of Lotus Institute	http://www.lotus.com/
Web Course in a Box	MadDuck Technologies	http://www.madduck.com/
TopClass	WBT Systems	http://www.wbt systems.com/
WebCT	University of British Columbia	http://www.webct.com/
Asymetrix Librarian	Asymetrix	http://www.asymetrix.com/
FirstClass Classrooms	SoftArc	http://www.softarc.com/
CourseInfo	Blackboard Inc.	http://www.blackboard.com/
ARIADNE	EPF Lausanne (EC DG XIII)	http://ariadne.unil.ch/tools/
CoMentor	Huddersfield University	http://comentor.hud.ac.uk
CoSE	Staffordshire University	http://www.staffs.ac.uk/cose
Learning Landscapes	Bangor University	http://toomol.bangor.ac.uk
HLM	George Mason University	http://cne.gmu.edu/hlmeter/
AulaNet	PUC/RJ	http://guiaaulanet.eduweb.com.br/

Tabela 2.2: Ambientes educacionais avaliados.

Na seqüência, alguns ambientes educacionais são apresentados mais detalhadamente. WebCT e HLM são iniciativas internacionais e têm sido utilizados com sucesso em programas de ensino, aprendizado e treinamento. AulaNet e SASHE são iniciativas nacionais. No relatório técnico que será publicado em função dessa atividade constará também a análise do ambiente resultante do Projeto SAPIENS.

2.3.1 O ambiente WebCT

Desenvolvido pelo grupo de Murraw W. Goldberg, da *University of British Columbia*, o **WebCT** (*Web Course Tools*) (Goldberg *et al.*, 1996) fornece um conjunto de ferramentas que facilita a criação

de cursos educacionais baseados no ambiente WWW. Também pode ser utilizado como ferramenta complementar de um curso já existente, na disponibilização de material.

A principal vantagem associada ao WebCT está na possibilidade de se estabelecer um ambiente de ensino e aprendizado integrado, contendo uma série de ferramentas educacionais tais como sistema de conferência, *chat*, correio eletrônico, acompanhamento do aluno, suporte para projetos colaborativos, auto-avaliação, questionários, distribuição e controle de notas, glossário, controle de acesso, calendário do curso, geração automática de índices e pesquisa, entre outras.

Toda interação com o WebCT é baseada na WWW, não sendo necessário criar versões especiais do *software* para diferentes plataformas. Ainda, o *software* é executado a partir de um servidor central, podendo ser acessado de qualquer local onde um computador conectado à Internet esteja disponível.

O WebCT é apresentado aos alunos, professores e outros usuários como um documento principal, a partir do qual tem-se acesso aos tópicos dos cursos e demais ferramentas disponíveis. Nesse ambiente, o professor pode criar material didático e acompanhar o desempenho dos alunos.

A interface para autoria de cursos no WebCT contém opções para criar páginas (ou importar páginas de texto ou HTML existentes) e para incorporar ferramentas educacionais dentro das páginas. Após a criação de uma página, o autor deve indicar a localização relativa dessa página no curso. A organização das páginas pode ser hierárquica, para acesso imediato a qualquer tópico, subtópico ou página individual; ou linear, para definir um caminho seqüencial através do curso.

Além de ferramentas educacionais que auxiliam o aprendizado, a comunicação e a colaboração, o WebCT também fornece um conjunto de ferramentas administrativas para auxiliar o autor no processo de gerenciamento e melhoria contínua do curso.

A Figura 2.24 ilustra uma página com parte do conteúdo de um curso desenvolvido no WebCT. A página também contém *links* para os demais tópicos e uma barra de botões para o acesso às ferramentas do ambiente disponibilizadas pelo autor.

2.3.2 O ambiente HLM

Desenvolvido no *HyperLearning Center* da George Mason University, pelo grupo de pesquisa coordenado por Daniel Menascé, o **HLM** (*HyperLearning Meter*) (Menascé, 1998) é um ambiente de auto-avaliação e certificação baseado em Web.

O ambiente HLM é destinado aos profissionais que desejam desenvolver e certificar sua competência em determinado domínio. A tecnologia para a certificação é um ponto crucial. O sistema de certificação desenvolvido apresenta questões individualizadas para cada aluno, nunca repetindo a mesma questão; gera questões a partir de *templates* preparados por professores; e colhe amostras e medidas estatísticas a respeito do progresso do aluno, contrastando-o com um mapa conceitual do domínio. O ambiente permite ainda que o aluno realize testes de auto-avaliação, obtendo versões preliminares de certificações; apresenta ao aluno seus pontos fracos, indicando os *links* para módulos que podem auxiliá-los; e fornece aos professores dados importantes relativos ao progresso de um grupo de alunos.

A Figura 2.25 ilustra os módulos componentes do HLM, a ordem em que os mesmos devem ser executados e o inter-relacionamento entre eles. Uma breve descrição de cada módulo é apresentada a seguir.

O *Concept Map Editor* (CME) é uma ferramenta que permite que o professor construa um mapa da disciplina, chamado mapa conceitual, que consiste de conceitos e seus inter-relacionamentos

The screenshot shows a WebCT interface. At the top, there is a navigation bar with icons and labels: home, contents, retrace, refresh, pg back, pg fwd, glossary, search, bulletins, mail, and my notes. Below this is a sidebar with a list of links: Introduction (highlighted), The Learner's Perspective, The Teacher's Perspective, Tools and Techniques. The main content area is titled 'Introduction' and contains the following text:

Have you ever wondered why some people learn in different ways, at different paces?

You may have students in your group, or close friends or relatives, who you recognise learn at different paces. Maybe you have students in your group who fly through your teaching material, always ready for more; and others who barely get started.

This course explores the learning process. It seeks to raise our understanding of the ways in which different people learn, and how this influences the pace of learning. The course provides tools to use to identify our own learning style and how our own learning styles affect our teaching and delivery.

The activities that you will carry out on this course have a dual purpose:

Figura 2.24: Página de um curso desenvolvido no ambiente WebCT.

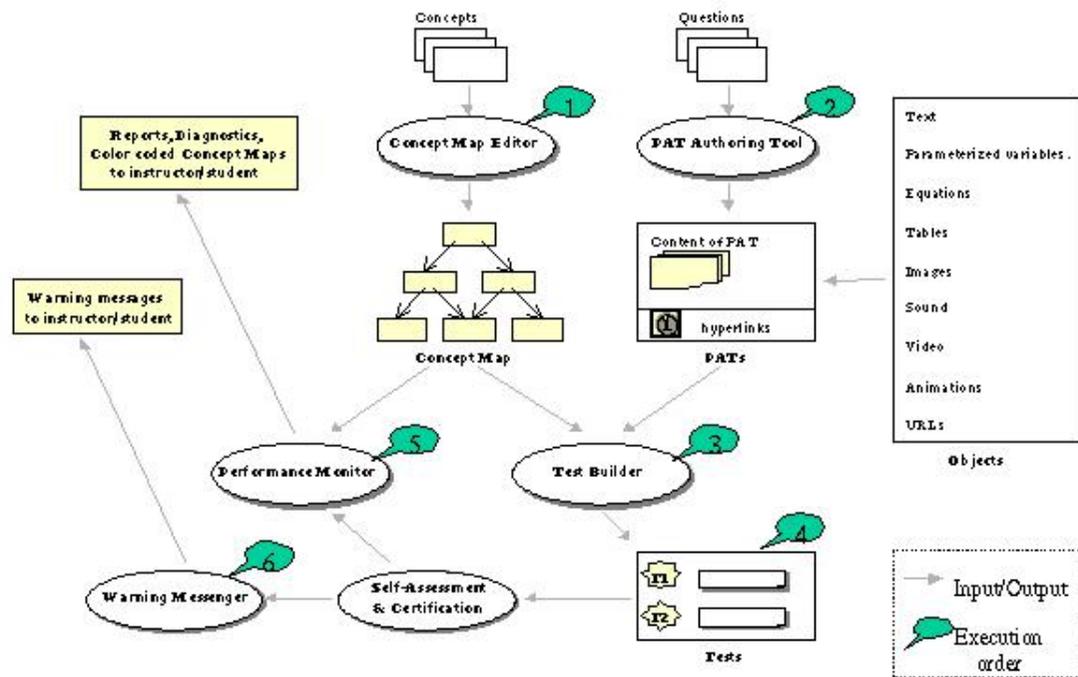


Figura 2.25: Inter-relacionamento entre os módulos do ambiente HLM.

representados por *links* conectando tais conceitos. Os *links* possuem pesos, os quais representam a importância dos subconceitos com relação aos conceitos-pai. Um mapa conceitual é um grafo dirigido e acíclico. A Figura 2.26a ilustra a utilização do CME.

Uma vez desenhado o mapa conceitual de um curso, *templates* de questões podem ser criados pelo professor usando o *Parametric Assessment Template (PAT) authoring tool*. Tais *templates* podem conter vários tipos de objetos tais como texto, vídeo, som, grafos, tabelas, equações e parâmetros que são instanciados quando o *template* torna-se uma questão apresentada ao aluno. Os valores dos parâmetros são associados aleatoriamente na realização de um teste. A Figura 2.26b apresenta a *PAT authoring tool* sendo utilizada na elaboração de uma questão de múltipla escolha para geometria analítica. No *template* são utilizados três parâmetros (a , b e c); a resposta é dada em função dos parâmetros. Uma lista de URLs indicando pontos na Web que contêm mais explicações a respeito da questão também pode ser fornecida.

Templates podem ser utilizados na construção de testes para auto-avaliações ou certificações. O *Test Builder* (Figura 2.26c) permite que os professores realizem uma busca nos *templates* em sua base de dados local ou em qualquer lugar na Web. Os *templates* recuperados podem ser visualizados e adicionados ao teste. O mapa conceitual é apresentado sempre que um *template* é adicionado ao teste para permitir que o professor “clique” nos conceitos testados pelo *template*. O professor também pode especificar quantas questões devem ser apresentadas cada vez que um teste é realizado e quais *templates* são obrigatórios.

O HLM gera testes de auto-avaliações ou certificações usando o *Test Generator*. Parâmetros são instanciados com valores gerados aleatoriamente. Testes de auto-avaliação podem ser realizados várias vezes. O ambiente HLM utiliza um modo adaptativo na apresentação de um teste. *Templates* de questões que já foram respondidas corretamente tendem a ser apresentados com menos frequência do que aqueles em que o aluno teve dificuldade. A Figura 2.26d ilustra como uma questão correspondente ao *template* da Figura 2.26b seria apresentada a um aluno.

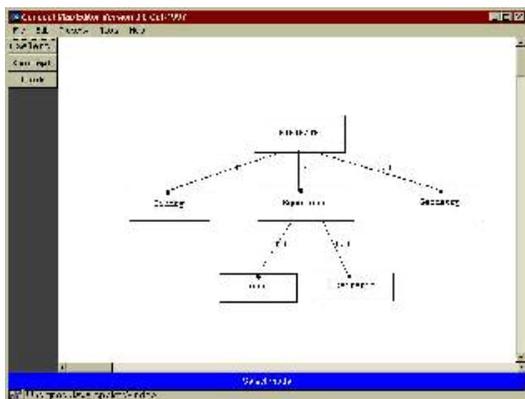
O professor pode monitorar o progresso de um único aluno ou de grupo de alunos pela observação de conceitos, *templates* ou testes usando o *Performance Monitor*.

Através do *Messenger*, o professor pode agendar mensagens para serem automaticamente enviadas para si próprio e/ou para os alunos quando determinados eventos ocorrerem. Como exemplos de tais eventos têm-se: “o aluno não realizou determinado teste”, “escore em determinado teste, *template* ou conceito inferior ao limite estabelecido”.

Como ressalta Menascé (1998), o HLM tem sido utilizado no curso de Sistemas Operacionais, tanto no nível de graduação como no de pós-graduação, bem como em um programa de certificação em Engenharia de Redes, na *George Mason University*. Avaliações dos próprios alunos têm demonstrado que o ambiente é bastante útil, ajudando-os a identificar quais aspectos da aula não foram bem compreendidos. Ainda segundo Menascé, existe uma forte correlação entre os resultados dos exames e as notas (escores) obtidas e o número de vezes que os alunos utilizaram o HLM com o propósito de auto-avaliação. Além disso, o ambiente foi incorporado a ferramentas utilizadas pela *DoD's Defense Aquisition University* e *ACM's Professional Knowledge Program*.

2.3.3 O ambiente AulaNet

O **AulaNet** (Lucena *et al.*, 1998) é um ambiente de aprendizado cooperativo baseado na Web, desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software (LES) do Departamento de Informática da



(a) Concept Map Editor

The screenshot shows the 'Multiple Choice PAT' authoring tool. It has a menu bar (File, View, Edit, Insert, Format, Tools, Help) and a toolbar. The form includes fields for 'Author' (HLM Demq), 'Email' (menasce@cne.gmu.edu), 'Domain' (Geometry), and 'Keyword' (GEOMETRY CIRCLE RADIUS). The 'Question' field contains the text: 'The radius of a circle whose equation is $(x-a)^2 + (y+b)^2 = (8-c)^2$ is'. Below the question are seven 'Incorrect' answer fields, with the first one containing '8d'. There are also checkboxes for 'Scramble Choices' and 'More Explanations...'. The 'Explanation' field contains: 'The radius of a circle with equation $(x - a)^2 + (y - b)^2 = c^2$ is c. There is also a 'References' field at the bottom.

(b) PAT Authoring Tool

The screenshot shows the 'Test Builder' interface. It has a menu bar (File, View, Tools, Help) and a toolbar. The main area is titled 'TEST SPECIFICATION'. It includes fields for 'Test Name' (Test1) and 'Description' (Midterm). Below this are three columns: 'Private PATs', 'List of PATs', and 'List of concepts'. At the bottom, there are fields for 'Keyword' (Performance), 'View PAT' (Search), 'Number of questions' (5), 'Permission' (No group access), and 'Test Type' (Self-Assessment).

(c) Test Builder

The screenshot shows an instantiated PAT in a browser window. The title is 'Self Assessment Test - Netscape'. The question is: 'Question 2 of 5 - The radius of a circle whose equation is $(x - 4)^2 + (y + 9)^2 = 1600$ is'. The answer options are radio buttons for '20', '1600', and '40'. There is an 'Enter Answer' button. The browser's address bar shows the URL: 'http://one.g1.gmu.edu/hlstudent/NewSelf_Test.html'.

(d) Instantiated PAT

Figura 2.26: Telas do ambiente HLM.

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), para administração, criação, manutenção e assistência de cursos a distância. Os cursos criados neste ambiente enfatizam a cooperação entre alunos e entre aluno e professor, sendo apoiados por uma variedade de tecnologias disponíveis na Internet.

Os objetivos do AulaNet são: promover a adoção da Web como um ambiente educacional; contribuir com mudanças pedagógicas, dando suporte à recriação; e encorajar a evolução do conhecimento, tanto para alunos quanto para professores.

Ainda, o ambiente baseia-se nas seguintes premissas: o autor do curso não precisa ser um especialista em Web; os cursos criados devem apresentar elevado grau de interatividade, de modo a atrair maior participação do aluno no processo de aprendizado; os recursos oferecidos para a criação de cursos devem corresponder aos de uma sala de aula convencional, acrescidos de outros normalmente disponíveis na Web; e deve ser possível a reutilização de conteúdos já existentes em mídia digital, por exemplo, por meio de importação de arquivos.

Os atores envolvidos no processo de ensino e aprendizado, segundo a concepção do AulaNet são:

Administrador: facilitador da integração professor/curso/aluno, tratando de aspectos de natureza predominantemente operacional, tais como, inscrição de professores e matrícula de alunos.

Aluno: usuário final do curso, representando o público-alvo a quem o curso se destina.

Professor: principal cliente do AulaNet. Responsável pela criação do curso, desde a sua descrição inicial até a entrada do conteúdo. Pode ou não ser o responsável pela aplicação do curso, podendo ainda contar com o auxílio de um monitor para tratar dos aspectos práticos do curso e ajudar na avaliação dos alunos.

A fim de que o professor possa elaborar seu curso conforme os objetivos do processo de aprendizado, o AulaNet oferece um conjunto de mecanismos de comunicação, coordenação e cooperação.

Os mecanismos de comunicação fornecem meios para a troca de informações entre professores e alunos. Tais mecanismos incluem ferramentas de correio eletrônico e lista de discussão, ferramenta de conferência assíncrona textual (*newsgroup*), ferramenta de conferência síncrona textual (*chat*) e ferramenta de videoconferência (*CU-SeeMe*).

Os mecanismos de coordenação oferecem suporte às atividades de acompanhamento do curso. Incluem ferramentas para o planejamento de tarefas (agenda, quadro de avisos) e para avaliação do aprendizado (provas, trabalhos, exercícios).

Os mecanismos de cooperação correspondem ao instrumental pedagógico que deverá ser utilizado no decorrer do curso. No AulaNet, cooperação deve ser entendida como a preparação do material ao qual os alunos terão acesso e, sob uma perspectiva construtivista, como a permissão para que outras pessoas (outros professores e alunos) possam preparar materiais que poderão ser incorporados ao curso. Como mecanismos de cooperação têm-se: transparência, apresentação gravada, texto de aula, livro-texto, bibliografia, demonstração, co-autoria de professor e co-autoria de aluno.

É importante ressaltar que o AulaNet promove a separação entre o conteúdo e a navegação, liberando o professor da tarefa de programação. Desse modo, o trabalho do professor consiste em criar material educacional de boa qualidade, deixando a programação da navegação para o ambiente.

Ao aluno é oferecido um menu de serviços, configurado pela seleção dos mecanismos de comunicação, coordenação e cooperação, realizada previamente pelo professor. Ao contrário de *links* de baixo nível, a utilização de um menu de serviços proporciona ao aluno facilidades de navegação de

alto nível, que ajudam a minimizar o problema de desorientação. Ainda, os cursos oferecidos usando o ambiente são estruturalmente parecidos, aumentando o sentido de orientação do aluno.

O AulaNet deliberadamente não oferece meios de sincronização entre os diferentes materiais em virtude da concepção de que o aluno é quem deve ter o controle. Desse modo, o aluno pode colocar o vídeo em segundo plano e simplesmente ouvi-lo, retroceder ou avançar o vídeo, mover a divisão entre as transparências e o texto de aula, entre outras opções para otimizar a área de sua tela.

O AulaNet encontra-se disponível em português e em inglês. De acordo com Lucena *et al.* (1999), na versão em português do ambiente, até julho de 1999 existiam cerca de 1800 alunos e 60 professores registrados; 40 cursos sobre os mais variados assuntos estavam sendo desenvolvidos, dos quais 19 já estavam disponíveis para consumo.

A Figura 2.27 ilustra a interface do aluno no ambiente AulaNet.

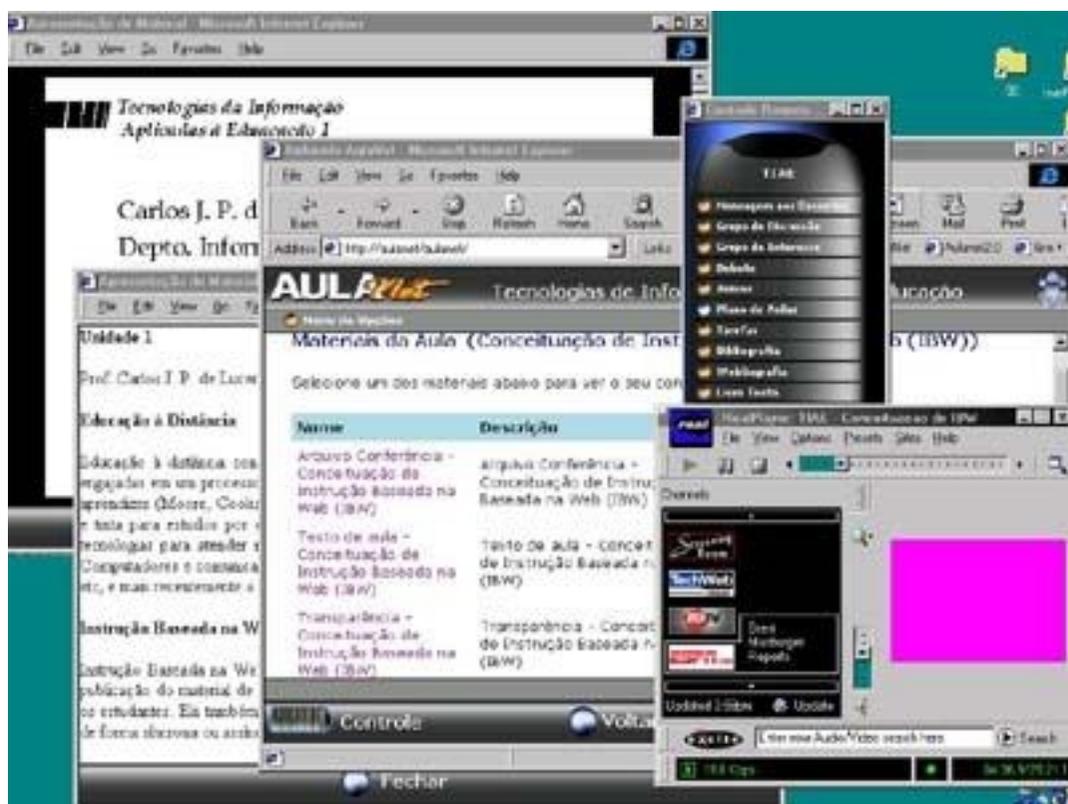


Figura 2.27: Interface do aluno no ambiente AulaNet.

2.3.4 O ambiente SASHE

O SASHE (Sistema de Autoria e Suporte Hiperídia para Ensino) (Santos *et al.*, 1997), desenvolvido no ICMC/USP, é um ambiente de autoria e navegação de hiperdocumentos para aplicações de ensino, que proporciona ao autor a capacidade de estabelecer um equilíbrio entre o controle do aluno e do sistema por meio da autoria de roteiros com escopos variados de liberdade de navegação

pelo aluno (Nunes & Fortes, 1997).

O ambiente é composto por dois módulos principais: de autoria e de navegação. No módulo de autoria, o autor pode criar hiperdocumentos, desde os mais simples até os mais complexos com vários níveis de aninhamento. No SASHE, um hiperdocumento é estruturado em contextos. Cada contexto corresponde a um espaço de informação, podendo conter outros contextos (aninhados) e informações. Tal característica possibilita a construção de hiperdocumentos hierárquicos, partindo-se de contextos com informações mais genéricas para contextos com informações mais específicas (Pansanato & Nunes, 1999). Para editar o hiperdocumento, conceitos como nó terminal (texto, áudio, gráfico e vídeo), nó de composição (trilha, contexto de usuário) e âncoras-elo são utilizados.

No módulo de navegação, o aluno encontra janelas que apresentam o material didático e botões associados à caracterização do material (Figura 2.28). Aos botões estão associadas funções que utilizam, em sua maioria, informações provenientes dos atributos e da contextualização dos nós (Santos *et al.*, 1997).



Figura 2.28: Interface com o usuário-aluno no ambiente SASHE.

Os botões “Está Fácil” e “Está Difícil” estão relacionados à apresentação dos nós referentes a um determinado tópico (portanto, do mesmo contexto), julgados de acordo com o grau de dificuldade. Conforme destacado por Santos *et al.* (1997), caso o autor tenha criado explicitamente um nó correspondente e de grau de dificuldade diferente, este será selecionado nesta busca. Do contrário, uma segunda estratégia considera o atributo função-didática para a seleção do próximo nó: funções de correspondência são definidas, conforme ilustrado na Figura 2.29. Ao escolher “Está Difícil”, por exemplo, e sendo o nó atual um nó “definição”, o sistema procura por um nó, no mesmo contexto, com função “introdução”. Não existindo tal nó, a busca pela tabela continua: a partir da “introdu-

ção”, a escolha do “Está Difícil” remete à busca por um nó “motivação”. Em último caso, a saída via “tópico anterior” no roteiro sempre é alcançada, uma vez que a relação é acíclica (Santos *et al.*, 1997).

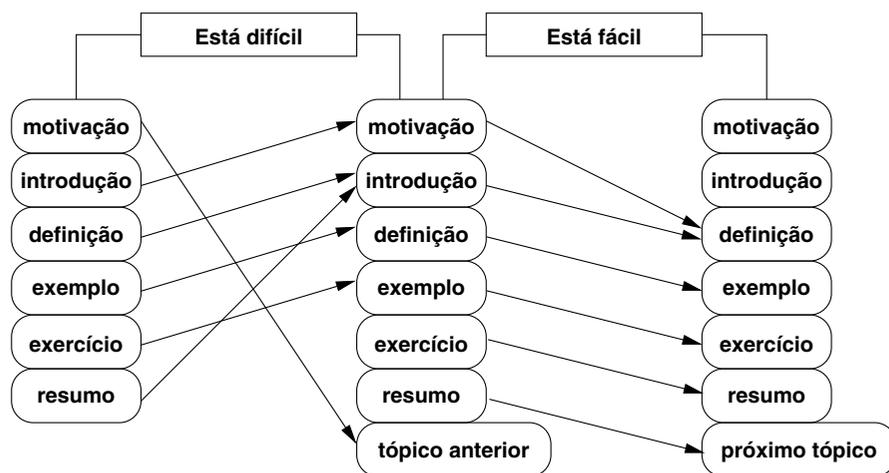


Figura 2.29: Correspondências entre atributos para estratégias tutoriais embutidas nos botões “Está Difícil” e “Está Fácil”.

Os botões “Bibliografia”, “Glossário” e “Exercícios” fornecem ao aluno informações úteis no domínio educacional. A busca pelas informações associadas a estes botões se dá no menor contexto que contém o nó atual e sua existência é dependente da autoria. Com relação ao botão “Ajuda”, a busca é realizada, no contexto, procurando-se por um nó de igual atributo, construído pelo autor. Neste caso, são apresentadas as perguntas e respostas mais frequentes do tópico em questão.

Para auxiliar na orientação do aluno, estão disponíveis os botões “Agenda”, “Onde Estou?” e “Contexto”. O botão “Agenda” situa graficamente o nó atual no roteiro que está sendo percorrido. O botão “Onde Estou?” situa o nó atual na trilha de nós já percorridos. O botão “Contexto” mostra, via *browser* gráfico, o contexto correspondente ao grau de liberdade do nó atual, incluindo demais nós e todas as ligações do nó de contexto.

O botão “Mais informações” ativa a busca, em todo o hipertexto, por uma lista de nós que possuam uma ou mais palavras-chave em comum com o nó atual. Qualquer um dos nós selecionados pode ser visualizado pelo aluno. Os quatro botões na parte inferior da Figura 2.28 possibilitam ao aluno deslocar-se para frente e para trás no roteiro e na trilha sendo percorrida.

Recentemente foi desenvolvida e integrada ao ambiente SASHE a ferramenta EHDT (*Educational Hyperdocuments Development Tool*), que apóia a aplicação do EHDM (*Educational Hyperdocuments Design Method*). Segundo Pansanato & Nunes (1999), o EHDM é um método para o projeto de aplicações hipertexto para ensino, proposto como base para o desenvolvimento de ferramentas de autoria que incorporam a modelagem do domínio do conhecimento como parte do seu processo de autoria.

2.3.5 Requisitos e aspectos para avaliação e comparação

Nas seções anteriores foram apresentadas várias experiências relacionadas à aplicação de recursos computacionais no processo de ensino, aprendizado e treinamento, sendo descritos sucintamente diversos ambientes e sistemas educacionais.

É preciso ressaltar, entretanto, que o simples emprego de recursos computacionais não implica o sucesso no aprendizado ou no treinamento. Os ambientes e sistemas educacionais implementados não possuem quaisquer características que assegurem automaticamente a qualidade dos cursos que serão oferecidos por meio de sua utilização.

Observa-se uma diversidade de características e funcionalidades associadas aos ambientes e sistemas educacionais. Dada tal diversidade, dois aspectos importantes que devem ser abordados referem-se a: como avaliar as propriedades dos diferentes ambientes sob o ponto de vista educacional; e como determinar se a nova tecnologia pode ser incorporada no contexto de ensino, aprendizado e treinamento de uma dada organização.

Na verdade, conforme ressalta Britain (1999), um dos problemas associados aos ambientes educacionais é a falta de um método de avaliação coerente dentro do qual seja possível avaliar tanto os benefícios pedagógicos quanto as mudanças organizacionais requeridas para a sua efetiva utilização.

Atualmente, a maioria das avaliações e comparações entre os ambientes educacionais existentes concentram-se em características e detalhes técnicos. A Tabela 2.4, sintetizada a partir de Britain (1999), ilustra algumas dessas características.

Em Marshall University's Center for Instructional Technology (2000) também são apresentadas algumas características para a comparação de ambientes educacionais, categorizadas da seguinte forma: Características de Desenvolvimento, Ferramentas do Professor, Características Instrucionais, Ferramentas do Aluno, Suporte Técnico, Características Administrativas, Ferramentas Administrativas, Custos de *Software* e Custos de *Hardware*. Embora haja várias características em comum entre as duas abordagens, nesta também pode-se observar a presença de características abordando aspectos administrativos e de custo.

Tais características, entretanto, não possuem a abrangência necessária, em termos pedagógicos e organizacionais, para decidir se um dado ambiente é melhor (ou mais adequado) que outro.

Outros aspectos importantes a serem considerados na avaliação de ambientes educacionais são os abordados na Norma ISO/IEC 14598-5 (ISO/IEC, 1996). Dentro desse contexto, Campos (1994) propôs um método para avaliação de sistemas hiperídia sob a perspectiva de usuários-autores, de acordo com essa norma. Na Tabela 2.5 são identificados os objetivos, os fatores de qualidade e eles relacionados e, para cada fator, os subfatores pertinentes a serem considerados durante uma avaliação. Critérios de avaliação relacionados a cada subfator também são apresentados.

Nesse contexto pretende-se investigar métodos para a avaliação e comparação de ambientes educacionais, considerando não apenas características e detalhes técnicos, mas também aspectos educacionais e organizacionais. Ainda, pretende-se incorporar alguns dos aspectos abordados em Campos (1994) à avaliação.

2.4 Comentários finais

Este capítulo apresentou o conjunto de atividades desenvolvidas durante a segunda fase do Projeto SAPIENS, subdividindo-as nas atividades voltadas ao estudo dos aspectos pedagógicos e nas voltadas

Ferramentas do Professor	Ferramentas para Gerenciamento de Recursos	Elaboração/importação de conteúdo
		Recursos de armazenamento
		Inserção de metadados
		Inserção de descrições
		Inserção/execução de conteúdo multimídia
	Ferramentas para Gerenciamento de Alunos	Armazenamento e visualização de informações do aluno
		Inserção/remoção de alunos
		Acompanhamento das atividades do aluno
	Ferramentas para Gerenciamento de Cursos	Estruturação de cursos
		Adição de recursos
		Elaboração de atividades (<i>assignments</i>)
		Realização de avaliações
Revisão de cursos		
Ferramentas do Aluno	Ferramentas para Gerenciamento de Recursos	Criação de grupos de discussão
		Navegação
		Elaboração/importação de conteúdo
		Armazenamento de <i>bookmarks</i>
		Inserção de metadados
		Inserção de descrições
	Ferramentas para Gerenciamento de Alunos	Execução de multimídia
		Visualização de informações do aluno
	Ferramentas para Gerenciamento de Ensino	Autoria de páginas pessoais
		Calendário
		Ferramentas para auto-avaliação
		Recurso de busca
		Criação de grupos de discussão
	Ferramentas de Interação	<i>E-mail</i>
		Quadro de avisos
Troca de arquivos		
Comunicação assíncrona		
<i>Chat</i>		
<i>Whiteboard</i>		
Vídeo-conferência		

Tabela 2.4: Características para avaliação e comparação de ambientes educacionais.

Objetivo	Fator	Subfator	Critério	
Utilizabilidade	Manutibilidade	Alterabilidade	Alterabilidade corretiva Coerência das ligações Propagação das modificações	
		Evolutibilidade	Suporte a versões	
	Operacionalidade	Disponibilidade de recursos		Ferramenta de edição de texto Ferramenta de edição gráfica Ferramenta de edição de som Projeto de telas
			Oportunidade	Eficiência de autoria Liberdade para autoria Seleção de auxílio
		Estrutura para trabalho cooperativo	Apoio a trabalho cooperativo Suporte à comunicação	
		Amenidade de uso		Facilidade de aprendizado Facilidade de edição Visualização das informações Informações sobre os nós Facilidade de localização Facilidade de lembrança Clareza dos comandos Clareza dos ícones e convenções Estabilidade Tutorial para autoria Customização Documentação Disponibilidade de funções de editoração Detector de referência cega Uso de sinônimos
	Portabilidade	Independência de ambiente	Independência de hardware Independência de software	
		Configurabilidade	Adaptação ao ambiente	
	Suporte à reutilização	Modularidade	Composição modular	
		Suporte de base de componentes	Adaptabilidade Localização	
	Eficiência	Eficiência de troca autor/leitor		Tempo de troca de modos
				Otimização do armazenamento Compressão de dados
		Eficiência na integração com outros softwares		Capacidade de importação de textos Capacidade de importação de modelos de fonte Capacidade de uso de editores de texto externos Capacidade de uso de editores gráficos externos Capacidade de uso de editores de som externos
			Facilidades oferecidas	Diversidade de informações representáveis Suporte a visões Acesso a CD-ROM e outros dispositivos de armazenamento
	Rentabilidade	Lucratividade		Adequação do sistema Preço Distribuição do <i>browser</i> Taxa de retorno
			Vantagens oferecidas pelo vendedor	Direito a <i>upgrade</i> Programa de treinamento Suporte

Tabela 2.5: Objetivos, fatores, subfatores e critérios para avaliação de sistemas hipermídia.

aos aspectos computacionais.

As atividades da Seção 2.1 foram voltadas à construção de um entendimento de alguns dos aspectos pedagógicos relacionados com a construção de ambientes de aprendizagem apoiados em computador.

Dessa forma, as Seções 2.1.1 e 2.1.2 apresentaram respectivamente uma experiência em andamento e outra especificada e que abordam a vertente auto-instrucional. As Seções 2.1.3 e 2.1.4 apresentaram respectivamente a especificação de um experimento e o relato de um curso já oferecido.

Já a Seção 2.2 apresentou os aspectos voltados à óptica de definição, modelagem, estudo e implementação de experimentos envolvendo aspectos computacionais. Inicialmente foi apresentado o protótipo CALM, utilizado no estudo de diversos aspectos de interesse como Anotação, Geração de Conteúdos, Integração de Ferramentas. Adicionalmente outro experimento, referente a aspectos de administração, foi discutido através do sistema Atena. Aspectos complementares porém não menos importantes também foram tratados, como o uso de agentes de *software*, modelagem e estratégias de coordenação.

Os quatro experimentos da Seção 2.1 em complementação aos aspectos abordados na Seção 2.2 permitiram moldar os aspectos de modelagem e do ferramental computacional necessário para Sistemas de Aprendizagem Apoiados em Computadores apresentados no Capítulo 3.

Capítulo 3

Um Ambiente Colaborativo, segundo SAPIENS

No capítulo anterior, foram apresentados alguns resultados da colaboração de pouco mais de dois anos entre pesquisadores das áreas de tecnologias educacionais e de tecnologia computacional envolvidos no Projeto SAPIENS. Esses resultados, derivados de testes e experimentações pontuais, juntamente com as reflexões promovidas através dos debates nas reuniões e *workshop* do projeto, forneceram os subsídios para a especificação de um ambiente colaborativo de aprendizagem segundo a óptica do Projeto SAPIENS.

Neste capítulo, os principais aspectos desse ambiente são apresentados. Inicialmente, na Seção 3.1, são considerados alguns princípios norteadores que devem estar presentes no ensino colaborativo. O ambiente colaborativo é em seguida, na Seção 3.2, detalhado em torno do conjunto de atividades e tarefas que podem ser desempenhadas através dele considerando como objetivo o suporte a cursos como os apresentados nas Seções 2.1.3 e 2.1.4. Finalmente, o ambiente para esse tipo de curso é apresentado na Seção 3.3 segundo a visão computacional, ou seja, como o conjunto de ferramentas que permitem a execução das atividades e tarefas descritas.

3.1 Bases para um ambiente colaborativo

Os referenciais teóricos que envolvem princípios de ensino colaborativo em rede foram objeto de estudo no primeiro ano de atividades do projeto, estando descritos no documento **Bases Preliminares para um Ambiente Colaborativo de Aprendizagem**¹.

Segundo esse estudo, os protagonistas desse ambiente são **aluno, grupo, auxiliar didático e professor/autor**. São esses os principais atores que irão compartilhar os espaços disponibilizados pelo ambiente.

O ambiente deve oferecer **suporte institucional**, tais como permitir o cadastramento de professor e curso, de aluno, de grupo e de auxiliar didático. No ato do cadastramento de um curso, o professor/autor deve fornecer informações profissionais e uma descrição detalhada do programa do curso que deve contemplar entre outros: a ementa, os objetivos, os tópicos a serem cobertos, o cronograma de atividades, a metodologia a ser adotada, a bibliografia, a forma de avaliação e os pré-requisitos

¹Capítulo 2 do Relatório I do Projeto SAPIENS e atualizado em <http://lite.fae.unicamp.br/sapiens/>.

que o aluno deve ter para participar do curso. Todas as informações sobre cursos em oferta devem ficar disponíveis para o público alvo para consulta. Posteriormente, o professor/autor pode cadastrar os seus auxiliares e lhes conceder os privilégios de acesso que julgar pertinente.

O cadastro de aluno é realizado no momento em que ele se inscreve como interessado em um curso. Ao se inscrever, o interessado deve fornecer os dados acadêmicos solicitados e relatar sua experiência prévia com o intuito de demonstrar que possui os pré-requisitos exigidos. Com base em tais informações o professor/autor fará a seleção dos alunos aceitos.

O cadastro de grupo pode, em princípio, ser realizado por qualquer protagonista do ambiente. Segundo critérios do curso, os alunos poderão formar grupos que terão acessos diferenciados a facilidades do ambiente. Um aluno pode se inscrever em mais de um grupo e o professor/autor terá acesso a todos os trabalhos produzidos e liberados tanto pelos grupos como pelos alunos individualmente.

Sob o ponto de vista do **suporte técnico**, o ambiente deve ser um sistema aberto, que permita o acesso a materiais externos referentes à temática do curso disponíveis na rede, sendo composto por diversos espaços disponibilizados aos seus protagonistas.

Espaço para trabalhos em grupos. O ambiente aceitará a formação de grupos, com acessos diferenciados, ou seja, tais grupos deverão ter áreas coletivas de trabalho com controle de acesso e ferramentas adequadas para gerenciar as atividades de grupo, produção de material e pesquisas sistematizadas. Cabe aos membros de um grupo decidir o momento de liberação de trabalhos produzidos para os demais protagonistas envolvidos no curso.

Espaço para estudo individual. Área de trabalho individual onde o aluno deve poder organizar e sistematizar o material explorado no ambiente e na rede bem como produzir os seus trabalhos pessoais. Contempla também uma área de correio eletrônico de pessoa a pessoa.

Espaço do professor/autor. Repositório das informações geradas pelo professor/autor tais como: textos, imagens, vídeos, sons, animações, dados, simuladores, *software*, referências hipertextuais, etc. Tais informações estarão organizadas em módulos intercambiáveis, ou seja, que permitam uma mobilidade entre eles, uma interligação por conceitos, idéias e referências. A decisão sobre as condições de disponibilização dos módulos aos alunos será do professor/autor, que determinará a cadência do curso avaliando e respeitando as trajetórias pedagógicas dos alunos.

Espaço para textos. Repositório tanto de textos de apoio entendidos como aqueles importantes para a compreensão dos conceitos fundamentais bem como de textos complementares, ou seja, aqueles que possibilitam o aprofundamento em assuntos específicos. Os documentos nesse espaço são acrescidos e removidos pelo professor/autor, ao passo que os alunos devem apenas acrescentar.

Espaço para debates. Espaço colaborativo centrado no aluno possibilitando a interação entre alunos com intervenções pontuais do professor/autor com o objetivo de incentivar, trazer novas questões, sugerir novas referências bibliográficas, etc. Tal espaço deve se basear em mecanismos tais como: listas de discussão estruturadas com registro de histórico onde os alunos colocarão suas anotações sobre os módulos, dúvidas e respostas, questionamentos, opiniões, etc; salas de bate-papo para comunicação síncrona, na forma de texto, entre alunos, professores/autores e convidados; vídeo ou áudio-conferências; e suporte ao mapeamento de posicionamentos de alunos.

Espaço para uma comunidade virtual. Sustentação de áreas de convivência virtual onde os participantes poderão criar e modificar entidades tais como: personagens, locais, objetos virtuais.

Espaço público. Espaço reservado para a apresentação de trabalhos e seminários que poderão assumir formas variadas: texto, hipertexto, imagens, áudio, vídeo, etc.

Espaço de monitoramento de trajetórias pedagógicas. Espaço ao qual o professor/autor terá acesso para consultar e manter informações sobre as trajetórias pedagógicas tanto de seus alunos e grupos como a sua própria. O aluno terá acesso a informações de monitoramento liberado para os participantes do curso bem como acesso restrito a ele e ao professor/autor sobre as informações individuais específicas registradas no espaço de monitoramento.

O ambiente deve ainda oferecer **suporte pedagógico**, que estará refletido em:

Conteúdo e metodologia: O professor deverá selecionar e organizar os conteúdos, assim como, decidir como apresentá-los de forma significativa aos alunos, utilizando as ferramentas mais apropriadas.

Interatividade: Processo das relações sócio-afetivas nas quais se concretiza a aprendizagem. O professor/autor deverá se preocupar em garantir o máximo de interatividade, isto é, o espaço plausível para que ocorram os significados na aprendizagem.

Avaliação: A avaliação deve ser qualitativa, privilegiando a produção dos alunos, valorizando processos dinamizados, onde o aluno pode ser estimulado e recuperado, o que não exclui a possibilidade de avaliações somativas. O professor/autor e/ou os auxiliares didáticos estarão acompanhando os alunos individualmente pelas suas trajetórias pedagógicas, pela sua participação em eventos síncronos e assíncronos e pela sua produção. As perguntas formuladas pelos alunos também são fundamentais para perceber as suas formas de elaboração do conhecimento. Com tal monitoramento individual é possível trabalhar com as diferenças, valorizando a riqueza de um grupo heterogêneo de aprendizagem colaborativo. O processo de aprendizagem colaborativa também exige uma avaliação colaborativa, onde os próprios alunos irão comentar e avaliar os textos dos colegas. Assim o “poder” passa a ser do coletivo e não apenas do professor.

No que se refere ao conteúdo, a Seção 3.1.1 apresenta aspectos relativos à linguagem em um ambiente suportado através da infra-estrutura tecnológica da Internet e Web. Reflexões acerca da metodologia são apresentadas na Seção 3.1.2. A questão da interatividade é abordada em maiores detalhes na Seção 3.1.3 e a avaliação, na Seção 3.1.4.

3.1.1 A escrita na Internet

A primeira questão que se coloca para qualquer educador interessado na implementação de ensino baseado em Internet é inevitavelmente a questão pedagógica. O deslocamento do professor da situação imediata do ensino muda a natureza da interação entre professor/aluno/material pedagógico e esta mudança gera a necessidade de novas estratégias de ensino. Esta característica distingue o ensino baseado em Internet das situações de ensino presencial.

As estratégias, por sua vez, tendem a ser bastante diferenciadas se o material produzido para ensino tem por meta auto-instrução ou prevê algum tipo de interlocução entre professor e aluno, ou aluno/aluno. Ou seja, o tipo de material e tarefas que se adequam ao estudo independente, diferem daquele previstos para o ensino que utiliza canais de comunicação entre os sujeitos envolvidos na interação pedagógica. Ainda a este respeito temos que considerar se a comunicação prevista é totalmente assíncrona (como ilustra o estudo por correspondência). Um diferencial adicional a ser considerado, é o espaço que o curso oferecido abre ou deixa de abrir para a interação aluno/aluno, ou seja em que medida o ensino visado se caracteriza como mais ou menos colaborativo.

Quando o ensino se processa através de meios eletrônicos (rádio, televisão ou computador), a linguagem em si se coloca como uma segunda questão a ser considerada. Nestes casos, para que o ensino seja eficiente é fundamental que o designer/professor saiba explorar de forma adequada os recursos expressivos que facilitam a comunicação nos diferentes meios (por exemplo, som, imagem, escrita). No caso específico da comunicação mediada por computador, as questões de linguagem se tornam ainda mais fundamentais, já que este meio eletrônico faz uso de uma linguagem híbrida, que agrega a linguagem desenvolvida pelos outros meios de comunicação em massa (Braga & Busnardo, 1993) e também apresenta novos gêneros de texto, hipertextos fechados e abertos (Snyder, 1996), que demandam novas estratégias de produção e de leitura.

A escrita na Internet, como bem coloca Chartier (1997), nos induz a pensar como nossa concepção de texto está sendo alterada e como tal modificação carrega, desde o processo de sua criação, os vestígios dos usos e interpretações permitidos pelas formas que a precederam. Essa questão talvez ganhe maior visibilidade se refletirmos mais detalhadamente sobre como as novas tecnologias incorporam os antigos avanços tecnológicos e introduzem mudanças que promovem e demandam novos modos de interação com o texto e via o texto escrito. A escrita no meio cibernético, que é escrita de última geração, coloca questões que nos levam a repensar a relação fala e escrita e a considerar modos mistos e heterogêneos de construção. Essa reflexão nos obriga a rever antigas categorias que opõem de forma dicotômica o texto falado e o escrito, ou a cultura oral e a letrada.

A relação entre novas tecnologias e os modos de produção e recepção de texto escrito

A compreensão das características que particularizam o texto escrito em meios eletrônicos certamente demanda uma reflexão sobre as diferentes maneiras pelas quais, historicamente, os avanços tecnológicos promoveram alterações na estrutura lingüística e nos modos de interação via linguagem escrita privilegiados em diferentes épocas e contextos. Em outras palavras, é necessário entendermos, de uma forma mais aprofundada, as mudanças técnicas e lingüísticas que ancoraram a construção social de diferentes tipos de cultura: a oral, a escrita e a cibernética (Havellock, 1995; Illich, 1995; Lévy, 1997). Considerando as práticas de leitura, é possível percebermos uma evolução que vai desde a dependência total na modalidade oral, que caracterizava a recepção dos textos escritos mais antigos, até uma segunda fase intermediária na qual a recepção da escrita passa a se ancorar mais no aspecto visual do texto. Nesse momento a escrita passa a desenvolver características próprias, mas não houve, ao contrário do que propõem algumas teorias mais tradicionais, uma ruptura drástica entre as práticas orais e as escritas — mesmo se considerarmos como referência de análise os grupos letrados. Estes grupos, embora tenham passado a depender cada vez mais da escrita nas práticas cotidianas, não excluíram dessas práticas o uso da modalidade oral. Na realidade, mesmo em contextos mais formais, o que ocorreu foi uma complexa integração onde textos orais e escritos passaram a conviver de uma forma complementar e muitas vezes mista. Finalmente o contexto cibernético não

só permite que a escrita ocupe espaços antes reservados para as interações orais, como também viabiliza a existência de um novo tipo de texto, o hipertexto, que é híbrido na constituição dos fatos lingüísticos, ou seja, incorpora textos escritos e orais e diferentes recursos audio-visuais: fotografia, som e vídeo.

Tais mudanças ocorreram devido a uma série de inovações tecnológicas que foram sendo agregadas, mudando de forma gradativa não só o suporte da escrita como também o perfil lingüístico dessa escrita. Fazendo uma análise retrospectiva dos diferentes estágios de evolução pelos quais passou o suporte da escrita até chegar ao texto eletrônico, Chartier (1997) observa que inicialmente o texto escrito tinha como suporte o rolo, uma longa faixa de papiro ou pergaminho que o leitor precisava segurar com as duas mãos para poder desenrolar. Nesse tipo de suporte, o texto era construído em trechos divididos em colunas que ficavam visíveis à medida em que o rolo era desenrolado no sentido horizontal pelo leitor. A própria natureza do suporte impedia que o leitor pudesse ler e escrever simultaneamente. Essa possibilidade só passa a existir com o códex, um avanço tecnológico em termos de suporte. Não mais uma faixa contínua, o códex caracterizava-se por ser um objeto composto de uma série de folhas dobradas, um certo número de vezes, de modo a formar cadernos. Esses cadernos eram depois montados e costurados uns aos outros e protegidos por uma encadernação, um suporte mais semelhante ao livro que temos hoje. A invenção do códex permitiu que o texto fosse distribuído na superfície da página e localizado através de paginação, numerações, e índices. Na escrita cibernética, voltamos a ter a construção de um texto que se apresenta na tela como uma grande faixa que se expande no sentido vertical, mas cuja construção deixa de ser linear como era no rolo ou na escrita convencional: o hipertexto pressupõe uma expansão em rede. Esse novo tipo de texto incorpora elementos de navegação eletrônica que facilitam a localização de trechos escritos de uma forma muito mais eficiente do que aquela permitida pelo texto no papel. Como bem coloca Chartier, a transição de um tipo de suporte para outro coloca o leitor frente a um objeto novo que não só lhe permite novos tipos de interação e pensamento como também demanda técnicas de escrita e leitura até então inéditas. É interessante ressaltar que essas mudanças estão também atreladas a uma alteração na característica da linguagem escrita privilegiada por esses diferentes suportes.

Illich (1995), discutindo a história do texto, coloca que embora a invenção do alfabeto grego (técnica empregada para representar graficamente os **sons** da fala) tenha sido um grande avanço em relação aos outros sistemas de escritas até então existentes, por muito tempo a decodificação do registro alfabético não pôde ser feita apenas com emprego dos olhos. A ausência de espaçamento entre as palavras tornava praticamente impossível a leitura silenciosa. Na realidade, até o século VII, salvo algumas inscrições monumentais que adotavam a separação entre as palavras, os textos escritos caracterizavam-se por ser uma seqüência ininterrupta de letras. Não havia, portanto, outra forma de leitura que não fosse o treino da leitura em voz alta, na busca de verificar se a seqüência de letras emendadas faziam sentido. Segundo o autor, o espaço entre as palavras foram introduzidos no século VIII como um recurso didático para facilitar a aquisição de vocabulário pelos padres escoceses que tinham dificuldade de aprender latim. A introdução do espaçamento entre as palavras acabou, como um efeito colateral, afetando a prática de cópia dos manuscritos e favorecendo o desenvolvimento da cópia silenciosa. Até ser introduzida a segmentação entre as palavras, a reprodução dos manuscritos exigia que um monge ditasse o texto para vários copistas, ou que cada copista lesse o texto em voz alta e guardasse quantas palavras pudessem ser captadas pela sua memória auditiva para depois anotá-las enquanto ditava-as para si mesmo. O espaçamento entre as palavras tornou possível que a cópia fosse feita palavra por palavra guiada apenas pela inspeção visual. No entanto, apenas essa alteração

no modo de escrever não foi suficiente para tornar o texto visível. Essa nova realidade só passou a existir a partir da convergência de dezenas de técnicas de diferentes origens — árabes, gregas e algumas inéditas — que conferiram ao texto uma forma substancialmente diferente:

Os capítulos podiam receber títulos e serem divididos em subtítulos. O capítulo e o verso podiam ser numerados; as citações podiam ser destacadas se sublinhadas por um traço de tinta de cor diferente; os parágrafos foram introduzidos e ocasionalmente, glossas sumariavam o assunto; as miniaturas tornaram-se menos ornamentais e mais ilustrativas. Graças a esses novos recursos, um sumário e um índice de assuntos em ordem alfabética podiam ser preparados, e referências de uma parte a outra podiam ser feitas dentro dos capítulos. O livro que antes só podia ser lido em sua totalidade, agora podia ser aberto ao acaso: a idéia da consulta adquiriu um novo sentido (Illich, 1995, 44–45).

Esse processo de “visualização do texto” contribuiu para que a escrita se impusesse como uma modalidade distinta com algumas características particulares, inéditas nos textos orais. Ou seja, o texto escrito, que antes era uma mera transcrição do texto oral, passa gradativamente a mudar sua natureza e optar por estruturas e modos de organização mais adequados para esse novo tipo de recepção visual e silenciosa. Essa tendência ganha maior projeção com a invenção da imprensa, em meados de 1450, já que as oficinas tipográficas, ao facilitarem o processo de reprodução de textos, permitiram não só uma maior circulação de textos escritos nas práticas cotidianas, como também uma maior padronização das normas da escrita. No entanto, é importante ressaltar que mesmo o amplo acesso à escrita promovido pela imprensa não implicou em uma total dissociação entre as práticas orais e as letradas, mesmo se consideramos como parâmetro de referência os grupos letrados socialmente privilegiados. Como ilustra Chartier, até muito recentemente, ler em voz alta nos salões, nos cafés, nas sociedades literárias era uma forma de sociabilidade compartilhada muito comum. Marchuschi (1994), discutindo o processo de retextualização, nos mostra como os depoimentos incluídos nos processos jurídicos atuais envolvem uma complexa interação de textos orais e de textos escritos que foram construídos/retextualizados pelo juiz a partir de tais depoimentos. Na realidade, se consideramos o processo jurídico como um todo é possível percebermos uma complexa interação entre os autos do processo que incluem, por um lado, textos escritos e registros de depoimentos transcritos e, por outro lado, práticas orais como a acusação e a defesa durante o júri. Um outro exemplo que também ilustra a composição mista de práticas orais e escritas que caracterizam inúmeras situações cotidianas dos grupos socialmente privilegiados, é a construção do próprio discurso acadêmico. Na situação acadêmica os alunos consultam textos escritos, discutem oralmente na sala de aula os textos lidos e produzem novos textos escritos a partir dessas leituras e discussões orais. Mesmo a aula ministrada pelo professor pode ser considerada uma prática oral ancorada em textos escritos que fundamentam as discussões conduzidas em sala de aula e promovem novas produções escritas nos diferentes modos de avaliação propostos.

Essa construção mista e híbrida de diferentes modalidades de expressão é uma característica também marcante nos usos de linguagem nos meios eletrônicos. Dois exemplos diferentes podem ilustrar como essa nova tecnologia está incorporando e modificando práticas linguísticas já existentes: a interação nas salas de bate papo e a construção do texto eletrônico ou hipertexto. Como apontado acima, no primeiro caso observamos o uso em situações de diálogo em tempo real, até bem recentemente um tipo de interação apontado como o protótipo da modalidade oral. No segundo caso, observamos

a construção de um novo tipo de texto que não só explora e expande os recursos expressivos desenvolvidos pela escrita, como também mescla de uma forma inovadora diferentes tipos de texto e linguagem.

A mescla de linguagens constitutiva do hipertexto

Para discutirmos as questões relativas à construção de hipertextos em rede, é importante salientar que o termo “hipertexto” tem sido utilizado na literatura para referir-se a diferentes tipos de texto, como bem indica a categorização proposta por Snyder (1996). Segundo a autora é possível detectarmos quatro tipos principais de hipertextos:

hypercards — cartões eletrônicos que agregam diferentes linguagens (escrita, áudio e vídeo) e se apresentam como um texto isolado.

CD-ROMS — que apresentam um certo número de textos relacionados através de *links* eletrônicos e que permitem apenas leitura.

hipertextos exploratórios — sistemas de distribuição de hipertextos como a WWW dentro dos quais uma vasta gama de textos e outros dados podem ser acessados simultaneamente por muitos usuários.

hipertextos abertos — que permitem aos usuários adicionarem textos ou novos *links* aos textos disponíveis em rede, possibilitando que esses assumam simultaneamente os papéis de leitor e produtor.

Esses diferentes tipos de hipertextos, na realidade, expandem possibilidades já exploradas pela escrita convencional, além de integrar em um único canal outros tipos de linguagem que coexistem na sociedade industrial moderna. Uma análise superficial já é suficiente para percebermos que, no sentido mais amplo, o texto escrito, principalmente o acadêmico, é estruturado como um hipertexto. Ou seja, o texto base faz referência a outros textos ou incorpora notas que acrescentam comentários feitos por outros autores. O avanço tecnológico não muda essa estrutura básica, apenas permite que o acesso a essas referências ou sub-textos seja feito de forma simplificada e agilizada. Isso permite que a remissão a textos dentro de um hipertexto ocorra de forma ilimitada, ou seja, um texto pode remeter a outro texto em um processo em rede que pode ser infindo.

A possibilidade e agilidade de acesso aos diferentes *links* favorece a construção de textos bases mais reduzidos. É possível que essa redução seja também motivada pelo *stress* visual causado pela tela do computador. Dadas essas condições o texto eletrônico não se constrói mais de uma forma linear e seqüencial, como o texto impresso, mas sim de uma forma multi-linear e multi-seqüencial. Retomando as colocações de Chartier, mencionadas anteriormente, esse novo objeto textual abre espaço para tipos novos de interação que demandam técnicas inéditas de produção e leitura. Ou seja, o espaço de interação criado a partir de cada tecnologia de escrita encoraja e permite certos tipos de pensamento e desencoraja outros (Snyder, 1996). Isso talvez fique mais evidente se considerarmos que na leitura do texto impresso, o leitor tem acesso a um todo, o qual pode ou não ser acessado de uma forma fragmentada. No hipertexto esse leitor tem ao seu dispor não mais um todo fechado, mas sim possíveis caminhos de navegação entre múltiplos textos. Considerando a produção textual, a escrita impressa pressupõe um produto que foi revisto, editado e amplamente trabalhado antes da cópia final que foi impressa. Essa característica não tipifica o hipertexto aberto. Nesse tipo específico

de hipertexto a escritas é vista não mais como um produto, mas sim como um processo de construção dinâmico, uma característica até bem recentemente atribuída a produção da fala.

Considerando as características desse novo tipo de texto, os estudos recentes indicam que o hipertexto estimula o pensamento telegráfico, maleável, não linear e cooperativo. Ou seja, a diminuição da distância entre o autor e o leitor viabilizada pelo espaço cibernético demanda uma nova compreensão da autoridade textual. Mais especificamente, há um deslocamento da singularidade, consistência e fechamento e o eixo central passa a ser a multiplicidade e a comunidade (Snyder, 1996). Do ponto de vista lingüístico, a escrita no eletrônica traz para o primeiro plano a relação entre a fala e a escrita. É inviável considerarmos dicotomias rígidas entre essas duas modalidades, uma vez que o hipertexto se constrói de uma forma híbrida, incorporando não só essas modalidades, mas também as outras linguagens que os avanços tecnológicos colocaram a nossa disposição.

3.1.2 Metodologia

A escolha de métodos e conteúdos guarda nítida relação com a prévia definição dos objetivos a serem atingidos pela proposta do curso. Estes, por sua vez, devem transcender aos aspectos específicos e incluir uma preocupação com os chamados por Giroux como “objetivos sociais ou macro objetivos”. Recupera-se, desta forma, a dimensão ética do ensino e emancipatória da educação.

A avaliação da aprendizagem deve ser concebida em função dos objetivos traçados e desta forma, a seleção de conteúdos e procedimentos metodológicos passa a ter sentido claro, uma vez que expressam opções não apenas de natureza técnica, incorporando interesses políticos nem sempre explicitados.

Como se depreende, a organização do trabalho pedagógico é ato carregado de intencionalidade e portanto, impossível de ser concretizado de forma neutra. Assim, a instituição de ambientes colaborativos de aprendizagem deve estar aberta a inovações metodológicas que favoreçam o exercício da reflexão, que promovam a necessidade de busca ativa e compartilhada de saberes, reconhecendo o caráter social da produção do conhecimento. Planejar as atividades de ensino implicam o bom uso da tecnologia para promover o diálogo fecundo com argumentos múltiplos, única possibilidade para enfrentar a complexidade da sociedade. Uma vez mais é mister aceitar que a mediação pedagógica realizada pelo professor que já está em processo de ruptura epistemológica é de fato a grande revolução necessária para o uso ético e emancipatório da tecnologia, colocando-a a serviço de um processo de formação humano e que alargue a capacidade de interpretação e intervenção na realidade, sem a qual o conhecimento tem sua utilidade social reduzida.

3.1.3 Interatividade

O termo **interatividade** resume, de certa forma, tudo o que de diferente é atribuído às novas tecnologias da informação e da comunicação por diferentes autores em função das suas posições teóricas. Na tentativa talvez de justificar o valor heurístico desse termo, vários autores discutem a existência ou não de diferenças semânticas e técnicas entre os termos **interatividade** e **interação**. Sem negar as razões plausíveis que os autores podem ter para fazer essa discussão, talvez maiores que as próprias implicações práticas, pode ser que ela não seja tão fundamental pois, afinal de contas, o valor do termo depende da sua capacidade de sintetizar (uma das funções dos conceitos) as qualidades atribuídas aos novos meios de comunicação, algumas das quais são também reconhecidas

como qualidades de outros meios menos novos. Sem especificar essas qualidades corre-se o risco de usar o mesmo termo para designar coisas diferentes a partir de posições teóricas diferentes.

Se a interação define, entre outras coisas, a existência de reciprocidade das ações de vários agentes físicos ou biológicos (dentre estes os humanos), a **interatividade** traduz, mais particularmente, uma **qualidade técnica** das chamadas máquinas “inteligentes”; qualidade técnica que investe essas máquinas de um conjunto de propriedades específicas de natureza dinâmica, pois elas se alteram com a própria evolução técnica. No seu livro “Cibercultura”, Pierre Lévy (1997) aborda a **interatividade** como um problema, justificando isso porque o termo é usado muitas vezes a torto e a direito sem saber de que se trata. Isso só comprovaria o que já sabemos há muito tempo: ou que as pessoas dissociam, muitas vezes, a palavra (**signo**) da coisa ou que usam a mesma palavra para significar aspectos diferentes que não são devidamente explicitados. O problema não está no uso do mesmo termo, mas em não explicitar o que se entende por ele.

Utilizando um quadro de dupla entrada (relação com a mensagem/dispositivo de comunicação), Pierre Lévy fala de diferentes tipos de interatividade que vão, respectivamente, da **mensagem linear** — através de dispositivos que variam desde a imprensa, rádio, TV e cinema até as conferências eletrônicas — até a **mensagem participativa** — através de dispositivos que variam dos videogames com um só participante até a comunicação em mundos virtuais envolvendo negociações contínuas. Sem considerar que o autor resolveu totalmente o problema, fica claro, porém, que o que caracteriza a **interatividade** é a possibilidade — crescente com a evolução dos dispositivos técnicos — de transformar os envolvidos na comunicação, ao mesmo tempo, em **emissores e receptores** da mensagem. Em outros termos, muda o conceito de comunicação. Se essa mudança é devida, em parte, à evolução técnica que possibilita cada vez mais a participação dos agentes, o direcionamento da evolução técnica tem também a ver com os novos conceitos de comunicação e de agente da comunicação. Ao tornar possível o que antes era só desejável — refirimo-nos, exclusivamente, à relação, no conceito clássico da comunicação, entre o canal ou veículo de transmissão e a mensagem — a tecnologia viabilizava um outro conceito de comunicação; mas não seria totalmente correto afirmar que essa mudança foi produzida, unicamente ou fundamentalmente, pela evolução tecnológica, uma vez que, mesmo usando os “novíssimos” avanços tecnológicos, ainda existem cientistas que trabalham com o antigo conceito de comunicação.

Pode-se dizer então que a grande contribuição das novas tecnologias de informática e comunicação é que, ao mesmo tempo que elas rompem as barreiras espaço-temporais possibilitando a comunicação à distância e em tempo real de múltiplos sujeitos geograficamente dispersos, fornecem estruturas técnicas para a comunicação e o acesso à informação em rede. A possibilidade de trabalho em rede, tanto como estrutura de acesso e tratamento da informação quanto como estrutura de intercâmbio e de atividade colaborativa, constitui, sem dúvida alguma, a grande qualidade dessas tecnologias. Se as estruturas em rede, de complexidades variadas, é o fato novo das tecnologias de informática, a atividade em rede é algo tão antigo quanto o homem, apenas cerceado pelas condições espaço-temporais e pelas limitações dos dispositivos técnicos disponíveis, os quais no último século evoluíram e continuam evoluindo de forma fantástica. As estruturas técnicas de rede permitem implementar formas novas e mais complexas de interação social, fazendo emergir a possibilidade da troca imediata no ciberespaço. Dessa forma, os indivíduos tornam-se, ao mesmo tempo, receptores e emissores, produtores e consumidores de mensagens. A comunicação deixa, definitivamente, de ser linear e de mão única, para tornar-se poliglota, polissêmica e policêntrica.

Embora as novas tecnologias de informática não tenham surgido com preocupações educativas,

o impacto econômico e social que elas vêm provocando acabou associando-as à educação por duas vias: pela revolução que a informatização da produção industrial provocou no mercado de trabalho, desencadeando novas qualidades e competências dos empregados, e, como consequência, pela importância que a educação passou a ter na nova sociedade da informatização. Isso abriu caminho ao grande debate a respeito das relações entre novas tecnologias e educação, debate que se depara, desde o seu início, com posturas divergentes em relação ao papel dessas tecnologias no campo da educação. Uma coisa parece ficar cada vez mais claro: a tecnologia em si não basta, assim como a educação já não pode ser pensada sem levar em conta o impacto tecnológico.

O processo educacional, presencial ou mediado por essas novas tecnologias, passa a adquirir dimensões que, se não são totalmente novas podem agora ser profundamente inovadoras. As relações educativas tornam-se pluridirecionadas e dinâmicas, possibilitando a todos os interessados interagir no próprio processo, rompendo com velhos modelos pedagógicos que só conhecem a comunicação unilateral que privilegia o emissor, ou seja, o professor onisciente e onipotente desconsiderando as peculiaridades do receptor, ou seja, do aluno. O velho receptor deixa de ser aquele que deve apenas aceitar ou não a mensagem proposta pelo professor para tornar-se sujeito da própria educação numa **comunidade educacional interativa**.

Remetemos o leitor ao texto de Pino (2000).

3.1.4 Avaliação

Reconhecida a inegável contribuição da tecnologia para otimizar os resultados da aprendizagem, cabe lembrar que esta não pode prescindir de uma reflexão rigorosa acerca das concepções de educação, homem, mundo que estão subjacentes. Assim, os educadores, ao incorporarem às suas práticas docentes os recursos tecnológicos, devem não perder de vista a questão de qualidade formal e política apontada por Demo. Recupera-se desta forma a sensibilidade do educador para processar uma leitura mais crítica dos recursos de modo a não convertê-los em um fim em si mesmo, manejados de modo asséptico. O uso da máquina sempre estará condicionado às claras opções (às vezes indesculpáveis omissões) do Homem. Defendemos que paralelamente ao célere avanço tecnocientífico, deve ocorrer uma revitalização das concepções educacionais, permitindo o bom uso da tecnologia em favor de um projeto de educação mais emancipador e ético. Deriva daí a necessidade de distinguir o “novo” e a “novidade” nos processos de ensino que buscam apoio na tecnologia para ensinar aquilo que merece ser ensinado, despertando desta forma a criticidade dos professores na escolha de seu instrumental pedagógico. A verdadeira inovação portanto deve superar os limites já sobejamente denunciados na educação presencial orientada pela tendência tradicional.

Isto posto, destacamos que um dos maiores desafios é articular as inúmeras vantagens criadas pela revolução tecnológica e (re)criar metodologias de ensino e de avaliação que efetivamente contenham alguma possibilidade de mudança qualitativa.

Um ambiente colaborativo de aprendizagem exige uma avaliação colaborativa, que se desenvolva concomitantemente ao processo de ensino e aprendizagem, iluminando os avanços alcançados e estimulando o preenchimento das lacunas ainda existentes que deverão ser tomadas tanto pelos alunos como pelo professor como indicativos para novas intervenções ainda na situação de aprendizagem (regulação interativa).

Entendemos a avaliação como processo dinamizador da aprendizagem. Com isso, a aprendizagem passa a ser assistida pela avaliação, negando-se a concepção de avaliação que se circunscreve à mera medida de desempenho obtida ao fim do processo.

A avaliação pode e deve ser educativa, reintegradora dos estudantes no processo de aprender. Para tal deve considerar aspectos qualitativos do desempenho dos alunos e estimular sua produção e autonomia intelectuais. O papel do professor deve ser ativo, mediatizando a aproximação que os alunos fazem em relação ao conhecimento já produzido e a produzir. Defende-se uma avaliação centrada mais na pedagogia das perguntas do que na pedagogia das respostas, que são cerceadoras do pensamento criativo e crítico. Há que se considerar que o uso de tecnologias modernas não pode conviver com recursos pedagógicos já superados e que desaceleram o surgimento de potencialidades cognitivas nos estudantes mais contemporâneas. Assim, o uso de recursos tecnológicos está a exigir práticas avaliativas igualmente modernas, que saibam explorar positivamente as diferenças existentes no conjunto dos alunos, ao invés de buscar obsessivamente padronizar condutas e respostas prontas.

Reconhecendo que o processo de construção e produção do conhecimento é social, a tecnologia pode ensinar espaços de trabalho coletivo, num esforço de aprender a vivenciar a chamada “comunidade de aprendizagem”, quando o encontro com os argumentos do(s) outro(s) enriquecem e estimulam a pensar questões antigas sob novos ângulos.

A complexidade dos problemas contemporâneos exige, para transformar informações em conhecimentos e competências, a capacidade da interlocução em tempo real e/ou virtual; nos espaços síncronos e assíncronos; do indivíduo com o grupo, em busca da verdade com toda a provisoriade que a caracteriza. Exige ainda que a avaliação seja finalmente incorporada ao processo de ensino e a tecnologia pode ser recurso decisivo e incluyente dos alunos, desde que manejada por educadores conscientes da centralidade da avaliação nos processos de inovação educacional.

Como recursos de avaliação, uma vez explicitadas as novas bases conceituais que deverão nortear o Projeto SAPIENS, podemos citar, entre outros:

- O uso de análises de situações-problema, previamente elaboradas pelo professor, com destaque aos pontos chave que poderão instigar e/ou orientar busca ativa de novas informações tanto na rede como em interlocução direta ou virtual com pesquisadores da área, colegas de curso, e outros;
- Leitura crítica do material disponibilizado no “repositório”, com espaço e estímulo à formulação de perguntas, que circularão entre os alunos cadastrados no grupo de aprendizagem colaborativa (forum de discussões, lista de discussão);
- Elaboração de texto próprio, enriquecido pelo grupo. Trabalho coletivo que sintetiza os principais conhecimentos apropriados e submetidos ao grupo periodicamente para novas provocações reflexivas, por meio do hirpetexto;
- Evitar questões que explorem habilidades cognitivas de baixa complexidade: tipo V ou F; preenchimento de lacunas, teste de respostas curtas pautadas na memorização. Avançar na construção de recursos avaliativos que valorizem a compreensão e aplicação de conceitos que estimulem a capacidade de análise e síntese, mais condizentes com o perfil do estudante universitário que se deseja para enfrentar o mundo do trabalho competitivo e que aspira por profissionais aptos a tomar decisões, terem flexibilidade e pensamento criativo;
- Estimular situações de avaliação que privilegiem o exercício da capacidade argumentativa dos alunos, evitando penalizar o pensamento divergente;

- Incluir na formulação das situações questões que envolvam a consideração de aspectos éticos em geral, rompendo com a lógica da racionalidade técnica que empobrece o aprendizado e que gera efeitos educativos questionáveis.

Independentemente dessas e outras tantas situações a serem criadas, é necessário definir a cada módulo um conjunto de condições mínimas necessárias a serem conquistadas para avançar no programa. Essas condições devem ser previamente explicitadas no programa do curso para que os alunos tenham ciência prévia dessas condições. O professor deve interferir precocemente corrigindo eventuais rotas de fracasso. Para tal, parece importante a associação de situações síncronas e assíncronas para que a interatividade comunicacional possa exercer efeito positivo no processo.

O desenvolvimento de ferramentas que propiciem o registro acumulado das atividades do aluno é desejável, propiciando um acompanhamento sistemático. No entanto, tal acompanhamento não deve ser realizado numa perspectiva controladora, e neste sentido a explicitação do referencial teórico da avaliação que sustenta a interpretação dos resultados de aprendizagem faz nítida diferença. Como se depreende, praticar a avaliação em ambiente colaborativo de aprendizagem requer uma certa capacidade de desaprender, desconstruir uma cultura avaliativa centrada na ética da individualidade, na lógica do produto e viciada na visão dogmática da verdade e na vergonha do erro.

3.2 Atividades no ambiente colaborativo

Na Seção 3.1 são apresentadas as bases genéricas que, segundo os membros do Projeto SAPIENS, devem permear a construção de um ambiente colaborativo de aprendizagem. Nesta seção, essas bases são exploradas no sentido de direcionar a construção de um ambiente em consonância com as experiências descritas na Seção 2.1.

Inicialmente consideram-se as atividades executadas no contexto do suporte institucional. Algumas dessas atividades são consideradas preliminares, ocorrendo antes da efetiva utilização do ambiente pelos seus protagonistas. Pelo conjunto de atividades apresentadas na Seção 3.1 e pelas experiências descritas nas Seções 2.1.3 e 2.1.4, a primeira atividade de preparação do ambiente seria o cadastro do curso e do grupo de professores/autores responsáveis pelo curso.

Como antes desse cadastro ser feito o professor/autor é desconhecido pelo ambiente, torna-se necessário criar um outro protagonista — o **administrador** — que é reconhecido pelo ambiente desde sua implantação e tem a atribuição de manter o cadastro de cursos e protagonistas habilitados ao uso do ambiente (Figura 3.1).

O administrador, no processo de cadastramento do professor/autor de um curso, faz uso das funcionalidades para “cadastrar usuário”. Nessa descrição do ambiente, um usuário pode ser tanto um professor/autor como um aluno. Genericamente, um usuário pode ter acesso ao ambiente (*login*), determinar a formação de grupos e interagir com outros usuários (Figura 3.2).

A interação com outros usuários pode fazer uso das diversas ferramentas de comunicação mediada por computador, tanto síncronas como assíncronas. Colocando no mesmo nível de comunicação o aluno e o professor/autor, enfatiza-se a construção de relações educativas dinâmicas e pluridirecionadas, como colocado na Seção 3.1.3.

Uma vez que um curso esteja cadastrado, os candidatos a alunos devem fazer o seu cadastro manifestando o interesse pelo curso. No caso da disciplina descrita na Seção 2.1.4, esse cadastramento era realizado através da Comissão de Pós-Graduação da FEEC, onde o candidato deveria preencher

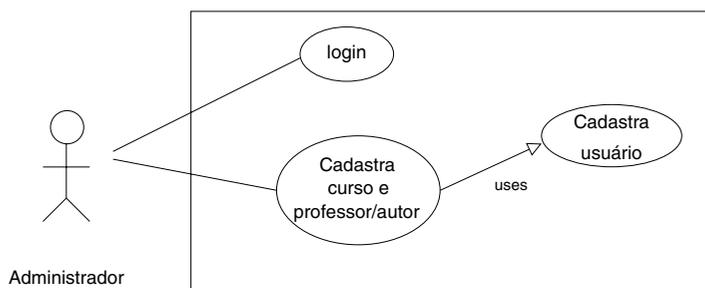


Figura 3.1: Visão do ambiente pela óptica do administrador.

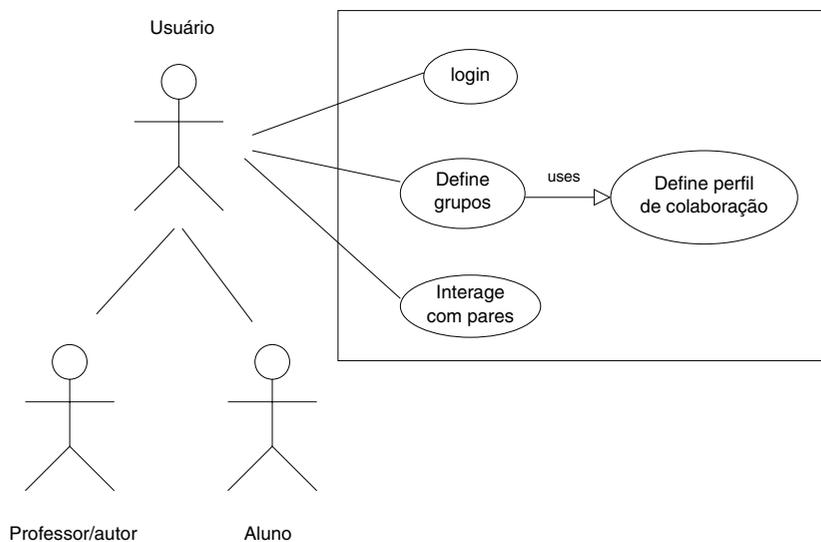


Figura 3.2: Visão do ambiente pela óptica de um usuário.

uma ficha e deixar uma declaração por escrito sobre a justificativa para a solicitação da vaga, descrevendo o porquê julgava importante a disciplina em sua área de atuação. Esse mesmo tipo de atividade seria desempenhado pelo candidato a aluno através do ambiente colaborativo (Figura 3.3).

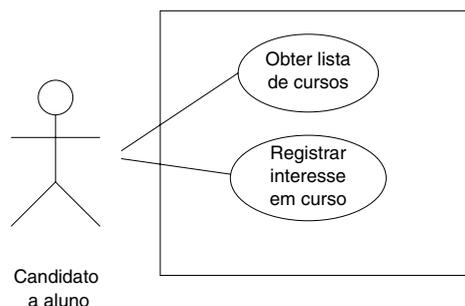


Figura 3.3: Visão do ambiente pela ótica do candidato a aluno.

No seu primeiro cadastramento, o candidato a aluno deverá oferecer informações que permitirão criar sua “identidade digital”, que poderá ser utilizada para descrever as restrições e preferências. Parte dessas informações tem caráter pessoal, enquanto que uma parte pública poderá ser utilizada para que outros participantes o conheçam. Essas informações são também utilizadas na formação dos grupos de trabalho. Nas próximas ocasiões em que o candidato desejar fazer novamente cursos através do ambiente, parte dessa informação já estará armazenada.

Antes do início efetivo do curso, os professores/autores devem realizar duas tarefas preliminares: a seleção dos alunos que farão o curso e a efetiva implantação do curso no ambiente (Figura 3.4). Esta implantação dá-se através da definição das tarefas que deverão ser realizadas pelos grupos e da organização dos textos de apoio e referências externas. O cadastro de auxiliares didáticos também pode ser realizado pelo professor/autor antes do início do curso.

O papel do professor/autor não está restrito à implantação do curso. Como um usuário (Figura 3.2), ele atua durante o curso na definição de grupos e na interação com outros usuários. Além disso, ele deve estar continuamente avaliando o curso e seus protagonistas, usando a informação disponibilizada sobre o uso do ambiente e seguindo os princípios estabelecidos na Seção 3.1.4.

Sob o ponto de vista do aluno, sua efetiva participação no ambiente tem início com a obtenção de quais tarefas estão atribuídas a ele, enquanto membro de um grupo ao qual a tarefa foi designada (Figura 3.5). No caso das experiências descritas nas Seções 2.1.3 e 2.1.4, a tarefa selecionada foi a construção de um hiperdocumento que abordava uma situação-problema previamente elaborada pelo professor/autor.

A execução, pelo aluno, da tarefa designada têm início com a obtenção de um texto inicial de apoio, que apresenta os conhecimentos fundamentais para permitir a conclusão da tarefa. Esse texto deverá, em um primeiro momento, ser objeto de leitura crítica e individual pelo aluno, quando ocorrem as reflexões pessoais relativas ao conteúdo presente no texto. Essas reflexões, por sua vez, deverão motivar a busca a informações complementares, seja através das referências disponibilizadas pelo professor/autor (bibliografia adicional, *links*, glossários, dicionários), seja através de buscas realizadas individualmente.

Ainda considerando as experiências descritas, no ambiente colaborativo esse momento individual é sucedido pela experiência interativa no âmbito do grupo ao qual o aluno foi designado. Nessa

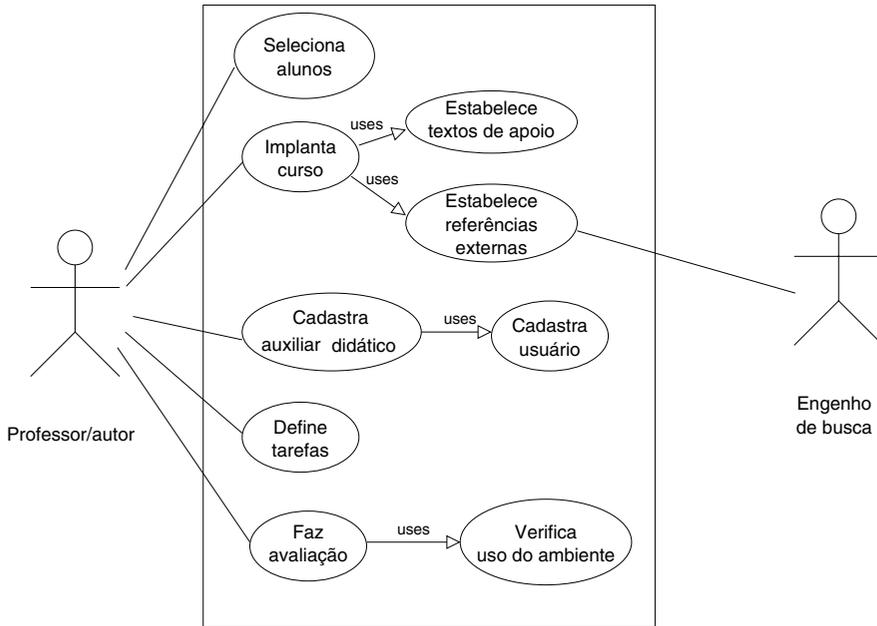


Figura 3.4: Visão do ambiente pela óptica do professor/autor.

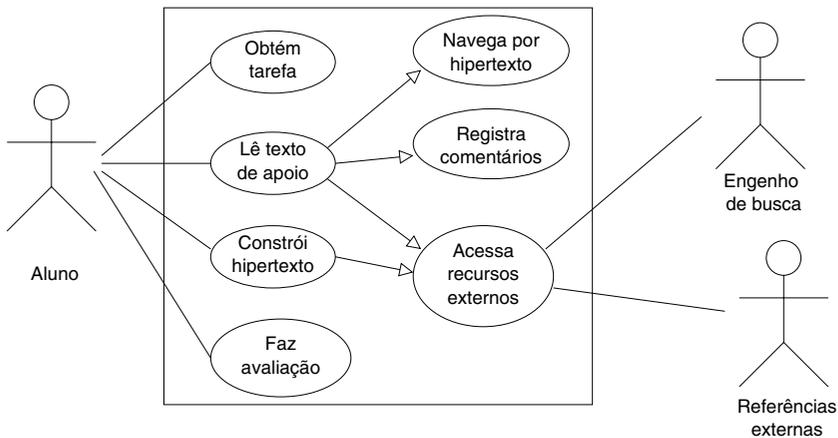


Figura 3.5: Visão do ambiente pela óptica do aluno

atividade o aluno tem a oportunidade de defender seus argumentos, expor suas dúvidas e colocações relativas à execução da tarefa, interagindo não apenas com os demais membros de seu grupo (intra-grupo) mas eventualmente com grupos trabalhando em outros temas (inter-grupos). Desses debates são extraídas as diretrizes do grupo para a execução da tarefa designada ao grupo.

A atividade seguinte é a produção conjunta do documento que sintetize e sistematize as reflexões e idéias colhidas no estudo realizado nas atividades anteriores. As informações contidas no documento (nas duas experiências citadas, um hipertexto) produzido por um grupo particular deverão estar embasadas na bibliografia consultada, tanto aquela previamente disponibilizada como aquela complementada através de buscas efetuadas pelos próprios alunos.

Uma vez concluída a construção do documento e efetivada sua publicação, tornando-o acessível aos alunos de outros grupos, o próprio documento gerado passa a ser alvo da leitura crítica por parte dos protagonistas do curso. Nesse momento, o objetivo é que a leitura dos documentos produzidos pelos demais grupos levem a uma reflexão sobre as possíveis relações entre as temáticas abordadas.

A atividade que é desenvolvida após essa publicação dos documentos gerados pelos grupos difere ligeiramente entre as duas experiências citadas. Nos procedimentos apresentados na Seção 2.1.3, os alunos são reorganizados em novos grupos, que trabalham em uma nova tarefa — a produção de um plano didático. Já na experiência descrita na Seção 2.1.4, é o mesmo grupo que trabalha na revisão do documento produzido, buscando enfatizar o relacionamento com os resultados produzidos pelos outros grupos.

A atividade final nas duas experiências é a de avaliação, que é realizada pelos próprios pares e pela equipe responsável pelo curso. Essa avaliação refere-se não apenas aos alunos, individualmente, mas também ao próprio ambiente e ao processo de ensino adotado.

3.3 Ferramentas do ambiente colaborativo

Sob o ponto de vista computacional, um ambiente é construído pela integração de um conjunto de ferramentas. Estas deverão, por sua vez, apoiar a execução das diversas tarefas que, conjuntamente, definem as atividades suportadas através do ambiente colaborativo.

As atividades administrativas, associadas ao suporte institucional — notadamente o cadastramento de usuários e de cursos — estão presentes em diversos resultados apresentados na Seção 2.2. O ambiente CALM (Seção 2.2.1) mantém em seu servidor a base de usuários, usando-a para diferenciar os aprendizes dos autores, cujas interfaces são diferenciadas. O sistema Atena (Seção 2.2.9) também oferece ferramentas para acompanhar a proposta de um curso e divulgá-lo, além de oferecer funcionalidades para o registro e acompanhamento de alunos, professores e outros usuários.

As atividades didáticas preliminares no ambiente colaborativo descrito na Seção 3.2 referem-se principalmente à “autoria” — não necessariamente de um trabalho original, mas a organização do material didático de apoio. O conjunto de ferramentas que pode ser integrado ao ambiente para dar apoio a essa atividade são descritos nas Seções 2.2.4 (a integração de ferramentas externas ao ambiente, tais como editores e simuladores) e 2.2.5 (a descrição da estrutura de documentos contemplando os atributos de interesse didático). Observemos que, embora não colocado explicitamente como um requisito do ambiente, a facilidade que a tecnologia oferece para a manutenção de versões dos conteúdos e documentos gerados, conforme descrito na Seção 2.2.3, abre novas possibilidades no desenvolvimento das tarefas e em sua avaliação.

Deve ser observado que a ferramenta de autoria de questionários, descrita na Seção 2.2.6, não

apóia diretamente as atividades do ambiente colaborativo como descrito acima. Porém, com a elaboração criteriosa de questões que valorizem a compreensão e a aplicação de conceitos estudados, pode fazer parte do ambiente quando se considera que, para as atividades individuais realizadas através do mesmo ambiente, uma abordagem auto-instrucional (como descrita para o *Read in Web* Seção 2.1.1) pode ser utilizada.

No que se refere à formação de grupos, uma ferramenta mínima deveria permitir que o usuário definisse o grupo a partir dos nomes dos participantes. No entanto, uma ferramenta como a descrita na Seção 2.2.11 poderia ser utilizada para identificar os potenciais parceiros que iriam trabalhar juntos. Pela descrição das experiências pedagógicas de caráter colaborativo, o “perfil do grupo” é definido pelos professores/autores, que pode assim optar entre formações de grupos que valorizem ou a diversidade dos participantes ou a uniformidade de interesses. No entanto, como descrito naquela seção, o mesmo mecanismo poderia apoiar a formação de grupos pelos alunos, eventualmente encontrando parceiros de colaboração em outros cursos oferecidos através do ambiente.

Uma vez definidos os grupos de trabalhos, a equipe de instrutores determina a seqüência de atividades que serão desenvolvidas e os prazos associados para sua realização. Uma ferramenta que suporte mecanismos de coordenação, como descritos na Seção 2.2.12, permitiria definir esse *workflow* das atividades para o curso. Observemos que esse mesmo tipo de mecanismo pode ser usado para descrever a própria seqüência de execução de um curso como um conjunto de tarefas, algumas que devem ser realizadas após outras (não é possível obter a tarefa se as tarefas ainda não foram designadas aos grupos) enquanto outras podem ocorrer de forma relativamente independente (antes do início do curso, o professor/autor pode selecionar alunos ou trabalhar na implantação do curso em qualquer ordem).

Como descrito acima, a atividade pedagógica inicial é a leitura de um texto de apoio. Se o texto de apoio for um hipertexto disponibilizado de forma eletrônica, o ambiente pode apoiar essa atividade através de um *browser* “enriquecido” com um mecanismo de anotações, como o descrito na Seção 2.2.2. Dessa forma, o aluno pode manter um registro de suas dúvidas, comentários e reflexões contextualizadas pelo próprio hipertexto de apoio. A integração a mecanismos de busca e a repositórios de material relevante também pode apoiar a atividade individual dentro do ambiente colaborativo.

Na interação com membros do grupo, uma possível ferramenta é a extensão do mecanismo de anotações para ambientes colaborativos, que permite classificar cada registro de anotação em uma de três categorias: pessoal, para o grupo ou pública. Ferramentas tradicionais de comunicação mediada por computador, como o correio eletrônico, os fóruns de discussão e *chats* devem naturalmente ser integradas ao ambiente, assim como o poderiam ser ferramentas para áudio e vídeo-conferências.

Na construção do documento em grupo, as mesmas ferramentas de autoria e de comunicação usadas anteriormente seriam aqui disponibilizadas. Mais uma vez, é interessante integrar ferramentas externas ao ambiente (editores colaborativos) e ter a manutenção de versões conforme o documento vai sendo construído. As anotações de grupo podem ser mais uma vez utilizadas para manter os comentários dos participantes contextualizados à versão do documento em trabalho. Ferramentas de votação podem ser integradas para dar apoio às tomadas de decisões não consensuais.

A avaliação ao final do curso pode ser apoiada através do registro das diversas atividades realizadas através do ambiente. Nesse sentido, uma extensão da ferramenta apresentada na Seção 2.2.10 — que não se restringisse apenas ao registro de acesso ao servidor Web mas que acompanhasse todas as atividades — seria um precioso aliado dos professores/autores, que poderiam avaliar que ferramentas

do ambiente são efetivas dentro da proposta colocada. Conforme estudos preliminares relacionados a essa experiência, essa avaliação deverá ser apoiada por técnicas de exploração de dados (*data mining*), considerando o volume de informação que pode ser obtido através desse registro de atividades.

Capítulo 4

Conclusões

A proposta do Projeto SAPIENS¹ apresentava, no formato original do Projeto, em sua Parte VIII — Cronograma de Execução do Projeto, um conjunto de 20 tarefas a serem desenvolvidas no prazo de 36 meses.

Essas vinte tarefas pretendiam, se resumidas em grandes blocos, alcançar os seguintes objetivos:

- propor, a partir de um estudo de atividades correlatas e de experimentações sob as ópticas pedagógica e computacional, um arcabouço para Sistemas de Aprendizagem apoiados em ferramentas computacionais.
- considerar, através desse arcabouço, pelo menos os seguintes aspectos:
 - a modelagem dos aspectos pedagógicos e computacionais;
 - a construção de sistemas instrucionais individuais; e
 - a construção de ambientes instrucionais colaborativos.
- desenvolver ambientes de testes que englobassem, em um único ambiente, testes de caráter pedagógico e computacionais.

Adicionalmente um aspecto subliminar mas importantíssimo era o desenvolvimento de um grupo multidisciplinar, envolvendo pesquisadores das vertentes computacionais e pedagógicas, que constrísse uma forma e uma linguagem de trabalho cooperativa.

De todos os aspectos previstos, o terceiro acima não pode ser desenvolvido em sua plenitude por questões de prazo (com a redução da duração do projeto para 24 meses), já que as ferramentas computacionais desenvolvidas ainda não permitem um teste adequado dos protótipos em implementação; acreditamos que isso será possível ao longo do ano de 2001.

Abordando o aspecto pedagógico, baseados nos resultados das atividades narradas na Seção 2.1 e das contribuições da seção inicial do Capítulo 3, a Seção 3.2 propõe uma organização e uma arquitetura conceitual para um ambiente como o de interesse. É importante salientar que não existe nem modelo nem metodologia única para ambientes de aprendizagem apoiados em recursos computacionais, como aliás é evidente ao tratar-se as inúmeras linhas e metodologias pedagógicas existentes. A

¹Ver <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/Reports/sumsap.pdf> ou documento correspondente no CD-ROM.

Seção 3.2 define um modelo e uma linha de ação que emergiram de nossos estudos e serão contempladas em nossas próximas atividades, enquanto implementação de ambientes.

Sob a óptica computacional, as ferramentas desenvolvidas no protótipo CALM acrescidas daquelas apresentadas na Seção 2.2 são o ponto de partida para a implementação do ambiente alvo. Dando continuidade ao enfoque introduzido pelos protótipos CALM e Atena, apoio a colaboração e autoria, tratamento de aspectos administrativos de cursos, modelagem de ambientes, coordenação de tarefas, utilização de agentes são os elementos que possibilitarão apoiar as diretrizes definidas na Seção 3.2.

Como avaliação final, o Projeto SAPIENS permitiu-nos avançar muito na direção da definição de um arcabouço de métodos e ferramentas que possibilitem agregar o uso de computadores à Aprendizagem de forma harmoniosa e positiva.

Resultados Acadêmicos e Publicações relacionados ao SAPIENS

No âmbito do Projeto SAPIENS participaram seis alunos de doutorado, cinco de mestrado e quatro alunos de iniciação científica. A Tabela 4.1 apresenta o trabalho de doutorado concluído no período do projeto. As Tabelas 4.2 e 4.3 apresentam respectivamente os trabalhos de doutorado e de mestrado ainda em andamento. Finalmente, a Tabela 4.4 lista as iniciações científicas concluídas no período do projeto.

Nome	Unidade	Tema de tese	Publicações
A. B. Raposo	FEEC	Coordenação em ambientes colaborativos	Adriano <i>et al.</i> (1999b), Adriano <i>et al.</i> (2000b), Raposo (2000), Raposo <i>et al.</i> (2000a), Raposo <i>et al.</i> (2000b), Raposo <i>et al.</i> (2000c), Raposo <i>et al.</i> (2000d), Raposo <i>et al.</i> (2001)

Tabela 4.1: Doutorados concluídos.

Em consequência das atividades desenvolvidas por esses participantes do Projeto SAPIENS, nos anos de 1999 e 2000 foram publicados 17 trabalhos, sendo dois artigos em revistas internacionais (Olguín *et al.*, 2000b; Raposo *et al.*, 2000d), cinco artigos completos em congressos internacionais (Adriano *et al.*, 1999a, 2000b; Barbosa *et al.*, 2000a; Leiva *et al.*, 2000; Raposo *et al.*, 2000a), um artigo curto em congresso internacional (Adriano *et al.*, 2000a), um artigo completo em congresso ibero-americano (Olguín *et al.*, 2000c), quatro artigos completos em conferências nacionais (Barbosa *et al.*, 2000b; Olguín *et al.*, 2000a; Raposo *et al.*, 2000c; Tobar & Charnet, 2000), dois artigos curtos em conferências nacionais (Adriano *et al.*, 1999b; Raposo *et al.*, 2000b) e dois resumos em congressos de iniciação científica (Botero & Ricarte, 2000; Oliveros & Ricarte, 1999).

Adicionalmente, houve a colaboração (ver Apêndice A) de colegas da FEEC e alunos de mestrado e doutorado atuando nos três grupos participantes do SAPIENS.

Nome	Unidade	Tema de tese	Publicações
A. L. N. Delgado	FEEC	Agentes móveis	Adriano <i>et al.</i> (1999a), Olguín <i>et al.</i> (2000a), Olguín <i>et al.</i> (2000b), Olguín <i>et al.</i> (2000c)
C. J. M. Olguin	FEEC	Adaptação em ambientes co- laborativos	Olguín <i>et al.</i> (2000a), Olguín <i>et al.</i> (2000b), Olguín <i>et al.</i> (2000c)
E. F. Barbosa	ICMC	Ambientes para ensino de teste de software	Barbosa <i>et al.</i> (2000a), Barbosa <i>et al.</i> (2000b)
J. R. Vasconcelos	FEEC	Arquiteturas de software para ambientes de ensino	
W. D. Leiva	ICMC	WIS para ensino a distância	Leiva <i>et al.</i> (2000)

Tabela 4.2: Doutorados em andamento.

Nome	Unidade	Tema de tese	Publicações
C. M. Adriano	FEEC	Sistema de anotações em hiperdocumentos	Adriano <i>et al.</i> (1999a), Adriano <i>et al.</i> (1999b), Adriano <i>et al.</i> (2000a), Adriano <i>et al.</i> (2000b), Barbosa <i>et al.</i> (2000a), Leiva <i>et al.</i> (2000)
L. M. Casagrande	ICMC	Sistemas de <i>workflow</i> com interface para Web	
M. A. C. A. Cardieri	FEEC	Extração de informação de registros de navegação	
R. S. Schulze	FEEC	Construção colaborativa de hi- perdocumentos	
W. J. Vicente	FEEC	XML para representação de hiperdocumentos educacio- nais	

Tabela 4.3: Mestrados em andamento.

Nome	Unidade	Tema de tese	Publicações
E. Basso Jr.	FEEC	Desenvolvimento de conteúdo para CALM	
J. A. Charnet	II-PUCC	Ambiente para ensino de ponteiros	Tobar & Charnet (2000)
P. H. C. Oliveros	FEEC	Ferramentas para manipulação de hipertextos	Oliveros & Ricarte (1999)
S. W. Botero	FEEC	Agentes móveis para formação de grupos	Botero & Ricarte (2000), Olgún <i>et al.</i> (2000a)

Tabela 4.4: Iniciações científicas concluídas.

Futuras ações

A realização do Projeto SAPIENS teve como principal ganho a criação de um grupo interdisciplinar que, ao final de dois anos de participação no projeto, conseguiu desenvolver um embasamento comum e que encontra-se afinado em seus objetivos de pesquisa.

Dessa forma, o Projeto SAPIENS não acaba em fevereiro de 2001, mas continuará através das conclusões dos trabalhos de mestrado e doutorado em andamento e principalmente através dos estudos e ações conjuntas que continuarão a ser desenvolvidas por seus colaboradores.

Entre essas atividades futuras destaca-se a experimentação efetiva dos protótipos em finalização no apoio a atividades reais, de forma a avaliar concretamente tanto aspectos pedagógicos como ambientes computacionais em uma atividade de ensino.

Referências Bibliográficas

- ADRIANO, Christian Medeiros, ADRIANO, Adriane Medeiros & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000a). When is an interactive learning scenario a matter of interface design? In: *Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications — EDMEDIA'2000* (Jacqueline Bourdeau & Rachelle Heller, editores), págs. 1539–1540. Association for the Advancement of Computing in Education, Montreal, Canada.
- ADRIANO, Christian Medeiros, DELGADO, Armando Luiz Nicolini, DA SILVEIRA JR, Luiz Gonzaga, BOSNARDO, Raquel Cristina, RICARTE, Ivan Luiz Marques & MAGALHÃES, Léo Pini (1999a). Inquiring the course paradigm with CALM. In: *Proceedings of the First International Conference on Engineering and Computer Education* (Hugo Hernández Figueroa, editor), págs. 265–269. IEEE/ABENGE, Rio de Janeiro, RJ.
- ADRIANO, Christian Medeiros, RAPOSO, Alberto Barbosa & RICARTE, Ivan Luiz Marques (1999b). Implementação de metáforas de anotação e paradigmas de interação em ambientes educacionais. In: *Anais do X Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (Alexandre Ibrahim Direne, editor), págs. 399–401. Sociedade Brasileira de Computação, Curitiba, PR.
- ADRIANO, Christian Medeiros, RAPOSO, Alberto Barbosa, RICARTE, Ivan Luiz Marques & MAGALHÃES, Léo Pini (2000b). Changing interaction paradigms in annotation environments. In: *Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications — EDMEDIA'2000* (Jacqueline Bourdeau & Rachelle Heller, editores), págs. 28–33. Association for the Advancement of Computing in Education, Montreal, Canada.
- APACHE ORGANIZATION (2000). The common log file format. URL http://www.apache.org/docs/mod/mod_log_config.html.
- BALASUBRAMANIAN, V. & BASHIAN, A. (1998). Document management and Web technologies: Alice marries the Mad Hatter. *Communications of the ACM*, 47(7).
- BARBOSA, Ellen Francine, ADRIANO, Christian Medeiros, MALDONADO, José Carlos, RICARTE, Ivan Luiz Marques & JINO, Mário (2000a). Fostering theoretical, empirical and tool specific knowledge in a software testing learning scenario. In: *Proceedings of the Second International Conference on Engineering and Computer Education*, número 115 in CD-ROM, págs. 1–4. São Paulo, SP.
- BARBOSA, Ellen Francine, MALDONADO, José Carlos, VICENZI, A. M. R., DELAMARO, M. E., SOUZA, S. R. S. & JINO, Mario (2000b). Introdução ao teste de software. In: *XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*. João Pessoa, PB. Minicurso.

- BARRETT, Bradford L. (2001). The Webalizer. URL <http://www.webalizer.com/>.
- BLOOM, B. S., HASTINGS, J. T. & MADAUS, G. F. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. McGraw-Hill, New York.
- BOTERO, Sergio William & RICARTE, Ivan L. M. (2000). Uma agência de apoio à colaboração para CALM. In: *VIII Congresso de Iniciação Científica*, número 305 in CD-ROM. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- BOTERO, Sérgio William (2000). Uma agência de apoio a colaboração para CALM. Relatório de atividades, processo FAPESP nº 99/08005-2, DCA-FEEC-UNICAMP.
- BRAGA, D. B. & BUSNARDO, J. (1993). Metacognition and foreign language reading: Fostering awareness of linguistic form and cognitive processes in the teaching of language through texts. *Linguas Modernas*, 20:129–149.
- BRITAIN, S. (1999). A framework for pedagogical evaluation of virtual learning environments. Relatório Técnico 41, Bangor University Centre for Learning Technology.
- CAMPOS, F. C. A. (1994). *Hipermídia na Educação: Paradigmas e Avaliação da Qualidade*. Tese de Mestrado, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- CASAGRANDE, L. M. (2000). *Um Método para Análise e Projeto de Sistemas de Workflow Administrativo com Interface para a Web*. Tese de Mestrado, ICMC-USP, São Carlos, SP. Em andamento.
- CEDERQVIST, Per et al. (1993). *Version Management with CVS*. URL <http://www.cvshome.org/docs/manual/cvs.html>.
- CHAIM, Marcos L. (1991). *POKE-TOOL — Uma Ferramenta para Suporte ao Teste Estrutural de Programas Baseados em Análise de Fluxo de Dados*. Tese de Mestrado, FEEC, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- CHARTIER, R. (1997). *A aventura do livro: do leitor ao navegador*. Editora UNESP, São Paulo.
- CHUSHO, T. (1987). Test data selection and quality estimation based on concept of essential branches for path testing. *EEE Transactions on Software Engineering*, 13(5):509–517.
- COELHO, André Luís Vasconcelos & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000). Distributed multimedia persistence support for educational activities. In: *Proceedings of the World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics* (Nagib Callaos, Mohamed Loutfi, Shogo Nishida, Dong-Ik Lee, Jesse Bemley & Marianella Aveledo, editores), volume I — Information Systems, págs. 401–406. International Institute of Informatics and Cybernetics, Orlando, USA.
- COLLINS-BROWN, Eli (1999). Effective pedagogies for managing collaborative learning in on-line learning environments. *Educational Technology and Society*, 2(2):12–19. URL http://ifets.ieee.org/periodical/vol_2_99/formal_discussion_0399.html. Formal Discussion Summary, J. Roger Hartley (Moderator).
- CONALLEN, J. (1999). Modeling Web application architectures with UML. *Communications of the ACM*, 42(10):63–70.

- DELAMARO, M. E. (1997). *Mutação de Interface: Um Critério de Adequação Interprocedural para o Teste de Integração*. Tese de Doutorado, IFSC, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- DELAMARO, M. E. & MALDONADO, José Carlos (1996). Proteum: A tool for the assessment of test adequacy for C programs. In: *Proceedings of the Conference on Performability in Computing Systems*. Brunswick, NJ.
- DELAMARO, M. E. & MALDONADO, José Carlos (1999). Interface mutation: Assessing testing quality at interprocedural level. In: *Proceedings of the XIX International Conference of the Chilean Computer Science Society*, págs. 78–86.
- DENNIS, A. (1998). Lessons from three years of Web development. *Communications of the ACM*, 41(7):112–113.
- DUSICK, D. M. (1998). The learning effectiveness of educational technology: What does that really mean? *Educational Technology Review*, 1(10):10–12.
- FUKS, H. (2000). Aprendizagem e trabalho cooperativo no ambiente AulaNet. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 1(6):53–73. URL http://139.82.35.97/groupware/publicacoes/mcc11_00.pdf.
- GAMMA, Erich, HELM, Richard, JOHNSON, Ralph & VLISSIDES, John (1994). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley.
- GARZOTTO, F., PAOLINI, P. & SCHWABE, D. (1993). HDM — a model-based approach to hypertext application design. *ACM Transactions on Information Systems*, 11(1):1–26. URL <http://www.inf.udec.cl/~yfarran/HDM.htm>.
- GOLDBERG, M., SALARI, S. & SWOBODA, P. (1996). World Wide Web — Course Tool: an environment for building WWW-based courses. In: *Proceedings of the Fifth International World Wide Web Conference*. Paris, France. URL http://www5conf.inria.fr/fich_html/papers/P29/Overview.html.
- HAREL, D. (1987). Statecharts: a visual formalism for complex systems. *Science of Computer Programming*, 8(3):231–274.
- HAREL, D., PNUELI, A., SCHMIDT, J. P. & SHERMAN, R. (1987). On the formal semantics of statecharts. In: *2nd IEEE Symposium on Logic of Computer Science*, págs. 57–64. IEEE Press, Ithaca, New York.
- HAVELLOCK, E. (1995). A equação oralidade-cultura escrita: uma fórmula para a mente moderna. In: *Cultura escrita e Oralidade* (D. R. Olson & N. Torrance, editores). Editora Ática, São Paulo.
- IEEE (2000). List of P1484 terms. URL http://ltsc.ieee.org/doc/wg3/interactive_glossary/Lp1484.htm.
- ILLICH, I. (1995). Um apelo a pesquisa em cultura escrita leiga. In: *Cultura escrita e Oralidade* (D. R. Olson & N. Torrance, editores). Editora Ática, São Paulo.

- IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM (1999). IMS announces meta-data specification for distributed learning. URL <http://www.imsproject.org/pressrelease/pr990820.html>.
- ISAKOWITZ, T., BIEBER, M. & VITALI, F. (1998a). Web information systems. *Communications of the ACM*, 41(7):78–80.
- ISAKOWITZ, T., KAMIS, A. & KOUFARIS, M. (1998b). The extended RMM methodology for Web publishing. Relatório Técnico IS-98-18, Center for Research on Information Systems. URL <http://rmm-java.stern.nyu.edu/rmm/papers/RMM-Extended.pdf>.
- ISAKOWITZ, T., STOHR, E. & BALASUBRAMANIAN, P. (1995). RMM: A methodology for structured hypermedia design. *Communications of the ACM*, 38(8):34–44.
- ISO/IEC (1996). Process for evaluators. DIS 14598-5.
- JACKSON, M. & TWADDLE, G. (1997). *Business Process Implementation — Building Workflow Systems*. ACM Press.
- JOHNSON, David W. & JOHNSON, Roger T. (1996). Cooperation and the use of technology. In: *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (D. H. Jonassen, editor), capítulo 35, págs. 1017–1044. Simon & Schuster Macmillan, New York, NY.
- LANGE, Danny B. & OSHIMA, Mitsuru (1999). Seven good reasons for mobile agents. *Communications of the ACM*, 42(3):88–89.
- LEIVA, W. D., MASIERO, P. C. & OLIVEIRA, M. C. F. (1999). Plano de doutorado. URL <http://www.icmc.sc.usp.br/~wdl/dr.htm>.
- LEIVA, Willie Dresler, ADRIANO, Christian Medeiros & MASIERO, Paulo César (2000). Computer support for authorship of questionnaires. In: *Proceedings of the Second International Conference on Engineering and Computer Education*, número 077 in CD-ROM, págs. 1–3. São Paulo, SP.
- LUCENA, C. J. P., FUKS, H., MILIDIU, R., LAUFER, C., BLOIS, M., CHOREN, R., TORRES, V., FERRAZ, F., ROBICHEZ, G. & DAFLON, L. (1999). AulaNet: Ajudando professores a fazerem o seu dever de casa. In: *Anais do XXVI Seminário Integrado de Software e Hardware*, págs. 105–117. Rio de Janeiro, RJ.
- LUCENA, C. J. P., FUKS, H., MILIDIU, R., MACEDO, L., SANTOS, N., LAUFER, C., RIBEIRO, M. B., FONTOURA, M. F., NOYA, R. C., CRESPO, S., TORRES, V., DAFLON, L. & LUKOWIECKI, L. (1998). AulaNet — an environment for the development and maintenance of courses on the Web. In: *Proceedings of the International Conference on Engineering in Education*. Rio de Janeiro, RJ.
- LÉVY, Pierre (1997). *Cibercultura*. Coleção TRANS. Editora 34.
- MALDONADO, José Carlos, CHAIM, Marcos L. & JINO, Mario (1989). Arquitetura de uma ferramenta de teste de apoio aos critérios potenciais usos. In: *Anais do XXII Congresso Nacional de Informática*. São Paulo, SP.

- MARCHUSCHI (1994). Da fala para a escrita: processos de retextualização. Mimeo do capítulo 9 do livro “Tratamento da oralidade no ensino de língua” (em preparação).
- MARSHALL UNIVERSITY’S CENTER FOR INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY (2000). Comparison of online course delivery software products. URL <http://multimedia.marshall.edu/cit/webct/compare/index.html>.
- MASIERO, P. C., FORTES, R. P. M. & BATISTA NETO, J. E. S. (1991). Edição e simulação de aspectos comportamentais de sistemas de tempo real. In: *XVIII Seminário Integrado de Hardware e Software*, págs. 45–61. Santos, SP.
- MENASCÉ, D. A. (1998). Educational challenges and opportunities in the Web era. In: *Anais do VI Workshop sobre Educação em Informática*, págs. 433–444. Belo Horizonte, MG.
- NUNES, M. G. V. & FORTES, R. P. M. (1997). Roteiros para aplicações no ensino: A questão do controle do leitor. In: *Anais do III Workshop em Sistemas Multimídia e Hipermídia*, págs. 15–27. São Carlos, SP.
- OLGUÍN, Carlos José Maria, DELGADO, Armando Luiz Nicolini, BOTERO, Sérgio William & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000a). O uso de agentes em ambientes de aprendizagem colaborativos. In: *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (Evandro de Barros Costa, editor), págs. 236–243. Sociedade Brasileira de Computação, Maceió, AL.
- OLGUÍN, Carlos José Maria, DELGADO, Armando Luiz Nicolini & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000b). An agent infrastructure to set collaborative environments. *Educational Technology & Society*, 3(3):65–73.
- OLGUÍN, Carlos José Maria, DELGADO, Armando Luiz Nicolini & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000c). A collaboration framework for on-line learning environments. In: *V Congreso Iberoamericano de Informática Educativa* (Jaime Sánchez, editor), número 219 in CD-ROM, págs. 1–8. Red Iberoamericana de Informática Educativa, Viña del Mar, Chile.
- OLIVEIRA, M. C. F., TURINE, M. A. S. & MASIERO, P. C. (1996). An overview of HMBS: a statechart-based model for hypertext. In: *II Workshop em Sistemas Hipermídia*, págs. 11–20. Fortaleza, CE.
- OLIVEROS, Paulo Henrique Coneglian & RICARTE, Ivan Luiz Marques (1999). Implementação de ferramentas para a manipulação de documentos doct. In: *VII Congresso de Iniciação Científica*, pág. 115. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- PANSANATO, L. T. E. & NUNES, M. G. V. (1999). Autoria de aplicações hipermídia para ensino. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 1(5):103–124.
- PINO, Angel (2000). Técnica e semiótica na era da informática. In: *Workshop do Projeto SAPIENS*. São Carlos, SP. URL <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/workshop/pino/pinoWorkshop.doc>.
- RAMAL, A. C. (2000). Avaliar na cibercultura. *Revista Pátio*. Editora Artmed.

- RAPOSO, Alberto Barbosa (2000). *Coordenação em Ambientes Colaborativos Usando Redes de Petri*. Tese de Doutorado, DCA-FEEC, UNICAMP, Campinas, SP.
- RAPOSO, Alberto Barbosa, COELHO, André Luís Vasconcelos, MAGALHÃES, Léo Pini & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2001). Using fuzzy petri nets to coordinate collaborative activities. In: *Joint 9th IFSA (International Fuzzy Systems Association) World Congress and 20th NAFIPS (North American Fuzzy Information Processing Society) International Conference*. Vancouver, Canadá. Aceito para publicação.
- RAPOSO, Alberto Barbosa, MAGALHÃES, Léo Pini & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000a). Coordinating activities in collaborative environments: A high level Petri nets based approach. In: *Proceedings of the World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics* (Nagib Callaos, Mohamed Loutfi, Shogo Nishida, Dong-Ik Lee, Jesse Bemley & Marianella Avelado, editores), volume I — Information Systems, págs. 195–200. International Institute of Informatics and Cybernetics, Orlando, USA.
- RAPOSO, Alberto Barbosa, MAGALHÃES, Léo Pini & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000b). Coordination mechanisms for collaborative virtual environments. In: *Proceedings of the III Workshop on Virtual Reality (WRV'2000)*, págs. 277–278. Gramado, RS.
- RAPOSO, Alberto Barbosa, MAGALHÃES, Léo Pini & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000c). Mecanismos de coordenação para ambientes colaborativos. In: *Anais do VI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Hipermídia* (Guido Lemes de Souza Filho & Daniel Schwabe, editores), págs. 247–258. Sociedade Brasileira de Computação, Natal, RN.
- RAPOSO, Alberto Barbosa, MAGALHÃES, Léo Pini & RICARTE, Ivan Luiz Marques (2000d). Petri nets based coordination mechanisms for multi-workflow environments. *Computer Systems Science & Engineering*, 15(5):315–326.
- ROSSI, G. (1996). *Um Método Orientado a Objetos para o Projeto de Aplicação Hipermídia*. Tese de Doutorado, Departamento de Informática, PUC, Rio de Janeiro, RJ.
- RUMBAUGH, J., JACOBSON, I. & BOOCH, G. (1999). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison Wesley, Massachusetts, USA.
- SANTOS, G. H. R., VIEIRA, F. M., HASEGAWA, R. & NUNES, M. G. V. (1997). SASHE: A autoria de aplicações hipermídia para o ensino. In: *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, págs. 425–440. São José dos Campos, SP.
- SCHÄR, S. G. & KRUEGER, H. (2000). Using new learning technologies with multimedia. *IEEE Multimedia*, 7(3):40–51.
- SCHWABE, D. & ROSSI, G. (1998). An object oriented approach to Web-based applications design. *Theory And Practice of Object Systems*, 4(4):207–225. URL <http://www.inf.puc-rio.br/~schwabe/papers/OOWebAplDesign.pdf.gz>.
- SHOHAM, Yoav (1999). What we talk about when we talk about software agents. *IEEE Intelligent Systems*, 14(2):28–31.

- SINITSA, Katherine (2000). Learning individually: a life-long perspective. *Educational Technology and Society*, 3(1):17–23. URL http://ifets.ieee.org/periodical/vol_1_2000/sinitza.html.
- SNYDER, I. (1996). *Hypertext: The eletronic labyrinth*. University Press, Ney York.
- SOLLER, Amy, GOODMAN, Bradley, LINTON, Frank & GAIMARI, Robert (1998). Promoting effective peer interaction in an intelligent collaborative learning system. In: *Intelligent Tutoring Systems — 4th International Conference, ITS'98* (Barry P. Goettl, Henry M. Halff, Carol L. Redfield & Valerie J. Shute, editores), número 1452 in Lecture Notes in Computer Science, págs. 186–195. Springer-Verlag.
- SPIRO, R. J., COULSON, R. L., FELTOVICH, P. J. & ANDERSON, D. K. (1988). Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. Relatório Técnico 441, Center for the Study of Reading, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL. URL <http://www.ilt.columbia.edu/ilt/papers/Spiro.html>.
- ØSTERBYE, K. & WIIL, U. K. (1996). The Flag taxonomy of open hypermedia systems. In: *Seventh ACM Conference on Hypertext (Hypertext '96)*, págs. 129–139. ACM Press, Washington, DC. URL <http://aue.auc.dk/~kock/Publications/OHS/hypertext96.pdf>.
- TAKAHASHI, K. (1998). Metalevel links: More power to your links. *Communications of the ACM*, 41(7):103–105.
- TAO, Feng & MURTAGH, Fionn (2000). Towards knowledge discovery from WWW log data. In: *Proceedings of the International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'00)*. IEEE, Las Vegas, Nevada.
- TAROUCO, L. M. R. (1999). Ambiente de suporte para educação à distância. In: *Workshop de Informática na Educação*. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. URL <http://penta.ufrgs.br/pgie/workshop/ambiente.htm>.
- TOBAR, C. M. & CHARNET, J. A. (2000). Implementação de um ambiente para apoio ao aprendizado de ponteiros na linguagem c. In: *Anais do Workcomp'2000, Workshop de Computação*, págs. 53–58. Instituto Tecnológico da Aeronautica (ITA), São José dos Campos, SP.
- TURINE, M. A. S. (1998). *HMBS: Um Modelo Baseado em Statecharts para a Especificação Formal de Hiperdocumentos*. Tese de Doutorado, IFSC-USP, São Carlos, SP.
- WEBTRENDS CORPORATION (2001). Webtrends homepage. URL <http://www.webtrends.com/>.
- WOLZ, Ursula, PALME, Jacobo *et al.* (1997). Computer-mediated communication in collaborative educational settings. *ACM SIGCUE Outlook*, 25(4):51–69.

Apêndice A

Participantes

Coordenador

Léo Pini Magalhães, FEEC/UNICAMP: Engenheiro Eletricista (1974) e Mestre em Engenharia Elétrica (1977) pela Faculdade de Engenharia de Campinas, UNICAMP, e Doutor (1981) pelo Departamento de Informática da Technische Hochschule Darmstadt (Alemanha). Professor Titular (MS-6) no Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial, onde atua desde 1977, com área de interesse principal em Computação Gráfica. Atualmente é diretor da FEEC/UNICAMP.

Pesquisadores docentes

Angel Pino Sirgado, FE/UNICAMP (LITE): Licenciado em Teologia (PUC-SP, 1957), Mestre e Doutor pela Univ. Catholique de Louvain (1970), é professor da Faculdade de Educação da UNICAMP, Departamento de Psicologia Educacional, atuando na área de Educação, Conhecimento, Linguagem e Arte do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Educação.

Carlos Miguel Tobar Toledo, II/PUC-Campinas: Bacharel em Ciência da Computação (1978) e Mestre em Ciência da Computação (1989) pelo IC-UNICAMP e Doutor (1998) pela FEEC-UNICAMP. Professor titular no Instituto de Informática da PUC-Campinas, com área de interesse principal em Bancos de Dados.

Denise Bértoli Braga, IEL/UNICAMP (LITE): Licenciada em Letras (UFPR, 1977), Mestre pela UNICAMP (1982), Doutorado pela Univ. Londres (1990). É professora do Departamento de Linguística Aplicada, atuando na Pós-Graduação em Linguística Aplicada do Instituto de Estudos da Linguagem.

Hans Kurt Edmund Liesenberg, IC/UNICAMP (LITE): Bacharel e Mestre em Ciências da Computação pela UNICAMP, 1976 e 1980 respectivamente, e doutor pela Univ. Newcastle Upon Tyne, 1985. É professor do Departamento de Sistemas de Informação do Instituto de Computação da UNICAMP. Atualmente é diretor do Centro de Computação da UNICAMP (CCUEC/UNICAMP).

Ivan Luiz Marques Ricarte, FEEC/UNICAMP: Engenheiro Eletricista (1984) e Mestre em Engenharia Elétrica (1987) pela UNICAMP, Doutor em Engenharia Elétrica pela University of Mary-

land at College Park (1993). É professor no Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da UNICAMP e, atualmente, o coordenador de graduação do curso de Engenharia da Computação da UNICAMP.

Ivany Rodrigues Pino, FE/UNICAMP (LITE): É professora do Departamento de Ciências Sociais aplicadas à Educação, da Faculdade de Educação da UNICAMP, e coordenadora do Laboratório Interdisciplinar de Tecnologias Educacionais da UNICAMP.

José Carlos Maldonado, ICMC/USP: Mestre pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 1983. Doutor pela Universidade Estadual de Campinas (DCA) em 1991. Pós-Doutorado na Purdue University no período de Setembro/95 a Setembro/96. Livre-Docente pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), USP, 1997. Atualmente é Professor Associado do Departamento de Ciências de Computação e Estatística do ICMC/USP, Membro do Conselho da SBC, Membro da Comissão de Educação da SBC e Chefe do Departamento de Ciências de Computação e Estatística do ICMC/USP.

Mara Regina Lemes de Sordi, FE/UNICAMP: Bacharel em Enfermagem (USP, 1976), Mestre (USP, 1989), Doutor em Educação (UNICAMP, 1993). É professora do Departamento de Metodologia de Ensino, atuando na área de Ensino, Avaliação e Formação de Professores do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da UNICAMP.

Paulo César Masiero, ICMC/USP: Bacharel pela UNESP (1975), Mestre pelo ICMC/USP (1979) e Doutor em Sistemas de Informação pela FEA/USP (1984). Suas áreas de interesse incluem Engenharia de Software, Modelagem de hipertexto e hiperídia e Ética em computação. É atualmente o diretor do Instituto de Ciências Matemáticas e Computacionais da USP de São Carlos.

Sérgio Ferreira do Amaral, FE/UNICAMP (LITE): Engenheiro Químico (ESQ, 1982), Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica (UNICAMP, 1986 e 1992). É professor do Departamento de Ciências Sociais aplicadas à Educação, atuando na área de Educação, Ciência e Tecnologia do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Educação.

Alunos

Alberto Barbosa Raposo, FEEC/UNICAMP: com interesse principal na especificação de mecanismos para modelar a coordenação em ambientes colaborativos (Raposo *et al.*, 2000a,b,c,d, 2001), atuou também na definição de mecanismos de interação através de mundos virtuais tri-dimensionais (Adriano *et al.*, 1999b, 2000b). Defendeu sua tese de doutorado em 26 de outubro de 2000 (Raposo, 2000).

Armando Luiz Nicolini Delgado, FEEC/UNICAMP: seu interesse principal está na infra-estrutura de sistemas distribuídos baseados em agentes móveis. Atuou na definição da arquitetura de agentes para incentivo à colaboração (Olguín *et al.*, 2000a,b,c), além de ter participado ativamente na implementação do protótipo CALM (Adriano *et al.*, 1999a). É professor da Universidade Federal do Paraná, estando afastado para realizar seu doutorado na UNICAMP.

Carlos José Maria Olguin, FEEC/UNICAMP: seu trabalho de doutorado está voltado para o estabelecimento de mecanismos que permitam integrar transparentemente a execução de atividades

colaborativas em ambientes educacionais, tendo atuado na definição da arquitetura de agentes para incentivo à colaboração (Olguín *et al.*, 2000a,b,c). Professor da Universidade Estadual de Maringá, está no momento afastado para a realização do doutorado na UNICAMP.

Christian Medeiros Adriano, FEEC/UNICAMP: seu interesse principal está associado ao uso de anotações em documentos eletrônicos, não apenas como mecanismo de trabalho individual mas também como mecanismo de comunicação e colaboração em grupos de trabalho ou estudo (Adriano *et al.*, 1999b, 2000a,b). Participou ativamente na implementação do protótipo CALM (Adriano *et al.*, 1999a; Barbosa *et al.*, 2000a; Leiva *et al.*, 2000), que usou como laboratório para o mecanismo de anotações que desenvolveu. A defesa de tese de mestrado deve ocorrer no primeiro semestre de 2001.

Ellen Francine Barbosa, ICMC/USP: seu trabalho de doutorado tem por objetivo melhorar e ampliar a utilização de ambientes de teste de software através da melhor qualificação dos usuários, usando para seu treinamento sistemas de apoio à aprendizagem. Desenvolveu um módulo sobre teste de software usando CALM, integrando ao protótipo mecanismos para manipulação de aplicativos externos; no caso, a ferramenta de teste de software PokeTool (Barbosa *et al.*, 2000a).

Enéas Basso Júnior, FEEC/UNICAMP: aluno de graduação do curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP, desenvolveu conteúdo para um material sobre a Linguagem de Programação Java disponibilizado através do protótipo CALM.

José Roberto Vasconcelos, FEEC/UNICAMP: professor da Universidade Estadual de Maringá realizando seu doutorado na UNICAMP, teve como interesse principal no Projeto a identificação de padrões referentes a diferentes requisitos especificados para as necessidades educacionais. Seu objetivo é permitir a definição, a partir de componentes, de arquiteturas flexíveis para esse tipo de ambiente.

Ludimila Monjardim Casagrande, ICMC/USP: seu trabalho de mestrado envolve o desenvolvimento de o Sistema Atena de administração de cursos de extensão através da Web, controlando o *workflow* desde a proposta até o oferecimento de um curso. Um estudo de caso aplica esse sistema a cursos de extensão do ICMC/USP.

Maria Angélica Calixto de Andrade Cardieri, FEEC/UNICAMP: tem seu trabalho de mestrado voltado para a obtenção, para fins de avaliação, de informação obtida a partir dos registros da interação de usuários com o ambiente de apoio às atividades educacionais.

Paulo Henrique Coneglian Oliveros, FEEC/UNICAMP: aluno de graduação do curso de Engenharia de Computação, realizou trabalho de Iniciação Científica para construir ferramentas de manipulação de documentos estruturados, com uma implementação concreta para documentos HTML. Parte desse trabalho foi utilizado na construção do mecanismo de anotações utilizado no protótipo CALM. Formou-se em agosto de 2000.

Raquel Santos Schulze, FEEC/UNICAMP: aluna de mestrado no programa de Engenharia Elétrica da UNICAMP, está atuando na definição e implementação de um sistema de apoio à construção de documentos. O objetivo é que tal sistema suporte as atividades individuais (busca, leitura)

e colaborativas (troca de comentários e críticas) envolvidas nesse processo de construção de conhecimento.

Sergio William Botero, FEEC/UNICAMP: aluno de graduação do curso de Engenharia Elétrica, atuou em seu trabalho de Iniciação Científica na implementação de mecanismos de apoio a construção de grupos colaborativos através de uma plataforma de agentes móveis (Olguín *et al.*, 2000a).

William José Vicente, FEEC/UNICAMP: aluno do programa de mestrado, está desenvolvendo seu trabalho na área de ferramentas de autoria para documentos estruturados, com ênfase na especificação dos relacionamentos entre os diversos tipos de conteúdo.

Willie Dresler Leiva, ICMC/USP: seu trabalho de doutorado tem por objetivo a definição de *Web Information Systems* para apoio a atividades educacionais com ênfase na avaliação. Como parte de atividades relacionadas ao desenvolvimento do protótipo CALM, implementou um ambiente para a autoria de testes (Leiva *et al.*, 2000).

Colaboradores

André Luís Vasconcelos Coelho é aluno de doutorado no programa de pós-graduação da FEEC. Durante seu mestrado, desenvolveu um serviço de persistência para objetos distribuídos com características multimídia. Como parte de sua colaboração com o Projeto SAPIENS, analisou os requisitos impostos ao serviço de persistência por diversas atividades educacionais (Coelho & Ricarte, 2000).

Diego Aracena é aluno de doutorado no programa de pós-graduação da FEEC. Como parte das atividades relacionadas a uma disciplina de pós-graduação, desenvolveu os mecanismos básicos para permitir o compartilhamento de anotações entre membros de um grupo de estudos, que foi posteriormente integrado ao protótipo CALM.

José Mario De Martino é professor do Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial da FEEC, atuando na área de Computação Gráfica.

Liane Oberg Arouca é analista de sistemas responsável pelos recursos computacionais na FE/UNICAMP (LITE).

Maria Cristina Ferreira de Oliveira é professora do ICMC/USP, atuando na área de Computação Gráfica e Processamento de Imagens.

Maria Helena Pereira Dias é pesquisadora associada na FE/UNICAMP (LITE).

Marilene Garcia é pós-doutoranda na Faculdade de Educação da UNICAMP, atuando junto ao LITE.

Mario Jino, Engenheiro Eletricista (ITA, 1967), Mestre em Engenharia Elétrica (UNICAMP, 1974) e Doutor pela University of Illinois (1978), é professor do Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial da FEEC, atuando na Pós-Graduação do Curso de Engenharia Elétrica na área de Engenharia de Computação, em Engenharia de Software.

Paula Carolei é aluna de mestrado na Faculdade de Educação da UNICAMP, atuando junto ao LITE.

Apêndice B

Glossário

Este apêndice reflete o estado do glossário em fevereiro de 2001. Esse glossário pode ser obtido como um hiperdocumento em

<http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/doc/glos.htm>.

B.1 Glossário de Termos Educacionais

Termo	Definição	Sinônimo
Administrador	Participante facilitador da integração instrutor / curso / aprendiz, que cuida de aspectos essencialmente operacionais: manutenção de catálogos, autorização de novos cursos, admissão de aprendizes em cursos, inscrição de autores e cadastro de instrutores	
Anotação	Conteúdo agregado a um documento, embora não faça parte do documento. Tem uma fronteira definida e resulta de algum esforço cognitivo do leitor	
Aprendiz	Participante com acesso controlado ao material disponível em um ou mais cursos. Ele estuda unidade(s) de estudo, coloca dúvidas referentes a esta(s) unidade(s), resolve ou consulta outras dúvidas já manifestadas, anota no seu “caderno” particular, realiza avaliações, conclui tópicos e pode ver suas próprias notas de avaliações e os gabaritos dos testes. Caso o curso considere trabalhos em grupo, recursos para colaboração entre aprendizes deverão ser oferecidos; neste caso, o aprendiz recebe uma nota, atribuída manualmente pelo instrutor, conforme a qualidade de sua participação	Aluno, estudante
Assunto	Identifica uma área delimitada do conhecimento. É um tema definido pelo autor para um material, tópico, ou avaliação	
Autor	Participante detentor do conhecimento, um especialista em artes gráficas ou um programador responsável pela criação do material básico de um curso. Apenas o autor tem o privilégio de atualizar o conteúdo básico do curso; para tanto, pode usar comentários recebidos de outros autores e, em particular, de instrutores, auxiliares didáticos e eventualmente aprendizes	Projetista

Termo	Definição	Sinônimo
Auxiliar didático	Participante que auxilia os instrutores a administrar os aprendizes e suas notas. Ele pode também criar, alterar ou excluir aprendizes do curso. Ele tem acesso às dúvidas dos aprendizes e pode responder à maior parte delas sem recorrer aos instrutores	Assistente, Monitor
Avaliação	Compreende os diferentes tipos de elementos que podem ser utilizados para obter um indicador do conhecimento adquirido pelo aprendiz durante o curso, bem como para descobrir quanto o curso ajudou os aprendizes no processo de aprendizagem	
Avaliação formativa	Tipo de avaliação com perguntas e <i>feedback</i> imediato para as respostas, ensinando conforme corrige. Consiste em um sistema de controle de qualidade pelo qual pode ser avaliada, em certa etapa do processo ensino-aprendizagem, a efetividade ou não do processo; caso negativo, determina-se quais mudanças precisam ser feitas para assegurar sua efetividade antes que seja tarde. É um processo sistemático e contínuo	
Avaliação somativa	Tipo de avaliação com perguntas e atribuição de pontuação, para fins de avaliação do aprendiz	
Aviso	Informação adicional ao aprendiz; por exemplo, cálculo da média e horário de atendimento	
Cenário	Uma seqüência de eventos que ocorre durante uma execução particular de um sistema	
Configuração de avaliação	Define qual avaliação deve ser considerada para determinado aprendiz com determinada unidade de estudo	
Conteúdo	Arquivo com algum tipo de mídia (texto, som, vídeo, imagem), que é utilizado para compor um tópico ou um tipo de avaliação	
Contexto	Conjunto de informações organizado de uma forma bem determinada e caracterizando um certo objeto em face a um processo que atua sobre esse objeto	
Curso	Uma unidade completa de instrução projetada para ser utilizada por um ou mais aprendizes. Ele fornece o conhecimento ou habilidades necessárias para adquirir a competência em um assunto ou o desempenho de um grupo de tarefas relacionadas. Contém unidades de estudo e avaliações	
Descrição	Descrição textual do conteúdo de um tópico	
Dúvida	Anotação utilizada pelo aprendiz para solicitar esclarecimento sobre qualquer componente de uma unidade de estudo	
Esclarecimento	Resposta à dúvida de um aprendiz, que pode ter sido fornecida pelo instrutor, por outro aprendiz ou pelo auxiliar didático	
Exercício	Avaliação formativa relacionada a um conjunto de tópicos. Sua função é conectar diferentes tópicos, o que faz dos exercícios tarefas mais complexas que os testes. É apresentado ao aprendiz quando este conclui uma unidade de estudo	Tarefa
Gabarito	Respostas corretas de uma avaliação	
Grau de conhecimento	Atributo de perfil que serve para medir o progresso de um aprendiz	

Termo	Definição	Sinônimo
Instrutor	Participante responsável pelo oferecimento do curso usando o material básico criado por autores. Pode criar complementos locais ao material básico, tais como: lista de exercícios, descrição de recursos para apoio disponíveis localmente e sugestão de projeto a desenvolver com estes recursos. Deve supervisionar os auxiliares didáticos, podendo nesta tarefa analisar e responder dúvidas de aprendizes. A partir da análise de dúvidas e das anotações dos aprendizes sobre as unidades de estudo, um instrutor pode criar revisões do complemento local ou gerar comentários para os autores. É também responsável pela avaliação ou acompanhamento de desempenho dos aprendizes. Pode assumir também por vezes o papel de orientador (ao verificar nas interações pessoais se o trabalho dos aprendizes caminha em direções aceitáveis) e de mediador (ao auxiliar no esclarecimento de problemas aos quais os aprendizes não conseguiram atingir um consenso)	Professor
Material	Grafo orientado de tópicos; para algumas posições, estão sugeridos exercícios	
Meta	O fim para o qual se dirige algum esforço	
Modelo	Resultado do uso de regras para organização de dados que, em geral, é apresentado graficamente representando vários aspectos de categorias de elementos e seus relacionamentos	
Nota	Pontuação que indica o percentual de acertos em uma prova	
Objetivo de aprendizagem	Uma descrição de uma meta de treinamento ou de aprendizagem em termos de conhecimento, habilidades ou desempenho. Objetivos de aprendizagem podem ser associados com uma ou mais unidades de estudo. Na prática, consiste em um conjunto de assuntos de interesse definido pelo aprendiz	
Perfil	Descrição das habilidades atuais de um aprendiz, que registra os tópicos já estudados por ele e as notas recebidas por ele em avaliações	
Prova	Avaliação somativa que permite qualificar o desempenho do aprendiz em determinado tópico	Exame
Questão	Trabalho escolar cujo fim é verificar o aprendizado do aprendiz em determinado tópico, podendo conter sugestões para sua resolução. Os tipos mais comuns de questões são: dissertativa, verdadeiro ou falso, múltipla escolha, baseado em fórmula, resposta curta, relacionamento entre duas colunas e preenchimento de lacunas	Interrogação, pergunta, quesito
Revisor	Participante responsável por analisar as dúvidas freqüentes e erros comuns na resolução de avaliações, podendo sugerir modificações aos autores	
Solução	Resposta correta de uma questão. Faz parte do gabarito	<i>Template</i>
Sugestão	Anotação, criada pelo autor ou pelo instrutor, fornecendo explicações e referências adicionais sobre uma questão	Dica
Teste	Avaliação formativa, na forma de uma ferramenta ou técnica, destinada a avaliar o desempenho do aprendiz e suas habilidades intelectuais. Pode ser utilizado para auto-avaliação, por meio de questões objetivas	

Termo	Definição	Sinônimo
Tópico	O menor elemento de um curso que pode ser atribuído para um aprendiz. Um ou mais tópicos podem formar uma unidade de estudo. Estes dois termos diferem no ponto de vista: “tópico” reflete o ponto de vista do projetista, enquanto “unidade de estudo” baseia-se na perspectiva instrucional	<i>Assignable unit</i>
Tópico recomendado	Tópico que é considerado necessário para melhor compreender um outro tópico. O estudo prévio pode ser obrigatório ou opcional	
Unidade de estudo	Unidade de instrução que inclui conteúdo de aprendizagem e objetivos de aprendizagem associados, podendo conter uma parte de avaliação do aprendiz. É projetada para ser dominada em um esforço contínuo. Composição de um ou mais tópicos e/ou avaliações. É objeto de estudo de aprendizes e foi criado por autores.	Lição, módulo

B.2 Glossário de Termos Computacionais

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
Abortar		Um modo controlado de paralisar uma atividade de processamento em um ambiente computacional, devido à impossibilidade de continuidade ou por não se desejar o prosseguimento daquela atividade		
Agente		Programa que auxilia um usuário, agindo como seu representante após o usuário delegar tarefas a este programa. Um agente deve apresentar as seguintes propriedades: autonomia, reatividade, pró-atividade, cooperação e comunicação, capacidade de aprendizado, e mobilidade		
Ambiente computacional		Conjunto de hardware e software destinado ao processamento de dados		CBT, ILE, ISLE, ITS
Âncora		Representação visual de uma ligação		
API	<i>Application Program Interface</i>	Um conjunto padrão de formatos de dados, funções, chamadas e interrupções de software que pode ser utilizado por uma aplicação para acessar serviços de rede, dispositivos ou sistemas operacionais		
<i>Applet</i>		Pequeno programa desenvolvido em Java e executado a partir de um hiperdocumento HTML	Mini-aplicação	CGI
Aplicação		Software aplicado em uma situação para a qual um conjunto pré-especificado de passos procedurais tenha sido definido	Aplicativo	Aplicação distribuída

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
Aplicação distribuída		Aplicação na qual os programas que a compõem são distribuídos entre dois ou mais computadores interconectados		Objeto distribuído
Archie		Programa que nos possibilita procurar arquivos armazenados em <i>sites</i> que fornecem FTP anônimo. É necessário saber o nome exato do arquivo ou uma parte do nome dele		
AU		Formato de arquivo de áudio		WAV
<i>Backbone</i>		Rede de alta capacidade em que trafegam informações entre redes situadas em diferentes estados/países	<i>Backbone network</i>	
Bit	<i>Binary digit</i>	A menor unidade de informação processada por um computador. Um bit tem dois valores exclusivos: zero ou um		
<i>Browser</i>		Aplicação utilizada para examinar vários tipos de recursos da Internet, principalmente hiperdocumentos HTML. <i>Browsers</i> populares incluem Netscape Navigator® e Microsoft Internet Explorer®	Navegador, visualizador, paginador, folheador	Cliente, FTP
<i>Buffer</i>		Uma parte interna em um sistema de processamento de dados que serve como memória intermediária entre duas memórias ou ainda para operar sistemas com diferentes tempos de acesso ou formatos; usado para conectar um equipamento de entrada ou saída com a memória interna		
Byte		Um conjunto de bits que representam um único caracter. Em geral, há 8 bits em um byte		
CAI	Computer-Assisted Instruction	Uso dos computadores como apoio à instrução, e não como o meio principal para entrega de instrução. Utilizações incluem apresentação ou prática, mas não ambos		CBL, CBT, ICAI, ITS
CALM	Computer-Aided Learning Material	Um tipo de CMI		
CASE	Computer-Aided Software Engineering	Um sistema que suporta o desenvolvimento de software, formado pela integração de ferramentas de forma que a informação criada por uma delas possa ser utilizada por outra		

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
CBL	Computer-Based Learning	Utilização de computadores para ajudar, definir ou suportar um processo relacionado com o aprendizado humano. Estão incluídas nessa classe a diversão assistida por computador (emprego para exercícios repetitivos) e provas, bem como o emprego de computadores para criar uma configuração simulada que o aprendiz possa explorar		CAI
CBT	Computer-Based Training	Uso de computadores para fornecer uma experiência interativa de instrução. Esta expressão acentua o caráter do aprendizado orientado a desempenho, enfatizando as atividades do aprendiz e não a entrega de recursos de aprendizagem. Em CMI, significa o uso de programas de instrução (também designados como lições) controlados por um sistema CMI		
CERN	Conseil European pour la Recherche Nucleaire	Laboratório Europeu para Física de Partículas, onde surgiu a WWW		W3C
CGI	<i>Common Gateway Interface</i>	Um conjunto de regras que descreve a comunicação entre um servidor WWW e um programa (o "programa CGI") localizado na mesma máquina. Qualquer programa que trate entrada e saída conforme o padrão CGI pode ser considerado um programa CGI		Applet
Cliente		Um programa utilizado para manter contato e obter dados de um programa servidor localizado em um outro computador, geralmente distante. Um browser é um tipo específico de cliente		
CMI	<i>Computer-Managed Instruction</i>	Uso de computadores para registrar aprendizes, escalonar recursos de aprendizagem, controlar e orientar o processo de aprendizagem, bem como analisar e relatar o desempenho do aprendiz		CAI, CSLA
<i>Computer-Aided</i>		Esta expressão aplica-se em situações de instrução nas quais o computador desempenha uma função suplementar no desenvolvimento, entrega e armazenamento de alguns materiais de aprendizagem, mas em geral o processo de instrução é orientado por seres humanos	<i>Computer-Assisted</i>	

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
<i>Computer-Based</i>		Esta expressão é tipicamente utilizada quando tecnologias exercem um papel central no desempenho de algumas funções de gerenciamento e no desenvolvimento e entrega de materiais básicos de instrução		
CORBA	<i>Common Object Request Broker Architecture</i>	Uma arquitetura da OMG que possibilita objetos se comunicarem entre si, independentemente da linguagem de programação em que foram escritos ou do sistema operacional em que estão executando		
CSLA	<i>Computer Supported Learning Aid</i>	Tipo de aplicação do computador na educação que não envolve o seu uso como administrador ou controlador de instrução. Trata-se do uso do computador como elemento de apoio à aprendizagem. Refere-se a seu emprego como auxiliar em cálculos de um modo geral, levantamento bibliográfico ou ainda para sua inter-relação com outro de transmissão de dados à distância ou qualquer outro dispositivo		CAI, CMI
Dado		Dados são informações brutas - coleções de fatos que devem ser processados para serem significativos		
Dispositivo		Qualquer máquina ou componente conectado a um computador; por exemplo, impressora, <i>mouse</i> , monitor de vídeo e teclado		Hardware
<i>Download</i>		Copiar arquivo(s) de um computador remoto para um computador local	Baixar arquivo(s)	FTP, FTP anônimo, upload
DTD	<i>Document Type Definition</i> ou <i>Document Type Declaration</i>	Tipo de arquivo texto contendo regras para especificação de uma classe de hiperdocumentos SGML ou XML		
Elemento de dado		Um item específico de informação que aparece em um conjunto de dados; por exemplo, no caso do conjunto de dados ser conta-corrente, os elementos serão débito, crédito, etc		
<i>E-mail</i>	<i>electronic mail</i>	Mensagem, geralmente textual, enviada de uma pessoa para outra por meio do computador	Correio eletrônico	

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
Engenharia de <i>software</i>		<p>1. “Especificação, desenvolvimento, gerenciamento e evolução de softwares. Não restringida por materiais governados por leis físicas ou processos de manufaturação. Teorias, métodos e ferramentas necessárias para desenvolver <i>software</i>. Modelos evolutivos do mundo real”</p> <p>2. “Uma disciplina que visa à produção de <i>software</i> com qualidade, entregue no prazo e dentro do orçamento, satisfazendo às necessidades do usuário”</p> <p>3. “Projeto e desenvolvimento de <i>software</i> com alta qualidade. Aplicação de técnicas computacionais a uma variedade de problemas Engenheiros de <i>software</i> são resolvidores de problemas, ao invés de teóricos”</p> <p>4. “Engloba um conjunto de três elementos-chaves - métodos, ferramentas e processo - que possibilitam ao administrador controlar o processo de desenvolvimento de <i>software</i> e que fornecem ao desenvolvedor uma base para construir produtivamente <i>software</i> com alta qualidade”</p>		
FAQ	<i>Frequently Asked Questions</i>	Hiperdocumento que responde questões sobre algum tópico técnico	Dúvidas mais frequentes	
Ferramenta		No contexto da Engenharia de Software, ferramentas fornecem um suporte automatizado, ou semi-automatizado, para o processo e para os métodos		
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>	Uma forma muito comum de mover arquivos na Internet. Muitos computadores deixaram disponíveis na Internet repositórios de materiais publicamente acessíveis que podem ser obtidos por meio de FTP, entrando como o usuário <i>anonymous</i> ; por isso, esses computadores são denominados servidores de FTP anônimos		Download, FTP anônimo, upload
FTP anônimo		Mecanismo que permite a um cliente buscar dados disponibilizados em um computador, mesmo que o usuário não esteja cadastrado naquele computador		Archie, download, FTP, upload
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i>	Um formato comum para arquivos de imagem estática, especialmente adequado para imagens contendo grandes áreas da mesma cor		JPEG, MPEG

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
GII	<i>Global Information Infrastructure</i>	Infra-estrutura global de informação, que provê acesso e trabalho colaborativo sobre informações de quaisquer tipos (voz, imagens, vídeos etc)		SIM
Gopher		Aplicação baseada em menus textuais para integrar acesso à informação na Internet de forma uniforme. Com o desenvolvimento da WWW, está rapidamente se tornando obsoleta		
<i>Hardware</i>		O equipamento físico, englobando dispositivos mecânicos, elétricos ou eletrônicos, utilizado para construir um computador		
Hiper-documento		Documento que apresenta características de hipertexto ou hipermídia	Página (no contexto da WWW)	HTML, ligação
Hipermídia		Associação entre hipertexto e multimídia. Textos, imagens e sons tornam-se disponíveis conforme o leitor percorre as ligações existentes entre eles		
Hipertexto		Genericamente, qualquer texto com ligações para outros documentos - palavras ou frases no documento que podem ser escolhidas por um leitor, fazendo com que um outro documento seja exibido. O hipertexto procura simular o processo de pensamento associativo realizado pela mente humana, sendo um de seus objetivos melhorar estratégias de aprendizado existentes		Hiper-documento, hipermídia, ligação
<i>Homepage</i>		Possui vários significados. Esse termo foi criado para designar a página (ou hiper-documento HTML) que o browser utiliza quando é inicializado. O significado mais comum refere-se à página principal para uma empresa, organização, pessoa ou simplesmente a página principal dentre uma coleção de páginas WWW. Informalmente, qualquer página WWW costuma ser tratada como uma <i>homepage</i>	<i>home page</i>	
<i>Host</i>		Qualquer computador em uma rede que funcione como um repósitorio para serviços disponíveis a outros computadores na rede		

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>	Linguagem usada no desenvolvimento de hiperdocumentos disponíveis na WWW. É desenvolvida e mantida pelo W3C		Applet, CGI, Java, LaTeX, PDF, PostScript, RTF, SGML, site, XML
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>	Protocolo de comunicação de dados que possibilita a transferência de hiperdocumentos na WWW		HTML, WWW
ICAI	<i>Intelligent Computer-Assisted Instruction</i>	Sistema de instrução inteligente assistida por computador		CAI, ITS
IEEE	<i>The Institute for Electrical and Electronic Engineers, Inc.</i>	Instituto dos Engenheiros Elétricos e Eletrônicos		
IEEE-P1484		Comitê do IEEE para definir padronizações associadas a sistemas de educação mediada por computadores. O nome completo desse comitê é Learning Technology Standard Committee		
ILE	<i>Intelligent Learning Environment</i>	Ambientes de aprendizagem inteligente		ISLE
Informação		A informação é derivada dos dados ao associar fatos dentro de determinado contexto		
Inteligência artificial		Uma área das ciências da computação interessada em fazer com que os computadores se comportem como seres humanos		
Internet		Conjunto mundial de redes de computadores, interligadas através dos protocolos de comunicação TCP/IP		internet, IP
internet		Interconexão de duas ou mais redes		Internet
Intranet		Uma rede privada dentro de uma companhia ou organização que usa o mesmo tipo de software disponível na Internet, mas para uso interno apenas. Uma Intranet não precisa ser uma internet		

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
IP	<i>Internet Protocol</i>	IP define a unidade básica de transferência de dados e o formato exato de dados passados pela Internet, IP sozinho é semelhante ao sistema postal, permitindo-nos endereçar um pacote e colocá-lo no sistema, mas não há ligação direta entre o remetente e o destinatário. TCP/IP, por outro lado, estabelece uma conexão entre dois hosts de forma que eles possam enviar mensagens entre si por um período de tempo		
ISLE	<i>Intelligent Simulation Learning Environment</i>	Aplicação inteligente para simulação que também provê alguns tipos de suporte ao aprendizado		ILE
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>	Organização Internacional de Padrões, dedicada à definição de padrões internacionais em várias e diferentes áreas, a fim de possibilitar uma interação transparente com todos os hardwares e softwares. ISO não é uma abreviação, mas sim uma palavra derivada do termo grego <i>isos</i> que significa "igual". Qualquer que seja o país, a forma abreviada do nome desta organização é sempre ISO		MPEG, SGML
ITS	<i>Intelligent Tutoring System</i>	Aplicação projetada para reproduzir características-chave do comportamento de um professor humano. Além disso, ela dinamicamente adapta o conteúdo de aprendizagem às preferências, necessidades e objetivos específicos de um aprendiz, com base no assunto a ser ensinado e também na habilidade da aplicação quanto a métodos de instrução. Em geral, um ITS possui conhecimento sobre o domínio, métodos e estratégias tutoriais, sendo capaz de modelar o estado de aprendizado de um aprendiz		CAI, ICAI
Java		Linguagem de programação criada pela Sun Microsystems e projetada especificamente para escrever applets, os quais podem ser transferidos com segurança, via Internet, para o computador do usuário. Pode também ser usada para escrever programas executáveis fora da WWW		CGI, script, hiperdocumento, HTML

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
JavaScript		Linguagem para criação de scripts. Seu objetivo é possibilitar aos autores da WWW projetarem sites interativos. Embora compartilhe muitas características e estruturas da linguagem Java, ela foi desenvolvida independentemente. Javascript pode interagir com hiperdocumentos HTML		Applet, CGI
JDK	<i>Java Development Kit</i>	Software desenvolvido pela Sun Microsystems que implementa o conjunto básico de ferramentas necessárias para escrever, testar e depurar aplicações Java e applets		
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>	Formato para arquivos de imagem estática. Para imagens fotográficas, é melhor do que o formato GIF		MPEG
LATEX		Aplicação para composição de textos baseados no formatador TEX		HTML, PDF, PostScript, RTF
Linguagem de programação		Um vocabulário e conjunto de regras gramaticais para que um computador execute tarefas específicas		
Ligação		Ligação entre dois elementos de dados em um hiperdocumento	<i>Elo, link, hyperlink</i>	HTML
Lixo cibernético		Informações variadas sobre produtos e empresas, dados que pouca ligação têm com um assunto pesquisado e que, mesmo assim, são recuperados nas buscas por intermédio de catálogos na Internet		WWW
<i>Login</i>		Substantivo ou verbo. Como substantivo, designa o nome da conta usada para obter acesso a um sistema; ao contrário da senha, não é secreto. Como verbo, significa o ato de entrar em um sistema		
MBONE	IP Multicast Backbone	Uma extensão à Internet para suportar multicast. É muito utilizada para transmissão de vídeo e áudio ao vivo na Internet. Alcança muitos destinos com grande eficiência na transmissão dos pacotes		
Método		No contexto da Engenharia de Software, os métodos fornecem instruções práticas e técnicas para a construção de software. Eles compreendem um vasto conjunto de tarefas que incluem: análise de requisitos, projeto, construção de programas, teste e manutenção		

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
Mídia		Forma e tecnologia usadas para comunicar alguma informação. Apresentações multimídia, por exemplo, combinam diferentes tipos de mídia, tais como: texto, vídeo, músicas, voz, animações, gráficos e fotografias		Hipermídia, multimídia
Mosaic		Primeiro browser. Foi criado pelo NCSA		
MPEG	Moving Pictures Experts Groups	Padrão ISO para representação de vídeos		GIF, JPEG
<i>Multicast</i>		Envio de uma mesma mensagem para um grupo de computadores		
Multimídia		Uso simultâneo de dados em diferentes formas de mídia		Hipermídia, hipertexto
NCSA	National Center for Supercomputing Applications	Centro Nacional para Aplicações Supercomputacionais, onde foi desenvolvido o browser Mosaic		
<i>Newsgroup</i>		O nome para grupos de discussão na USENET		
Nó		Qualquer computador conectado a uma rede		
Objeto		Entidade auto-contida que inclui dados e procedimentos para manipulá-los		
Objeto distribuído		Um dos elementos básicos que fazem parte de uma aplicação distribuída		
OMG	<i>Object Management Group</i>	Organização disposta a estabelecer padrões de fato para serviços distribuídos baseados em objetos. Fazem parte da OMG empresas, indústria, academia e centros de pesquisa		CORBA, UML
ORB	<i>Object Request Broker</i>	Permite a comunicação transparente entre clientes e servidores em uma aplicação distribuída		CORBA, OMG
Pacote		Trecho de mensagem eletrônica transmitida em um tipo específico de redes de computadores		
PDF	Portable Document Format	Tipo de arquivo que vem se tornando um padrão <i>de facto</i> para a troca eletrônica de documentos		HTML, LaTeX, PostScript, RTF

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
<i>Plug-in</i>		No contexto da WWW, consiste em um programa com uma finalidade específica, como reproduzir um arquivo de áudio ou exibir um vídeo. A diferença entre ele e uma aplicação semelhante é o fato dele ser instalado como parte componente do browser		
Protocolo		Um formato para transmissão de dados entre dois dispositivos		
PostScript		Linguagem para descrever o <i>layout</i> e o conteúdo de uma página impressa, desenvolvida pela Adobe		HTML, LaTeX, PDF, RTF
Procedimento		Um conjunto de declarações de controle relacionadas que faz com que um ou mais programas sejam processados		
Processamento da informação		Um termo menos restrito que processamento de dados, englobando a totalidade das operações científicas e comerciais executadas pelo computador		
Processamento de dados		A preparação de fontes que contêm dados ou elementos básicos de informações e o trabalho com esses dados conforme regras precisas, tais como: operações de classificação (<i>sort</i> , cálculos, relatórios e registros		
Processamento distribuído		Classe de atividades para processamento de informação em que componentes discretos podem estar localizados em mais de um lugar e, conseqüentemente, requer algum tipo de comunicação entre componentes		Aplicação distribuída, objeto distribuído
Processo		No contexto da Engenharia de Software, um processo é um <i>framework</i> para as tarefas necessárias à construção de software com alta qualidade, definindo a abordagem que será adotada enquanto o <i>software</i> estiver em construção		
Programa		Uma seqüência de instruções que pode ser interpretada e executada por um computador		
Rede		Conexão de dois ou mais computadores que compartilham recursos		Internet, internet, Intranet
RM-ODP	<i>Reference Model - Open Distributed Processing</i>	Modelo de referência para objetos distribuídos desenvolvido pela ISO		CORBA, ORB

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
RTF	Rich Text Format	Formato de descrição de textos e gráficos desenvolvido por um grupo de companhias, inicialmente voltado para a transferência de documentos entre padrões Apple e Microsoft		HTML, LaTeX, PDF, PostScript
Sapiens	Sistema de apoio à APrendizagem (e ENSino)	Nome de um projeto da FAPESP		
<i>Script</i>		No contexto da WWW, é um programa simples que pode gerar documentos HTML, enviar mensagens eletrônicas, consultar bases de dados, dentre outras aplicações		Applet, CGI, Java, JavaScript
Senha		Um código secreto utilizado para obter acesso a um sistema fechado		Login
Servidor		Um computador, ou programa, que fornece um tipo específico de serviço ao programa cliente executando em outros computadores		
SGML	Standard Generalized Markup Language	Padrão ISO para documentos estruturados, consistindo em uma meta-linguagem cujo principal objetivo é estruturar logicamente um documento através da adição de marcas (<i>markups</i>) semânticas a trechos do conteúdo		HTML
SIM	Sistema de Informação Multimídia	Sistema de informação que utiliza multimídia ou hipermídia como forma de armazenamento da informação		GII
Sistema		Neste glossário computacional, esta palavra refere-se em geral a um conjunto de um ou mais computadores, seu software associado, dispositivos conectados, operadores (pessoas), processos físicos, meios de transferência de informações, etc., formando um organismo autônomo capaz de realizar o processamento de informações e/ou sua transferência		
Sistema de informação		O conjunto de todos os métodos de comunicação dentro de uma organização. A informação pode provir de muitas outras fontes que não a da unidade de processamento de dados, tais como: telefone, contato com outras pessoas ou estudo de uma operação qualquer		

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
Sistema de processamento de dados		Uma rede de equipamento de processamento de dados capaz de aceitar informações, processá-las conforme um plano e produzir os resultados desejados		
Sistema operacional		O programa mais importante executado por um computador porque ele realiza tarefas básicas, tais como: reconhecer entrada do teclado e enviar saída para a tela		
<i>Site</i>		Conjunto de hiperdocumentos na WWW, com determinadas características de conteúdo, navegação e apresentação	Site Web	
<i>Software</i>		<i>Software</i> consiste no conjunto de: 1.Instruções (programas computacionais) que, quando executadas, fornecem a função e o desempenho desejados 2.Estruturas de dados que possibilitam aos programas manipularem adequadamente as informações 3.Documentos que descrevem a operação e o uso dos programas		
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i>	Conjunto de protocolos de comunicação usados na Internet		
Telnet		Aplicação que possibilita realizar login a partir de qualquer computador conectado à Internet		
<i>Template</i>		Modelo com campos para inclusão de informações, que auxilia na produção de documentos, programas ou conjuntos de dados		
TEX		Aplicação particularmente adequada para produzir textos de alta qualidade com conteúdo matemático		LATEX
Tutor		Agente de software, componente de um ITS, responsável por verificar e inspecionar o conhecimento do aprendiz para descobrir se ele compreende ou não as informações fornecidas pelo ITS		
UML	<i>Unified Modeling Language</i>	Linguagem usada para especificação, construção, visualização e documentação de sistemas de software, assim como para a modelagem de negócios e outros sistemas não baseados em <i>software</i>		CORBA, OMG
Upload		Copiar arquivo(s) de um computador local para um computador remoto		Download, FTP

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>	O modo padronizado de fornecer o endereço de qualquer recurso na Internet que seja parte da WWW. Exemplos de URL: <code>http://www.icmc.sc.usp.br</code> , <code>telnet://bastion.dca.fee.unicamp.br</code> e <code>news://news.fee.unicamp.br/feec.posgrad.IA368F</code>		
USENET		Um sistema mundial de grupos de discussão, com comentários transmitidos entre centenas de milhares de máquinas. Nem todas as máquinas USENET estão na Internet, talvez metade. USENET é completamente descentralizada, com mais de 10.000 áreas de discussão, chamadas news-groups		
W3C	<i>The World-Wide Web Consortium</i>	Grupo de membros da academia e da indústria, fundado em 1994, para organizar a evolução da WWW. Entre seus membros, incluem-se: Apple Computers, AT&T, CERN, Deutsche Telekom, Digital Equipment Corporation, Eastman Kodak Company, Ericsson, IBM Corporation, Intel Corporation, Lotus Development Corporation, Microsoft Corporation, Netscape Communications, OMG, Silicon Graphics Inc. e Xerox Corporation		
WAIS	<i>Wide Area Information Services</i>	Aplicação para recuperação de informações na Internet e para indexação sobre dados em diversos formatos. Tornou-se obsoleta com o surgimento dos mecanismos de busca na WWW, como AltaVista, Cadê, RadarUOL, HotBot e Yahoo		
WAV		Formato de arquivo de áudio definido pela Microsoft e IBM		AU
<i>Whiteboard</i>		Aplicação que possibilita a dois ou mais usuários remotos visualizarem e interagirem em uma mesma janela gráfica mostrada nas telas de seus computadores		
WWW	<i>World Wide Web</i>	Sistema hipermídia mais utilizado atualmente, criado para a Internet	W3, Web	Applet, CGI, gopher, hiperdocumento, HTML, Java, site

Termo	Abreviação de	Definição informal	Sinônimo	Correlações
XML	<i>eXtended Markup Language</i>	Meta-linguagem utilizada na definição de linguagens para estruturação de hiperdocumentos. É um subconjunto de SGML. Considerada evolução de HTML, por permitir acesso e manipulação da estrutura e semântica do hiperdocumento. É desenvolvida e mantida pelo W3C		

Apêndice C

Workshop SAPIENS

O *Workshop* do Projeto SAPIENS foi realizado no dia 16 de dezembro de 2000, no Instituto de Ciências Matemáticas e Computacionais (ICMC) da USP, em São Carlos, SP. O evento contou com uma série de apresentações de membros do Projeto e de participantes em outros projetos de caráter similar. Ao final do evento, houve uma sessão de debates onde foram analisadas as diversas possibilidades de colaboração detectadas ao longo do evento.

Na abertura do evento, o coordenador do Projeto SAPIENS, Léo Pini Magalhães, fez uma breve exposição sobre a motivação inicial e o histórico das atividades propostas no âmbito do projeto. Em seguida, apresentou uma visão geral sobre a estrutura do *workshop*, que foi composto por três sessões de apresentações (Interação, Casos de Estudo e Avaliação) e uma mesa-redonda.

Sessão I: Interação

A primeira apresentação nessa sessão foi de Angel Pino (FE-UNICAMP), que apresentou palestra sobre o tema **A Interação e Interatividade no Processo de Aprendizagem em Ambiente Colaborativo**, onde discutiu-se o relacionamento entre tecnologia e semiótica. As possibilidades abertas pelo uso das tecnologias computacionais e de rede para a construção de uma rede semiótica pode colocar em prática o processo do conhecimento, pois “conhecer é estabelecer a relação entre dois elementos”.

A outra apresentação nessa sessão foi de Christian Medeiros Adriano (FEEC-UNICAMP), que apresentou o trabalho **Metáforas de Anotação e Paradigmas de Interação em Ambientes Educacionais**. Nesse trabalho, Adriano mostrou como as rupturas de modelo apontadas por Certeau — lugar e espaço, caminho e mapa, fronteira e ponte — direcionaram as decisões de definição de interfaces gráficas para o sistema de anotações desenvolvidas no contexto do projeto.

Sessão II: Casos de estudo

A segunda sessão iniciou-se com a apresentação de Maria das Graças Volpe Nunes (ICMC-USP), sobre o **Ambiente SASHE e Aplicações**. Nesse trabalho foi apresentado o modelo de aninhamento de contextos, resultado da cooperação do ICMC com a PUC-Rio, e uma metodologia para o

desenvolvimento de hiperdocumentos para ensino, EHD^M — *Educational Hyperdocument Design Method*(ver Seção 2.3.4).

Em seguida, o **Ambiente CALM** foi apresentado por Ivan Luiz Marques Ricarte (FEEC-UNICAMP). Foi apresentado inicialmente um histórico da evolução do protótipo, as hipóteses que direcionaram o seu desenvolvimento e o estado atual de sua implementação.

No encerramento dessa sessão, Maria da Graça Campos Pimentel (ICMC-USP) apresentou o **Projeto Classroom 2000**, ambiente no qual ela teve participação no desenvolvimento em um período na Georgia Tech, nos Estados Unidos. A ênfase da apresentação foi nos mecanismos de indexação hipermídia para permitir a revisão de aulas ministradas presencialmente com o apoio do ambiente.

Sessão III: Avaliação

No período da tarde, foi realizada a última sessão do *workshop*. A sessão iniciou-se com a apresentação de Valéria Tomas de Aquino, orientada da Prof. Sandra Maria Aluísio (ICMC-USP) sobre **Ambientes para Avaliação — Ensino a Distância**. Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar a correção automática de exames de proficiência em leitura em língua inglesa realizados no ICMC-USP, estando baseado em um modelo de testes (MPA — Medida de Probabilidade Admissível) que admite respostas com incertezas.

A segunda apresentação dessa sessão foi de Mara De Sordi (FE-UNICAMP), sobre o tema **Abordagens de Avaliação**. Nessa apresentação discutiu-se o uso da tecnologia na avaliação formativa e não simplesmente classificatória, destacando a importância de se encarar a avaliação como um espaço colaborativo. Segundo a apresentadora, a avaliação deve direcionar a busca por autonomia intelectual, não procurando “respostas certas” mas sim a elaboração de perguntas inteligentes.

Na sequência, Willie Dresler Leiva (ICMC-USP) apresentou sua proposta de um **WIS com apoio para avaliação**. Na construção do modelo que foi apresentado, a formação de testes de auto-avaliação de maneira personalizada foi um dos critérios considerados.

Finalmente, a sessão foi encerrada com a apresentação de Ludimila Monjardim Casagrande (ICMC-USP) sobre o **Sistema Atena** para a administração de cursos de extensão, que fez uma demonstração da execução do programa.

Encerramento

Ao final do *workshop*, houve uma mesa-redonda coordenada pelo Prof. Léo Pini Magalhães. Além de discutir oportunidades futuras de colaboração com outros projetos, os participantes do Projeto SAPIENS discutiram estratégias para a elaboração do relatório final de atividades.

Estiveram presentes no *workshop* os seguintes participantes do Projeto SAPIENS: Angel Pino Sirgado, Armando Luiz Nicolini Delgado, Christian Medeiros Adriano, Denise Bértoli Braga, Ellen Francine Barbosa, Ivan Luiz Marques Ricarte, Ivany Rodrigues Pino, José Carlos Maldonado, Ludimila Monjardim Casagrande, Léo Pini Magalhães, Mara Regina Lemes de Sordi, Paulo César Masiero, Raquel Santos Schulze e Willie Dresler Leiva.

Apêndice D

Conteúdo do CD-ROM

O CD-ROM anexo a este relatório reflete parte do material contido no *site* do Projeto SAPIENS, acessível pelo URL <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens>. Assim, contém parte do *software* gerado no projeto e publicações associadas.

Os principais diretórios do CD-ROM e conteúdo associado são:

Papers	Artigos relacionados a atividades do projeto publicados em congressos e revistas.
Reports	Relatórios técnicos desenvolvidos no âmbito do projeto, incluindo relatórios de bolsistas FAPESP (iniciação científica e mestrado) e os dois relatórios de atividades do projeto.
workshop	Programa e cópias das apresentações do <i>Workshop</i> SAPIENS (Apêndice C)
Seminars	Cópias de apresentações de divulgação do projeto realizadas por membros do projeto em outros eventos
calm/Distribution	<i>Software</i> para os protótipos CALM (Seção 2.2.1) e AnnotTool (Seção 2.2.2).
calm/contexts	Conteúdo de dois cursos gerados para teste do protótipo CALM.
doc	Documentos variados de apoio ao projeto.