

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação

Educação em Engenharia: O Desenvolvimento de um Aplicativo de Autoria para a Elaboração de Mapas Conceituais e Hipertextos

Autor: Joni de Almeida Amorim
Orientador: Prof. Dr. Mauro Sérgio Miskulin
Co-orientadora: Profa. Dra. Rosana Giaretta Sguerra Miskulin

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. Área de concentração: **Eletrônica, Microeletrônica e Optoeletrônica.**

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Alberto Favarin Murari FEEC/UNICAMP
Prof. Dr. Ivan Luiz Marques Ricarte FEEC/UNICAMP
Prof. Dr. Marcelo Araújo Franco CCUEC/UNICAMP

Campinas, SP
25 de fevereiro de 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Am68e

Amorim, Joni de Almeida

Educação em engenharia: o desenvolvimento de um aplicativo de autoria para elaboração de mapas conceituais e hipertextos / Joni de Almeida Amorim. --Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Mauro Sérgio Miskulin, Rosana Giaretta Sguerra Miskulin
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Autoria. 2. Sites da web - Desenho. 3. Sistemas de hipertexto. 4. Representação do conhecimento (teoria da informação). 5. Ensino a distância. I. Miskulin, Mauro Sérgio. II. Miskulin, Rosana Giaretta Sguerra. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. IV. Título.

Título em Inglês: Engineering Education: the Development of an Authoring Tool for Concept Mapping and Hypertext Construction

Palavras-chave em Inglês: Authoring, Web site design, Hypertext systems, Representation of knowledge (Information theory) e Distance education

Área de concentração: Eletrônica, Microeletrônica e Optoeletrônica

Titulação: Mestre em Engenharia Elétrica

Banca examinadora: Carlos Alberto Favarin Murari, Ivan Luiz Marques Ricarte e Marcelo Araújo Franco

Data da defesa: 25/02/2005

Resumo

Uma das atividades principais na aprendizagem eletrônica é o desenvolvimento de conteúdo. Este conteúdo pode ser de vários tipos: textos, sons, imagens, animações, vídeos, entre outros. De modo geral, espera-se que professores desenvolvam e publiquem tal conteúdo por conta própria. Diante da necessidade de reutilização e compartilhamento de informação na forma de arquivos de diversos tipos por alunos e professores, torna-se relevante investigar novas formas de se aumentar a produtividade durante a autoria ao mesmo tempo em que se busca o favorecimento da aprendizagem. Desenvolveu-se, nessa perspectiva, um aplicativo de autoria de módulos educacionais em hipertexto com modelagem e posterior navegação auxiliada por mapas conceituais. Entre os objetivos pedagógicos do aplicativo desenvolvido, destaca-se o fato deste permitir o trabalho com mapas conceituais, diagramas que buscam favorecer a aprendizagem significativa, a qual guarda forte relação com criatividade e inovação, temas de importância na Educação em Engenharia atual. Contudo, tal aplicativo permite não apenas o trabalho com mapas conceituais, mas também a confecção de hipertexto na forma de páginas HTML, deste modo tornando-se útil no processo de autoria de tutoriais, trabalhos escolares, aulas virtuais ou até mesmo na indexação de arquivos de vários formatos sobre um dado tema. No caso de aulas virtuais, o aplicativo seria utilizado por um especialista em conteúdo, o qual pode ser um professor, para preparar uma primeira versão de um módulo educacional que, posteriormente, poderia ser desenvolvido com mais detalhes por uma equipe, se necessário. O aplicativo de autoria desenvolvido se denomina COMA (Conceitos e Mapas) e seu uso potencial vai além da área de Educação em Engenharia dada a sua facilidade de uso, a sua distribuição gratuita e a sua interface multilíngüe.

Palavras-chave: Autoria, Educação em Engenharia, Hipertexto, Mapa Conceitual.

Abstract

One of the main activities in e-learning is content authoring. This content may be of several types: texts, sounds, animations, videos, etc. In general, it is expected from teachers to develop and publish this content by themselves. Due to the necessity of reusing and sharing information formatted as files of several kinds by students and teachers, it is relevant to investigate new ways of increasing productivity during the authoring process while trying to empower learning. In this perspective, it has been developed an application to author educational modules in hypertext with modeling and later navigation aided by concept mapping. Among the pedagogical objectives of the application developed, it can be mentioned that it allows working with concept maps, which are diagrams that favor meaningful learning. This learning theory is strongly related to creativity and innovation, themes of major importance in Engineering Education nowadays. But this application not only allows working with concept maps, it also develops hypertext as HTML pages. This makes it useful in the authoring process of tutorials, school work and virtual classes or in the indexation of files from several formats about a certain subject. In the case of virtual classes, the application would be used by a content expert, which may be a teacher; the purpose would be to prepare the first version of an educational module, which could be improved later on by a group of specialists, if needed. The authoring software is called COMA (Concepts and Maps) and its potential use goes beyond Engineering Education due to its easy of use, its free distribution and its multilingual interface.

Keywords: Authoring, Engineering Education, Hypertext, Concept Map.

"The power of a hypertext link is that 'anything can link to anything.'"

"O poder de uma ligação hipertextual é a de que 'qualquer coisa pode se ligar a qualquer coisa.'"

BERNERS-LEE et al. (2001) - "The Semantic Web" ("A Rede Semântica")

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditam que uma sociedade desenvolvida é uma sociedade onde se valoriza a educação acima de tudo.

Agradecimentos

Agradeço aos meus orientadores, Prof. Dr. Mauro S. Miskulin da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Profa. Dra. Rosana G. S. Miskulin do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), pela oportunidade de fazer parte de seu grupo de pesquisa e pelo seu interesse em desenvolver um trabalho de qualidade.

Agradeço ao Prof. Dr. Marcius F. H. Carvalho, pesquisador do Laboratório de Tecnologia e Gestão Empresarial do Centro de Pesquisas Renato Archer (CenPRA) do Ministério da Ciência e Tecnologia e professor da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), pelas suas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Vinícius A. Armentano e ao Prof. Dr. Takaaki Ohishi, ambos da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), pelas suas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Carlos Machado, professor universitário e pesquisador do Laboratório de Tecnologia e Gestão Empresarial do Centro de Pesquisas Renato Archer (CenPRA) do Ministério da Ciência e Tecnologia, pelas suas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à Profa. Dra. Heloisa Rocha e à Profa. Mariana R. C. Silva, ambas do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), por viabilizarem a utilização do ambiente TelEduc nas Faculdades Integradas do Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa e na Escola Americana de Campinas, envolvendo um total de mais de 1200 alunos em um período de quase três anos.

Agradeço aos meus supervisores e colegas de trabalho pelo interesse em utilizar experimentalmente soluções e metodologias por mim propostas.

Agradeço aos demais colegas e professores da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) não citados aqui mas que muito contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos meus pais por me ensinarem a valorizar a educação e a vê-la como um instrumento de mudança da sociedade e de desenvolvimento do ser humano.

Sumário

Lista de Figuras	xv
Glossário	xix
Trabalhos Publicados pelo Autor	xxi
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 Perspectivas Iniciais	1
1.2 Problemática e Questão Central de Investigação	9
1.3 Metodologia de Pesquisa	11
1.4 Estrutura da Dissertação	12
Capítulo 2 – Educação em Engenharia	15
2.1 Educação em Engenharia e sua Importância	18
2.2 Educação Mediada por Computador em Engenharia	24
2.3 Educação e Internet	25
2.4 Algumas Iniciativas da UNICAMP	34
Capítulo 3 – Tecnologias	42
3.1 Texto e Hipertexto	43
3.2 Dados e Meta-dados	44
3.3 Linguagens	47
3.3.1 Linguagens de Programação	48
3.3.2 Linguagens de Marcação	51
3.3.3 Linguagens de Modelagem	55
Capítulo 4 – Semiótica, Diagramas e Aprendizagem	59
4.1 Semiótica	61
4.1.1 A Semiótica de Charles S. Peirce	62
4.1.2 Semiótica e Educação em Engenharia	64
4.2 Diagramas	67
4.2.1 Engenharia e Diagramas	69
4.2.2 Mapas Conceituais	72
4.2.3 Grafos Existenciais de Peirce	75
4.2.4 Grafos Conceituais	77
4.3 Aprendizagem	78
4.3.1 Aprendizagem Significativa	80
4.3.2 Aprendizagem Colaborativa	87
Capítulo 5 – Software Educacional	98
5.1 Autoria	98
5.2 Ensino via Internet	102
5.2.1 e-Proinfo	103
5.2.2 WebCT	104

5.2.3 LON-CAPA	104
5.2.4 LARCWEB	105
5.2.5 TelEduc	106
5.3 Representação do Conhecimento	108
Capítulo 6 – Metodologias de Autoria de Material Instrucional para Internet	117
6.1 Metodologias	118
6.1.1 Metodologia PGL	119
6.1.2 Metodologia EDMC	121
6.1.3 Metodologia USP	124
6.1.4 Metodologia CDPAE	126
6.2 Metodologias e Educação em Engenharia	128
Capítulo 7 – Aplicativos Desenvolvidos e Metodologia de Desenvolvimento Utilizada	131
7.1 Metodologia de Desenvolvimento Utilizada	131
7.2 Primeiro Protótipo: Aplicativo COLA	137
7.2.1 Características	138
7.2.2 Casos de Uso	145
7.2.3 Conclusões Preliminares	151
7.3 Segundo Protótipo: Aplicativo COMA	153
7.3.1 Características	155
7.3.2 Casos de Uso	167
7.3.3 Conclusões Preliminares	167
Capítulo 8 – Propostas de Uso do Aplicativo COMA	169
8.1 Uso do Aplicativo por Alunos	169
8.1.1 Criando Mapas Conceituais com o COMA	170
8.1.2 Criando Mapas Conceituais e Hipertexto com o COMA	178
8.1.3 Criando Mapas Conceituais e Hipertexto com o COMA dentro do TelEduc	183
8.2 Uso do Aplicativo por Professores	189
8.3 Casos de Uso	191
8.3.1 Uso na FEEC da UNICAMP	191
8.3.2 Uso nas Fac. Integradas IPEP	209
8.3.3 Uso no IGCE da UNESP	218
8.3.4 Uso a Distância com Comunidade Virtual	219
8.4 Conclusões Preliminares	226
Capítulo 9 – Considerações Finais e Propostas para Trabalhos Futuros	228
9.1 Considerações Finais	228
9.2 Propostas para Trabalhos Futuros	230
Referências Bibliográficas	237

Lista de Figuras

- Figura 1.1 - Mapa Conceitual sobre "Mapas Conceituais".
- Figura 2.1 - Mapa conceitual da proposta original da WWW por Tim Berners-Lee.
- Figura 3.1 - "Mapa Conceitual da Tecnologia Java".
- Figura 3.2 - Parte do "Mapa Conceitual da Tecnologia Java" que trata da JVM.
- Figura 3.3 - Exemplo de anatomia mínima desejável de uma página.
- Figura 3.4 - Exemplo de anatomia mínima desejável de uma página no "Bloco de notas" do Windows.
- Figura 4.1 - Misto de mapa conceitual e fluxograma ("flowchart") que resume, em apenas oito procedimentos, como "Construir Bons Mapas Conceituais".
- Figura 4.2 - Um mapa conceitual para a frase "o menino come o doce" e um grafo relacional, que é um tipo de rede semântica, para a frase "o menino come o doce apressadamente".
- Figura 4.3 - Grafo Conceitual para a frase "Tom believes that Mary wants to marry a sailor".
- Figura 4.4 - Mapa conceitual sobre "Aprendizagem".
- Figura 4.5 - Representação esquemática do modelo de Ausubel indicando diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.
- Figura 4.6 - Mapa conceitual para a teoria dos campos conceituais de Vergnaud.
- Figura 4.7 - Mapeamento dos múltiplos sentidos e modalidades de trabalho coletivo e suas relações com a pesquisa.
- Figura 4.8 - Formulação dos complexos relacionamentos entre os elementos em uma atividade.
- Figura 5.1 - Exemplo de uso do StarTree em navegação de hipertexto sobre a NASA; ao movimentar o apontador do "mouse" sobre uma palavra ou frase à direita, como "Space Shuttle", o hipertexto correspondente aparece à esquerda.
- Figura 5.2 - Tela do software HiperEditor mostrando uma árvore hiperbólica.
- Figura 7.1 - Primeira versão da janela de edição de conceitos do COMA.
- Figura 7.2 - Segunda versão da janela de edição de conceitos do COMA.
- Figura 7.3 - Terceira versão da janela de edição de conceitos do COMA.
- Figura 7.4 - Primeira versão da janela para edição dos parágrafos de um hipertexto no COMA.
- Figura 7.5 - Terceira versão da janela para edição dos parágrafos de um hipertexto no COMA.
- Figura 7.6 - Imagem mostrando a área de trabalho do aplicativo COLA com um diagrama utilizado na modelagem de um tutorial sobre como utilizá-lo.
- Figura 7.7 - Página HTML com índice, gerada automaticamente, com "links" para as demais páginas.
- Figura 7.8 - Modelo ("template") sugerido para a construção de cada página HTML.
- Figura 7.9 - Inserção das diversas seções do hipertexto separadamente.
- Figura 7.10 - Construção da parte 2 do tutorial, chamada "Ilustrações".
- Figura 7.11 - Página HTML gerada após a construção da parte 2 do tutorial, chamada "Ilustrações".

- Figura 7.12 - Uma página de índice chamada “Tutorial.html” permite o acesso às demais, que são ocultadas, assim como são ocultados os arquivos que não sejam HTML.
- Figura 7.13 - O aplicativo COMA apresenta suporte multilíngüe, contemplando desde a sua primeira versão o Português, o Inglês e o Espanhol.
- Figura 7.14 - Exemplo bastante simplificado de mapa conceitual com quatro conceitos.
- Figura 7.15 - Detalhe indicando a função dos sete botões na barra de ferramentas.
- Figura 7.16 - Escolha da palavra e da imagem associadas a cada conceito do mapa conceitual.
- Figura 7.17 - Edição dos diversos parágrafos com possíveis imagens, endereços da Internet e "links" a arquivos que compõem cada página HTML associada a cada conceito.
- Figura 7.18 - Exemplo de página HTML gerada pelo aplicativo COMA.
- Figura 7.19 - Exemplo simplificado de página de índice gerada pelo aplicativo COMA.
- Figura 7.20 - Possível configuração da área de trabalho na fase de edição do hipertexto, com três janelas.
- Figura 8.1 - Ao se iniciar o uso do COMA, escolhe-se inicialmente a opção por língua; neste caso, as opções disponíveis são Inglês, Espanhol e Português.
- Figura 8.2 - Janela do COMA, em Inglês, que surge após a escolha da opção “Novo” no menu “Mapa Conceitual”.
- Figura 8.3 - Janela do COMA, em Português, que surge após a escolha da opção “Inserir Conceito” ao se clicar no botão com a letra C na barra de ferramentas.
- Figura 8.4 - Janela do COMA, em Português, após a inserção de dez conceitos.
- Figura 8.5 - Janela do COMA, em Português, após a inserção de relações entre os dez conceitos do mapa.
- Figura 8.6 - Janela do COMA, em Português, após a inserção de exemplos como caixas de texto na cor laranja.
- Figura 8.7 - Janela do COMA, em Português, que surge após clicar-se duas vezes sobre um conceito do mapa conceitual.
- Figura 8.8 - Janela do COMA, em Português, que surge após clicar-se no botão que permite editar o hipertexto na janela de edição de um conceito.
- Figura 8.9 - Janela de um software de navegação para Internet que mostra a página HTML associada a um conceito do mapa conceitual.
- Figura 8.10 - Janela do COMA, em Português, que permite a edição do índice.
- Figura 8.11 - Questão fundamental como título do novo item do portfólio e lista de conceitos em parte reservada para o texto.
- Figura 8.12 - A anexação de arquivos no TelEduc é possível para qualquer item do portfólio.
- Figura 8.13 - A inclusão de endereços no TelEduc é possível para qualquer item do portfólio.
- Figura 8.14 - Fotos mostrando parte dos alunos da disciplina “Pesquisa Operacional”.
- Figura 8.15 - Foto mostrando aluno utilizando o aplicativo COMA, à esquerda; foto mostrando aluno contando com o auxílio do pesquisador, à direita.
- Figura 8.16 - A ferramenta “Material de Apoio” do TelEduc foi utilizada para a disponibilização dos arquivos para os alunos.
- Figura 8.17 - Mapa Conceitual sobre “Pesquisa Operacional” feito com o aplicativo COMA.

- Figura 8.18 - Diagrama chamado “Mapa Conceitual para Localização de Extremos” que resume o procedimento para localização de extremos de funções.
- Figura 8.19 - Diagrama que sintetiza conceitos relacionados à análise de sensibilidade.
- Figura 8.20 - Dois diagramas feitos pelo mesmo aluno: “Método Simplex” e “Método Gráfico”.
- Figura 8.21 - Diagrama tratando de “modelamento de problemas para otimização”.
- Figura 8.22 - Diagrama sobre “fluxo em redes”.
- Figura 8.23 - Diagrama sobre o “procedimento de formulação de um modelo matemático”.
- Figura 8.24 - Mapa Conceitual sobre “Engenharia”.
- Figura 8.25 - Diagrama muito extenso na horizontal; a visualização por completo na tela do computador não era possível.
- Figura 8.26 - Mapa Conceitual sobre “Programação Linear”.
- Figura 8.27 - Diagrama preparado para aula de informática que introduzia o conceito de “Rede de Computadores”.
- Figura 8.28 - Diagrama preparado para aula de matemática sobre o tema “Problemas Financeiros”.
- Figura 8.29 - Diagrama preparado para aula de informática que introduzia os conceitos de “software” e “hardware”.
- Figura 8.30 - Diagrama preparado para aula de matemática que introduzia o conceito de “Regime de Juros”.
- Figura 8.31 - Exemplo de hipertexto gerado pelo COMA para módulo chamado “Aula Virtual de Informática”.
- Figura 8.32 - Exemplo de hipertexto gerado pelo COMA, onde alunos devem interpretar um diagrama e responder questões.
- Figura 8.33 - Ferramenta “Diário de Bordo” do TelEduc, a qual permitiu que cada participante refletisse sobre suas experiências ao realizar as atividades propostas e ao interagir com os demais participantes.

Glossário

- Applets – Em linhas gerais, "Applets" são pequenos aplicativos (programas) Java, feitos portanto com a linguagem de programação Java, mas que funcionam dentro de uma página HTML, que é uma linguagem de marcação para páginas na Internet; estes pequenos programas Java permitem estender as funcionalidades das páginas da Internet; tais programas são executados por um navegador "Web" em uma plataforma que tenha uma JVM se estes forem referenciados por um documento HTML.
- Caso de uso – Neste trabalho, a menos que seja feita menção em contrário, significa experimento envolvendo a utilização de software educacional em situações de ensino e/ou aprendizagem.
- COLA – Abreviação de "Content Object Linking Administration Tool"; é um aplicativo voltado à elaboração de diagramas e hipertexto.
- COMA – Abreviação de Conceitos e Mapas; é um aplicativo voltado à elaboração de diagramas e hipertexto.
- EaD – Educação a Distância; de acordo com o Decreto 2.494, de 10 de fevereiro de 1998, *“é uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação”*.
- Hipermídia - Termo mais recente que hipertexto; enfatiza a presença dos componentes não-textuais do hipertexto, como animação, som e vídeo.
- Hipertexto - Um texto interligado em uma teia complexa e não-seqüencial de associações em que o usuário pode navegar por tópicos afins.
- HTTP – Do inglês “Hypertext Transfer Protocol”, é o protocolo de transferência de hipertexto; trata-se de um protocolo para sistemas de informação hipermídia distribuídos e colaborativos.
- HTML – Do inglês “HyperText Markup Language”, é a linguagem de marcação de hipertexto; tornou-se a língua franca para a publicação de hipertexto na WWW, tanto por ser um formato não-proprietário como por poder ser criada e processada por uma grande quantidade de aplicativos.
- Hyperlink – O "hyperlink", muitas vezes abreviado como "link", é uma ligação hipertextual que representa uma combinação de um "link" (ligação) com a semântica de uma referência externa; tal referência seria algo considerado fora de um documento original, com um certo conteúdo; assim, a ligação hipertextual é uma combinação de uma ligação com um comportamento, de modo que o usuário reconheça e ative tal ligação de forma simples, o que permite a recuperação e a exibição de algo fora do documento original logo após a ativação; uma ligação hipertextual local seria simplesmente uma âncora que aponta para uma parte do documento corrente.
- JVM – A portabilidade da linguagem Java advém da existência da JVM ("Java Virtual Machine"), que é a Máquina Virtual Java para a plataforma na qual se pretende executar um programa em Java; quando um código em Java é compilado, um arquivo com extensão .class, chamado "bytecode", é gerado; "bytecode" é uma espécie de codificação em um formato que qualquer JVM entenda; ou seja: a JVM é uma máquina imaginária implementada via software ou hardware que executa instruções vindas de "bytecodes"; assim, para que um programa feito em

Java rode em uma plataforma, seja ela um celular ou uma geladeira, basta que a máquina em questão tenha uma JVM específica.

- MathML – A linguagem de marcação para matemática, do inglês “Mathematical Markup Language”, é uma variante de XML que pretende representar de maneira mais eficiente expressões técnicas que envolvem matemática; ou seja: busca descrever notações matemáticas e capturar tanto o seu conteúdo como sua estrutura; o objetivo do desenvolvimento da MathML é o de permitir que a matemática seja importada, exportada e processada com a mesma facilidade com que se processam textos em páginas HTML; tal linguagem tem grande importância pois permite que se utilize a Internet para publicar material científico com mais facilidade.
- Plug-in – Um “plug-in” é um arquivo contendo dados utilizados para alterar, melhorar ou ampliar a operação de um aplicativo; os navegadores suportam "plug-ins" que mostram ou interpretam um formato particular de arquivo ou protocolo como Shockwave, RealAudio, Adobe PDF, entre outros; o arquivo a ser mostrado é incluído em uma página "Web" utilizando uma "tag".
- Protocolo – Uma definição de normas para possibilitar a comunicação entre computadores diferentes; a comunicação global pela Internet depende da definição e do uso internacional de um único protocolo.
- SCORM – O “Sharable Content Object Reference Model”, ou Modelo de Referência para Objeto de Conteúdo Compartilhável, permite que se agreguem material didático e meta-dados para a importação e exportação; estas especificações em XML oferecem uma ligação crucial entre os repositórios para conteúdo de aprendizagem e os sistemas de gerenciamento de aprendizagem; trata-se, assim, de um sistema internacional de padronização digital de conteúdos de aprendizagem que visa facilitar a interatividade, acessibilidade e reutilização entre ambientes de aprendizagem eletrônica; em 2005, a Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação do Brasil, no âmbito do Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância (PAPED), incentivava o desenvolvimento de aplicações tecnológicas para fins educacionais multiplataforma e preferencialmente no padrão SCORM.
- Tag – A linguagem HTML é uma linguagem de editoração de páginas para Internet que utiliza marcadores (“tags”) padronizados; o marcador utilizado no início de um trecho é também utilizado no final, mas no segundo o nome do marcador é precedido por uma barra (/); exemplificando-se, utiliza-se para se indicar negrito (“bold”), colocando-se o texto entre as marcações e .
- TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação.
- URL – Do inglês "Uniform Resource Locator", é um endereço que identifica um documento ou recurso na WWW.
- WWW – Normalmente abreviada para “Web” (teia), vem do inglês “World Wide Web”; significa larga teia mundial e é naturalmente usado com relação à Internet, visto que a disposição física de uma rede, com cabos interligando os pontos, lembra uma teia de aranha; na proposta original de Tim Berners-Lee, a WWW é apresentada como um sistema de hipertexto denominado "Mesh"; tal sistema foi apresentado em 1989.
- XML – A linguagem de marcação extensível, do inglês “Extensible Markup Language”, é o formato universal para dados e documentos estruturados na WWW e permite que sejam definidos os formatos de marcação quando o HTML não é adequado; um modelo de objeto de documento oferece maneiras de se manipular HTML, usando um conjunto de métodos e tipos de dados definidos independentemente de linguagens de programação ou de plataformas computacionais.

Trabalhos Publicados pelo Autor

1. MISKULIN, R. G. S. & AMORIM, J. A. & SILVA, M. R. C. (2005). "As Possibilidades Pedagógicas do Ambiente Computacional TelEduc na Exploração, Disseminação e Representação de Conceitos Matemáticos" - Capítulo do livro "Ambientes Virtuais de Aprendizagem" - URL: <http://eadgo.com/livro> - Organizador: Rommel Barbosa - Publicação: prevista para maio de 2005 pela Editora Artmed - URL: <http://www.artmed.com.br/>
2. AMORIM, J. A. & OHISHI, T. & MACHADO, C. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. (2005). "O Ensino de Pesquisa Operacional e a Utilização de Software na Elaboração de Mapas Conceituais: A Perspectiva dos Alunos". Trabalho aceito para apresentação e publicação no I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa - URL: <http://www.ucdb.br/eventos/eventos.php?menu=inicial&cod=35> - 20 a 23 de abril de 2005 - Campo Grande, MS.
3. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. & SILVA, M. R. C. (2005). "Formação de Professores no Uso de Mapas Conceituais e Hipertexto em Educação: Relato de Experiência Envolvendo a Criação de uma Comunidade Virtual com o Software TelEduc". Trabalho aceito para apresentação e publicação no I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa - URL: <http://www.ucdb.br/eventos/eventos.php?menu=inicial&cod=35> - 20 a 23 de abril de 2005 - Campo Grande, MS.
4. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. (2005). "Internet e Teoria da Aprendizagem Significativa: Uma Proposta de Ambiente de Suporte para Ensino-Aprendizagem". Trabalho aceito para apresentação e publicação no I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa - URL: <http://www.ucdb.br/eventos/eventos.php?menu=inicial&cod=35> - 20 a 23 de abril de 2005 - Campo Grande, MS.
5. BIANCHINI, D. & AMORIM, J. A. (2005). "Telecomunicações e Aprendizagem Significativa: Relato de Experiência Envolvendo a Utilização de Mapas Conceituais na Sala de Aula de Engenharia". Trabalho aceito para apresentação e publicação no I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa - URL: <http://www.ucdb.br/eventos/eventos.php?menu=inicial&cod=35> - 20 a 23 de abril de 2005 - Campo Grande, MS.
6. AMORIM, J. A. & ARMENTANO, V. A. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. (2005). "Uso do TelEduc como um Recurso Complementar no Ensino Presencial" - Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância - Associação Brasileira de Educação a Distância - URL: <http://www.abed.org.br/> - ISSN 1806-1362 - Vol.3, Nº 1, Janeiro, 2005.
7. AMORIM, J. A. & PIRES, D. F. & ROPOLI, E. A. & RODRIGUES, C. C. (2004). "O Professor e sua Primeira Página na Internet: Uma Experiência de Uso do Ambiente TelEduc" - Revista Brasileira de Informática na Educação - Sociedade Brasileira de Computação (SBC) - URL: <http://www.sbc.org.br/sbc/publicacoes/revistaie/> - ISSN 1414-5685 - Volume 12, Nº 1, Janeiro-Junho de 2004.

8. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. (2004). "Modelagem Conceitual, Autoria e Educação a Distância em Engenharia: O Software COMA". World Conference on Engineering and Technology Education (WCETE'2004) - URL: <http://www.copec.org.br/wcete2004/> - March 14 to March 17, 2004. Guarujá/Santos (Brasil): Conselho de Pesquisas em Educação e Ciências e "Institute of Electrical and Electronics Engineers" (IEEE), 2004.
9. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. (2003). "COMA - Conceitos e Mapas" - Revista Brasileira de Informática na Educação - Sociedade Brasileira de Computação (SBC) - URL: <http://www.sbc.org.br/sbc/publicacoes/revistaie/> - ISSN 1414-5685 - Volume 11, N° 2, Julho-Dezembro de 2003.
10. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. (2003). "COMA: Conceitos, Mapas e Autoria de Material Instrucional em Hipertexto" - Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância - Associação Brasileira de Educação a Distância - URL: <http://www.abed.org.br/> - ISSN 1806-1362 - Vol.2, N° 2, Setembro, 2003.
11. AMORIM, J. A. (2003). "A Educação Matemática, a Internet e a Exclusão Digital no Brasil" - Educação Matemática em Revista - Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - URL: <http://www.sbem.com.br/matemrev.html> - ISSN 1517-3941 - Ano 10, N° 14, Agosto, 2003.
12. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. (2003). "Mapas Conceituais, Autoria e Educação a Distância: O Software COMA". XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (SBC2003), Campinas (Brasil) – URL: <http://www.dcc.unicamp.br/sbc2003/> - 2 a 8 de Agosto de 2003.
13. PIVA JR., D. & AMORIM, J. A. & MISKULIN, M. S. & FREITAS, R. L. & MISKULIN, R. G. S. (2002). "AUXILIAR: Uma Aplicação de Inteligência Artificial que Possibilita a Potencialização da Aprendizagem em Ambientes Colaborativos de Ensino". XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE - 12, 13 e 14 de novembro de 2002 - URL: <http://www.inf.unisinos.br/~sbie2002/> - São Leopoldo (Brasil): Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2002.
14. AMORIM, J. A. & MISKULIN, R. G. S. (2002). "Compartilhamento e Reutilização de Material Didático Multimídia". X Congresso Interno de Iniciação Científica, Campinas (SP) - URL: <http://www.prp.unicamp.br/pibic/xcongresso/> - 25 a 26 de Setembro de 2002.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Perspectivas Iniciais

NOVAK (1998), especialista em aquisição, representação e retenção do conhecimento, indica que idéias, habilidades e conhecimento, ou seja, recursos humanos, vêm tomando o lugar de outros recursos enquanto maior fonte de vantagem competitiva para as empresas e as nações. No momento atual, o recurso econômico básico já não é mais o capital, os recursos naturais ou o trabalho, mas sim o conhecimento. Em termos econômicos, valor é agora criado por produtividade e inovação, ambos conceitos resultantes das aplicações do conhecimento ao trabalho. Nesse sentido, tanto indivíduos em instituições de diferentes tipos como as instituições em si devem se dedicar à aprendizagem contínua, transformando informação em conhecimento, e aplicando este conhecimento na busca de produtividade e inovação (AMORIM & MACHADO, 2004).

Conforme indicam FARIA & SILVA (2004), tendo como base depoimentos de professores, as instituições educacionais têm uma dificuldade estrutural em inovar, experimentar e reinventar modelos pedagógicos, sejam eles voltados ao ensino presencial ou ao ensino virtual. Ou seja: há uma forte resistência à inovação e, por isso, instituições educacionais precisam estimular seus professores, inclusive oferecendo treinamentos em tecnologia dado que o conhecimento limitado de informática pode contribuir para esse resultado.

Na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)¹, por exemplo, já existem fóruns permanentes que discutem como o fluxo do conhecimento, que parte das ciências básicas e segue até as aplicações finais, atua como premissa para viabilizar o contínuo processo de pesquisa e desenvolvimento que leve à criação de novos produtos, processos e serviços. Tais fóruns pretendem incentivar visões distintas sobre os temas tratados e constituem um núcleo de convergência para a interdisciplinaridade. Também nesta universidade, um grupo de jornalistas ligado à reitoria tem como

objetivo criar e aperfeiçoar estratégias de comunicação que estimulem a apropriação do conhecimento gerado em meio acadêmico pelo conjunto da sociedade brasileira por meio de um boletim eletrônico dedicado à Inovação Tecnológica. O referido boletim, acessível via Internet, faz parte de um projeto ainda maior. Trata-se da Agência de Inovação da UNICAMP (INOVA)², a qual busca estabelecer uma rede de relacionamentos desta universidade com a sociedade para incrementar as atividades de pesquisa, ensino e avanço do conhecimento. No Brasil, a INOVA tem como missão contribuir aos objetivos nacionais de criação de desenvolvimento sustentável e socialmente responsável, na perspectiva de fortalecimento do sistema nacional de inovação.

A inovação é dependente da criatividade. Segundo MORONI (2003), é da interação de três elementos que resulta a criatividade. Tais elementos seriam necessários para uma idéia criativa acontecer; são eles: uma cultura que contém regras simbólicas, uma pessoa que traz novidades dentro do domínio simbólico e um júri de especialistas que reconhecem e validam a inovação. Assim, a criatividade surge da interação dos pensamentos de uma pessoa com um contexto sócio-cultural; trata-se de um fenômeno sistêmico ao invés de um fenômeno individual e, por isso, deve ser elaborada de maneira a ser compreensível por outros. Para tanto, as novas tecnologias não apenas viabilizam a comunicação necessária à divulgação de uma possível inovação, como podem também potencializar tal comunicação caso sejam adequadamente utilizadas.

No mundo atual, vêm naturalmente surgindo novas estratégias de comunicação entre os diversos setores da sociedade devido à crescente convergência (OECD, 2001)³ das bases sobre as quais se alicerçam a economia, a sociedade e a pedagogia. A alfabetização digital (AMORIM, 2003^A) adquirida e desenvolvida através do uso educacional de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)⁴ passa a ser de fundamental importância no trabalho e no entretenimento da vida contemporânea.

Neste novo contexto de busca por produtividade e inovação, a sociedade cada vez mais espera que as escolas promovam a formação de indivíduos criativos e independentes que possam resolver

¹ Internet - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. *Fórum Permanente de Conhecimento e Tecnologia da Informação: Gestão do Conhecimento*. Coordenadoria de Relações Institucionais e Internacionais (CORI). Data do Fórum: 11 de Novembro de 2003. URL: <http://www.cori.unicamp.br/foruns/foruns-tecno.htm> - Acesso: 12 de Setembro de 2004

² Internet - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. *Agência de Inovação (INOVA)*. URL: <http://www.inova.unicamp.br/> - Acesso: 9 de abril de 2004

³ Internet - OECD (2001). Organisation for Economic Co-Operation and Development - "Learning to Change: ICT in Schools" - Schooling for Tomorrow - OECD Code 962001131P1 - ISBN 9264196528 - November, 2001 - URL: <http://oecdpublications.gfi-nb.com/cgi-bin/OECDBookShop.storefront/EN/product/962001131P1> - Access: February 3, 2004

⁴ Internet - Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, Tecnologia da Informação e da Comunicação - Educação, Ciência e Tecnologia - Faculdade de Educação - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.posgrad.fae.unicamp.br/area2.html> - Acesso: 9 de abril de 2004

problemas e gerenciar sua aprendizagem por toda a vida; tais qualidades são efetivamente promovidas pelo uso de TIC. Uma tecnologia de grande importância em Educação atualmente é a Internet.

A Internet (MISKULIN & AMORIM & JORGE, 2002) é uma grande rede formada de inúmeras outras redes de menor tamanho; hoje, está presente na maioria dos países do mundo e em diversos cenários. A Internet foi originalmente desenvolvida para uso militar mas atualmente já é vista como uma espécie de estrada mundial da informação, oferecendo informação sobre praticamente qualquer assunto imaginável; sendo, em um certo sentido, uma enorme biblioteca e também um meio de comunicação síncrono e assíncrono de grande eficiência, a pesquisa sobre o seu uso em Educação vem ganhando cada vez mais importância. Uma área de pesquisa da Engenharia que se beneficia fortemente das possibilidades oferecidas pela Internet (MURARI & AMORIM, 2004) é a Educação em Engenharia.

A "IEEE Education Society"⁵, uma das mais importantes entidades internacionais dedicadas ao ensino de Engenharia, reconhece como parte das responsabilidades da Educação em Engenharia a Educação Continuada e Educação Básica (K-12), o recrutamento e retenção de estudantes que representem a diversidade da população, a incorporação da história e do impacto social da tecnologia nos cursos de graduação em Engenharia e a "Alfabetização Tecnológica" da população de "não-engenheiros".

Dentre os campos de interesse da "IEEE Education Society"⁶, destacam-se: Métodos Educacionais; Tecnologia Educacional; Materiais Instrucionais; História da Ciência e da Tecnologia; e Programas de Desenvolvimento Profissional e Educacional. No contexto deste trabalho, a Aprendizagem Significativa de AUSUBEL (2000) serve de base para o desenvolvimento de Métodos Educacionais que levam a Teorias Educacionais como a que propõe Novak⁷, segundo a qual a integração construtiva de pensamento, emoção e ação, leva ao fortalecimento na busca de responsabilidade e comprometimento. Esta pesquisa de mestrado propõe a utilização de mapas conceituais (TURNS & ATMAN & ADAMS, 2000) para favorecer a aprendizagem significativa. Ambientes para Educação Mediada por Computador como o TelEduc (AMORIM & ARMENTANO & MISKULIN & MISKULIN, 2005) ou aplicativos de autoria de hipertexto (AMORIM, 2003^B) seriam

⁵ Internet - Strategic Plan - IEEE Education Society - URL: <http://www.ewh.ieee.org/soc/es/strategicplan.html> - Acesso: 27 de janeiro de 2005

⁶ Internet - Education Society's Goals, Objectives, and Field of Interest - IEEE Education Society - URL: <http://www.ewh.ieee.org/soc/es/index.html> - Acesso: 27 de janeiro de 2005

⁷ Nota: "A Theory of Education, by J. Novak: meaningful learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility." - NOVAK, J. D. (1998). "Learning,

exemplos de Tecnologias Educacionais enquanto os sistemas de hipertexto com conteúdo educacional publicados na Internet seriam exemplos de Material Instrucional (AMORIM & MISKULIN, 2002).

A Educação em Engenharia vem tratando, tradicionalmente, dos aspectos pedagógicos relativos ao ensino em Engenharia, como se verifica em CASTRO JR. & MURARI (2003), em BIANCHINI & AMORIM (2005) e em MACHADO & AMORIM & CARVALHO (2004). Tal área de pesquisa deve considerar, entre tantos outros aspectos, os planos nacionais do governo brasileiro (AMORIM, 2001). O Plano Nacional de Pós-Graduação, por exemplo, é um documento preparado por uma comissão interministerial para orientar a abertura de novos cursos e a atualização de currículos; de acordo com MOISÉS (2003), as necessidades do País em áreas que demandarão mais profissionais, ou seja, áreas estratégicas nas quais o Brasil terá de investir nos próximos anos se quiser ter pessoas capacitadas para competir no mercado global, dividem-se em cinco grandes áreas: (1) biotecnologia e engenharia genética, (2) engenharia de software e hardware, (3) semicondutores, (4) relações internacionais e (5) petroquímica. Em uma rápida análise, percebe-se que a única dessas áreas que não guarda relação direta com a engenharia seria relações internacionais.

Dada a importância cada vez maior da ciência e da tecnologia em nossa Sociedade da Informação⁸, fato que se confirma pelo Plano Nacional de Pós-Graduação mencionado acima, aumenta a necessidade de que mais e mais alunos do ensino médio sejam motivados a seguirem carreiras em engenharia e áreas afins como matemática e ciências. Inclusive, o Programa Sociedade da Informação no Brasil, quando trata da Educação, tem como uma de suas diretrizes básicas o apoio aos esquemas de aprendizado, de educação continuada e a distância baseados na Internet e em redes, mediante fomento ao ensino, auto-aprendizado e certificação em TIC em larga escala. Outra diretriz se refere à implantação de reformas curriculares, conforme discute AMORIM (2002), visando ao uso de TIC em atividades pedagógicas e educacionais, em todos os níveis da educação formal. Assim, pesquisadores da área de Educação em Engenharia vêm também buscando tratar de aspectos motivacionais (AMORIM & MACHADO, 2001) da educação matemática (AMORIM & MISKULIN, 2001^B) e de ciências (MENDES & AMORIM & MISKULIN, 2002) no nível do ensino médio; o intuito, portanto, se refere à busca de metodologias inovadoras (AMORIM & MISKULIN & MACHADO, 2001) que levem a um incremento do interesse de alunos do ensino médio pelas áreas de engenharia, matemática e ciências.

Creating, and Using Knowledge: Concept Maps As Facilitative Tools in Schools and Corporations" - Lawrence Erlbaum Associates - ISBN: 0805826262 - URL: <http://www.erlbaum.com/>

⁸ Internet - Programa Sociedade da Informação no Brasil - URL: <http://www.socinfo.org.br/> - Acesso: 20 de dezembro de 2003

Na perspectiva da importância cada vez maior da ciência e da tecnologia, novas habilidades devem ser desenvolvidas. As habilidades técnicas de utilizar o computador para buscar e tratar informação, ao utilizar processadores de textos e planilhas eletrônicas assim como para se comunicar eletronicamente, são vistas hoje não apenas como pré-requisitos para determinados trabalhos (NPA, 2001)⁹, mas também como habilidades desejáveis a alunos tanto no ensino médio como na universidade.

Para se desenvolver tais habilidades, deve-se compreender como funcionam tecnologias de software e hardware e como essas tecnologias viabilizam o tratamento da informação e a comunicação em ambientes que se utilizam dos novos paradigmas que surgem com o uso educacional da Internet. Em um certo sentido, o computador é um sistema simbólico¹⁰ o qual tem como código original símbolos que representam zeros e uns; tais símbolos por sua vez representam conjuntos de instruções matemáticas; tais instruções codificam palavras, imagens e sons. Desta feita, esse sistema simbólico permite a transformação das experiências em informações ordenadas, armazenáveis, representáveis de diferentes formas e de fácil recuperação, para compartilhamento em ambientes virtuais, em especial a Internet. Nesse contexto, o hipertexto e a hiperídia têm fundamental importância na Educação, em especial na Educação em Engenharia, ao permitir o intercâmbio facilitado da informação e uma maior qualidade da comunicação.

Nos computadores, o hipertexto é comumente definido como um texto interligado em uma teia complexa e não-seqüencial de associações em que o usuário pode navegar por tópicos afins; ou seja: sistemas de hipertexto têm como fundamento básico a modularização de idéias, o que significa que uma idéia pode ser referenciada em um ou mais pontos e que ao leitor se permite escolher diferentes sucessores para uma idéia. Estruturalmente, o hipertexto é um grafo direcionado. Um sistema de hipertexto, segundo SALGADO et al. (1992), é uma forma de administração de informação na qual os dados são armazenados em uma rede de nós, sendo que tais nós podem conter qualquer tipo de informação codificada digitalmente, como texto, som, imagem, animação, programas de computador, etc. As ligações (“links”) entre nós podem ser ativadas por um dispositivo indicador como o “mouse”, por exemplo. Deste modo, o hipertexto permite descrever documentos digitais que expressam estruturas de idéias não-lineares, em oposição ao formato linear dos livros, dos filmes e da fala. Em um

⁹ Internet - NPA (2001). “Building a Digital Workforce - Part 1: Raising Technological Skills” - NPA Report #303 - ISBN 0-89068-158-9 - National Policy Association - November 2001 - URL: http://www.npa1.org/DigitalDivide/part1_sum.htm - Acesso: 20 de dezembro de 2003

¹⁰ Internet - BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais - Orientações Educacionais Complementares - Ensino Médio - Linguagens, Códigos e suas Tecnologias*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ministério da Educação. URL: <http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/ftp/Linguagens.pdf> - Acesso: 20 de dezembro de 2003

sistema de hipertexto, a interface gráfica deve requerer o mínimo possível de sobrecarga cognitiva para seu uso permitindo assim que seja utilizada por leigos.

CROCOMO (2003) ressalta a importância crescente da Internet como forma de divulgação de conhecimentos mas salienta, entretanto, que ainda há uma ênfase na disponibilização de textos. Deve-se, neste sentido, dotar de características cada vez mais dinâmicas os conteúdos das informações divulgadas dada a importância fundamental da interatividade na busca de eficiência do processo de ensino e aprendizagem em Engenharia.

De acordo com SALGADO et al. (1992), os sistemas multimídia são ferramentas poderosas que estão mudando a maneira de adquirir o conhecimento e que nos dão uma nova visão da realidade. Multimídia é a combinação de som, elementos gráficos, animação e vídeo; trata-se de um subconjunto da hipermídia, que combina os elementos acima mencionados ao hipertexto. Hipermídia é, portanto, a integração de qualquer combinação de texto, elementos gráficos, som e vídeo em um sistema associativo de armazenamento e recuperação de informações em que os usuários saltam de um assunto para outro que esteja direta ou indiretamente relacionado ao assunto anterior; isso ocorre, por exemplo, ao se pesquisar informações. A hipermídia oferece um ambiente que se aproxima do raciocínio humano, permitindo ao usuário fazer associações (ou relações) entre os assuntos (ou conceitos), em vez de passar seqüencialmente de um tópico a outro, como em uma lista alfabética. Assim, o termo hipermídia é mais recente que o termo hipertexto e enfatiza a presença dos componentes não-textuais do hipertexto, como animação, som e vídeo. Diagramas podem ser ferramentas úteis na organização de documentos hipertextuais.

Com o apoio de computadores, a transformação das experiências em informações ordenadas pode ser bastante facilitada pelo uso de diagramas como os mapas conceituais. NOVAK & GOWIN (1984) oferecem a base teórica para o uso de mapas conceituais em educação de um modo geral. Tais mapas são diagramas onde se podem perceber relações entre conceitos que são mapeados quando se busca uma representação gráfica do conhecimento. A seguir, apresenta-se uma figura mostrando um mapa conceitual sobre “Mapas Conceituais”, adaptado a partir de original intitulado “Concept Maps” (IHMC)¹¹.

¹¹ Internet - IHMC. *IHMC CMap Tools software*. Institute for Human and Machine Cognition, The University of West Florida. URL: <http://cmap.ihmc.us/> - Access: December 14, 2004.

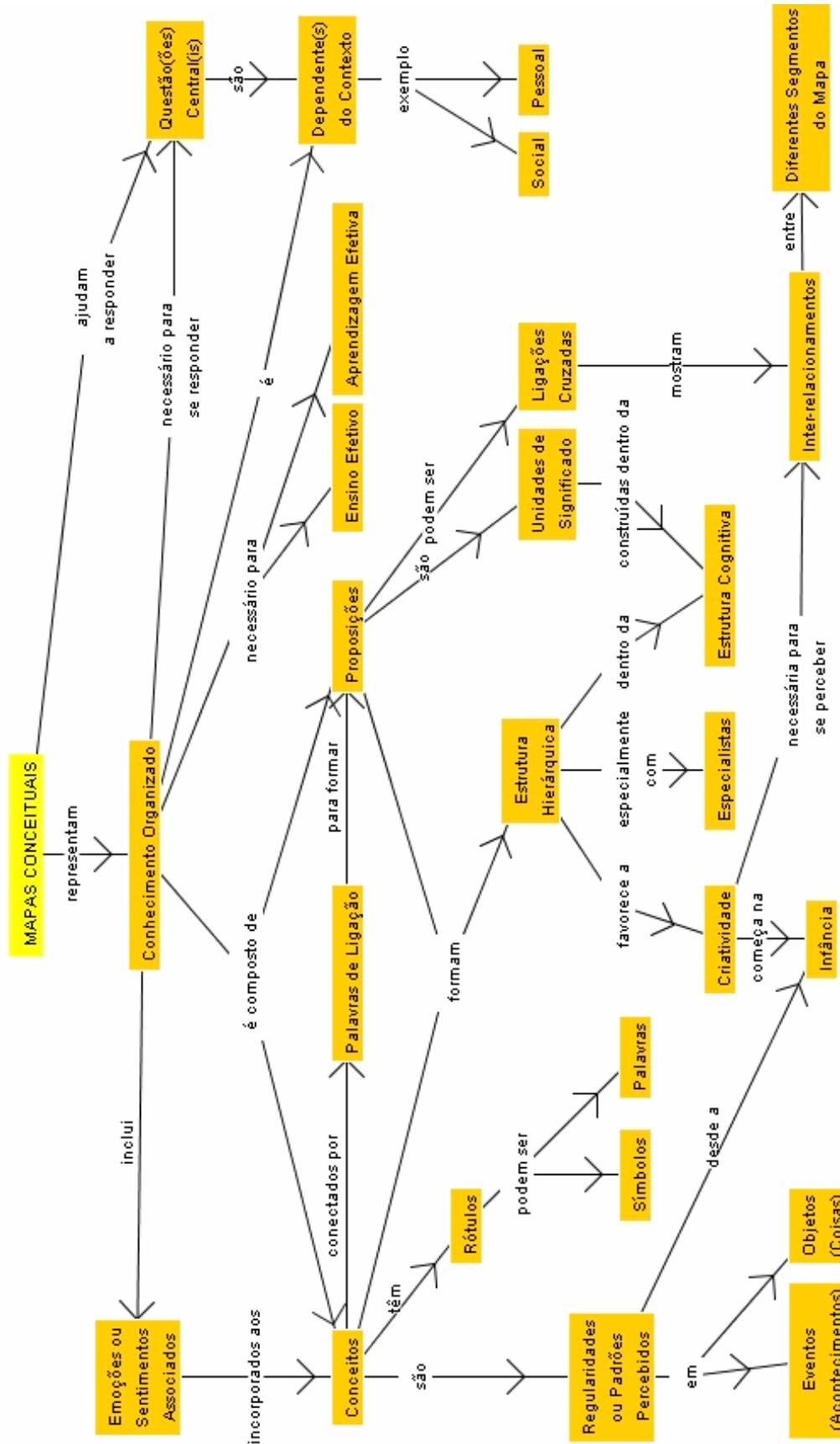


Figura 1.1 - Mapa Conceitual sobre "Mapas Conceituais".

Um mapa conceitual pode ser utilizado como um organizador prévio, sendo deste modo útil na introdução ao estudo do novo conteúdo pela apresentação prévia de outro conteúdo já conhecido que possa ajudar o estudante a organizar sua abordagem e modo de pensamento. O termo "advance organizer" (ROMISZOWSKI & ROMISZOWSKI, 1998) foi inventado por Ausubel para descrever qualquer tentativa de criação de um elo de ligação entre o que se vai aprender e a estrutura cognitiva de quem aprende; um organizador prévio difere de uma introdução ou um sumário pelo fato de não apresentar o conteúdo da lição em questão, mas outro conteúdo analógico ou facilitador.

Mapas conceituais têm inúmeras possíveis utilidades, inclusive no que se refere à criação e à inovação (NOVAK, 1998) e também à aprendizagem cooperativa, visto que alunos tendem a estar na mesma Zona de Desenvolvimento Proximal (NOVAK & CAÑAS, 2004). Também podem ser úteis na transformação de conhecimento tácito, inerente às habilidades pessoais, em explícito, possível de verbalizar e registrar. A utilização de software para autoria e para visualização de mapas conceituais pode facilitar a externalização ao auxiliar no registro do conhecimento assim como pode facilitar a internalização ao agilizar o acesso ao conhecimento explícito representado em forma de diagrama. SILVA (2004) argumenta que uma efetiva criação e trabalho com o conhecimento apenas ocorre em um ambiente em que existe uma contínua conversão entre os dois formatos do conhecimento, sejam eles tácito e explícito. Os tipos de conversões do conhecimento seriam quatro: socialização (tácito de um indivíduo para outro), externalização (explicitando partes do conhecimento tácito), combinação (conhecimento explícito de um indivíduo para o grupo) e internalização (captando no formato tácito o conhecimento explícito do grupo).

No caso da Educação em Engenharia, sabe-se que já existem comprovações das vantagens da utilização de mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem, conforme indicam TURNS et al. (2000). A utilização de mapas conceituais, hipertexto e hiperímídia em educação ainda vêm oferecendo desafios a educadores de todas as áreas e tem enorme importância em Educação em Engenharia. Tal importância advém da viabilidade cada vez maior da combinação de elementos como som, imagem, animação e vídeo quando se busca uma Educação em Engenharia de qualidade e em consonância com as novas possibilidades oferecidas por recursos como a Internet.

Entre tantos outros usos, mapas conceituais podem ser aplicados na avaliação da aprendizagem dos estudantes, desde avaliações diárias até a exploração de conhecimentos especializados por estudantes avançados. É fato, entretanto, que não se trata de uma ferramenta perfeita; seu uso pode requerer tempo considerável para interpretação e, ainda, ser ambígua, o que indica a necessidade de uma formação de qualidade de docentes no seu uso. Para tanto, é necessário entender como e porque

novas informações estão relacionadas ao que o aprendiz já sabe; mapas conceituais se prestam a um adequado entendimento desta dinâmica.

No que se refere a mapas conceituais, tem fundamental importância a Teoria da Aprendizagem Significativa de AUSUBEL (1963), a qual é vista como a melhor teoria de aprendizagem focada na aprendizagem de conceitos e proposições compostas de conceitos. De acordo com essa teoria, novas idéias são relacionadas àquelas já existentes nas estruturas cognitivas do aprendiz. Trata-se, assim, de uma teoria cognitiva de aprendizagem com foco na aquisição e retenção do conhecimento (AUSUBEL, 2000); tal teoria se opõe à aprendizagem que privilegia a memorização por repetição ("rote learning"), repetição esta que em geral não favorece a compreensão.

Autoria é o termo utilizado para criação de páginas para Internet, multimídia interativa e qualquer forma de aprendizagem mediada por computador. Aplicativos de autoria são especificamente projetados para estas tarefas, além de serem específicos para alguma área (AMORIM & MISKULIN, 2001^C) e terem interface de simples entendimento (NORMAN, 1990), de modo a aumentar a produtividade e a facilidade de uso. Diagramas para a representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C), tais como os mapas conceituais (NOVAK, 1998), podem ser utilizados tanto como auxiliares no processo de autoria de hipertexto como também tendo a função de facilitadores da posterior navegação. Deste modo, no caso da Educação em Engenharia apoiada pela Internet, um aplicativo de autoria específico poderia se utilizar de mapas conceituais como auxiliar no processo de elaboração de um sistema de hipertexto.

1.2 Problemática e Questão Central de Investigação

Com as perspectivas delineadas, esta pesquisa trata do desenvolvimento de um aplicativo para elaboração de hipertexto e de diagramas. Este desenvolvimento sugere um amplo questionamento sobre que aplicativos e que metodologias podem ajudar indivíduos não apenas a refletir sobre as suas experiências mas também sobre como construir novos e mais poderosos significados quando se pensa em Educação em Engenharia apoiada pela Internet. Surge daí a busca por uma resposta à seguinte questão, que pode ser vista como a questão central de investigação, a qual norteou o desenvolvimento de um aplicativo e a investigação de suas possibilidades: *“Quais as possibilidades pedagógicas e*

computacionais de um aplicativo de autoria na elaboração de mapas conceituais e hipertextos para a Educação em Engenharia?”

Esta questão se insere na problemática descrita nos parágrafos seguintes, a qual se fundamenta em investigações informais do autor, na revisão bibliográfica e em recente pesquisa realizada por (PIVA JR. et al., 2003) com professores de Engenharia da UNICAMP sobre o referido tema.

Conforme indica HORTON (2003), poucos projetos de aprendizagem eletrônica podem ser desenvolvidos com uma única ferramenta ou tecnologia, de modo que tanto professores como alunos precisam dedicar tempo considerável ao entendimento das soluções tecnológicas envolvidas. Assim, devido à geralmente reduzida familiaridade por parte dos especialistas em conteúdo em trabalhar com hipertexto e hipermídia, seja pelo desconhecimento das metodologias de desenvolvimento consolidadas, seja pelo desconhecimento dos mais recentes recursos tecnológicos disponíveis, a utilização de computadores em Educação pode se tornar um processo bastante trabalhoso e consumidor de tempo. De modo geral, tanto alunos como professores da área de Engenharia compartilham esta reduzida familiaridade com tais recursos, o que dificulta a preparação de conteúdo e atividades por professores. Entretanto, dificulta também o acesso ao conteúdo e o desenvolvimento de atividades por alunos dentro de ambientes de aprendizagem que se utilizam de TIC.

JEGAN & ESWARAN (2004) indicam que a atividade principal na aprendizagem eletrônica é o desenvolvimento de conteúdo e, normalmente, espera-se que professores desenvolvam tal conteúdo por conta própria. Diante da necessidade de reutilização e compartilhamento de informação (AMORIM & MISKULIN, 2002) na forma de arquivos de diversos tipos (conteúdo na forma de textos, imagens, vídeos, animações, etc.) por alunos e professores (AMORIM & MISKULIN, 2001^A), como aumentar a produtividade durante a autoria de módulos educacionais com conteúdo em hipertexto ou hipermídia (AMORIM & MISKULIN, 2001^C)? Em especial, como favorecer a construção do conhecimento de forma colaborativa (MISKULIN & PIVA JR., 2004) em se tratando de hipertexto e hipermídia?

Esta pesquisa desenvolveu, nessa perspectiva, um aplicativo de autoria de módulos educacionais em hipertexto via utilização de mapas conceituais chamado COMA (Conceitos e Mapas). Entre os objetivos pedagógicos do aplicativo desenvolvido, destaca-se o fato deste permitir a elaboração de mapas conceituais (NOVAK & CAÑAS, 2004). Contudo, tal aplicativo permite não apenas o trabalho com mapas conceituais, mas também a confecção de páginas HTML (hipertexto) que podem ser úteis no processo de autoria de "sites", tutoriais, trabalhos escolares, aulas virtuais ou até mesmo a simples indexação de arquivos de vários formatos sobre uma dado tema. No caso de aulas

virtuais, o aplicativo seria utilizado por um especialista em conteúdo (“Content Expert”), o qual pode ser um professor, por exemplo, para preparar uma primeira versão de um módulo educacional que posteriormente seria desenvolvido com mais detalhes por uma equipe (MENEGHEL, 2002) que contivesse, entre outros, um implementador “Web” (“Web Implementer”) e um projetista instrucional (“Instructional Designer”).

O aplicativo COMA (AMORIM & MACHADO & MISKULIN & MISKULIN, 2003) pode vir a ser utilizado além da área de Educação em Engenharia dada a sua esperada facilidade de uso, a sua distribuição gratuita e sua interface multilíngüe, incluindo-se aí o Português, o Inglês e o Espanhol. O aplicativo COMA pretende oferecer, deste modo, uma interface facilitadora com elementos que tenham seus significados inferidos facilmente, para que o esforço cognitivo do usuário esteja totalmente voltado para tarefa de elaboração de mapas conceituais e hipertextos, e não para o recurso computacional utilizado.

Esta abordagem segue tendência já evidenciada por outros tipos de software educacional como o HagaQuê¹², onde a proposta do design (NORMAN, 1990) é oferecer recursos simplificados mas bem dirigidos. Assim, a interface deve ser transparente para o usuário para que o aplicativo cumpra seu papel educacional, inclusive de modo que o mesmo seja utilizado por usuários inexperientes em computação. Por isso, não é interessante oferecer um grande número de opções que podem inibir o processo de elaboração. Entretanto, mesmo simplificados, estes recursos pretendem cobrir todas as operações envolvidas na elaboração de um mapa conceitual e de um hipertexto simples.

Este trabalho também discute, entre diversas propostas de trabalho futuro, a possível integração do COMA ao software livre de ensino a distância desenvolvido na UNICAMP chamado TelEduc (MISKULIN & AMORIM & SILVA, 2005); tal proposta pode levar, por exemplo, a um aumento da produtividade dos usuários deste último quando se dá a autoria.

1.3 Metodologia de Pesquisa

Após a definição da questão central de investigação, teve início a revisão bibliográfica. Tal revisão permitiu que se compilasse grande volume de informações sobre Educação em Engenharia

¹² Internet - NIED. *HagaQuê* - Núcleo de Informática Aplicada à Educação - UNICAMP - URL: <http://www.nied.unicamp.br/~hagaque/> - Acesso: 28 de março de 2005

(Capítulo 2), sobre tecnologias (Capítulo 3) e sobre as teorias relacionadas à questão central de investigação, tais como semiótica e representação do conhecimento por diagramas, aprendizagem significativa e aprendizagem colaborativa (Capítulo 4). A revisão bibliográfica ainda permitiu que fossem realizados dois diferentes estudos comparativos: foram comparados alguns tipos de software para educação (Capítulo 5) e também algumas metodologias de autoria de material instrucional para Internet (Capítulo 6).

A partir daí, definiu-se como objetivo desenvolver um aplicativo útil à autoria de material instrucional em hipertexto. Realizados experimentos iniciais envolvendo o primeiro protótipo, chamado COLA ("Content Object Linking Administration Tool"), optou-se pelo desenvolvimento de um segundo protótipo, chamado COMA (Conceitos e Mapas), que fosse ainda mais flexível e completo (Capítulo 7).

De modo a se buscar responder à questão central de investigação, foram adaptadas diferentes metodologias buscando-se viabilizar o uso deste segundo protótipo enquanto aplicativo de autoria de hipertexto com modelagem por diagramas. Realizaram-se diversos experimentos que levaram a algumas conclusões preliminares (Capítulo 8) que, por conseguinte, levaram à formulação de propostas para trabalhos futuros que poderiam vir, inclusive, a originar um terceiro protótipo (Capítulo 9).

Assim, a metodologia de pesquisa utilizada teve como foco a Educação em Engenharia e investigou as possibilidades pedagógicas e computacionais de um aplicativo de autoria na composição hipermídia de módulos inerentes ao processo de ensino e aprendizagem.

1.4 Estrutura da Dissertação

Dado o caráter interdisciplinar desta pesquisa, foram detalhados no texto desta dissertação diversos tópicos relativos à área de educação assim como vários tópicos relativos à área de tecnologia. O intuito é o de permitir que o texto seja acessível a diferentes perfis de leitores.

Esta dissertação se estrutura conforme se descreve a seguir.

No Capítulo 1, temos a introdução, onde algumas perspectivas são delineadas; os temas variam e incluem os assuntos principais a serem tratados nos capítulos seguintes.

O Capítulo 2 é dedicado ao tema Educação em Engenharia. Discute-se a Educação em Engenharia de um modo geral assim como a Educação Mediada por Computador em Engenharia e o uso da Internet neste contexto. Algumas iniciativas da UNICAMP nesta área também são relatadas. Este capítulo permite uma melhor contextualização do projeto de pesquisa desenvolvido, o qual tem como foco o desenvolvimento de um aplicativo (ou protótipo de software) útil à Educação Mediada por Computador em Engenharia.

O Capítulo 3 considera diferentes tecnologias, incluindo-se aí discussões sobre texto e hipertexto, dados e meta-dados, além de considerações adicionais sobre Linguagens de Programação e de Marcação. Tais temas têm relação direta com o projeto de pesquisa desenvolvido na medida em que em que se investigou a autoria de hipertexto para a Educação Mediada por Computador em Engenharia.

O Capítulo 4 trata dos pressupostos teóricos fundamentais relacionados à pesquisa; este capítulo trata, em especial, de diagramas, que são estruturas contendo elementos e relações, e Semiótica, a ciência dos signos. Também trata da Aprendizagem Significativa, a qual pode ser viabilizada pelo uso de diagramas chamados mapas conceituais, e da Aprendizagem Colaborativa, a qual pode ser favorecida pela troca de mapas conceituais quando ocorre a Educação Mediada por Computador em Engenharia.

Com o objetivo de oferecer subsídios ao desenvolvimento de um aplicativo, o Capítulo 5 considera alguns tipos de software de importância para Educação Mediada por Computador em Engenharia no contexto deste trabalho, o que inclui aplicativos de autoria para Internet, ambientes de ensino via Internet como o TelEduc e até mesmo aplicativos para representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C) na forma de diagramas.

A utilização de novas tecnologias leva, inevitavelmente, ao desenvolvimento de um novo repertório de estratégias de ensino (CARLINER, 2002). Nesse sentido, o processo de design instrucional é diferente do tradicional; essa diferença exige uma adaptação por parte do docente, adaptação esta que pode ser acelerada ou facilitada pelo uso de metodologias já sistematizadas e consolidadas. Desta feita, o Capítulo 6 trata de metodologias e de sua relação com Educação Mediada por Computador em Engenharia. Em especial, analisa-se a Metodologia PGL (MENEGHEL, 2002) neste capítulo, a qual posteriormente é adaptada no contexto do protótipo COMA desenvolvido neste projeto de pesquisa.

No Capítulo 7 são descritos os aplicativos desenvolvidos e a metodologia de desenvolvimento utilizada. O primeiro protótipo foi chamado de COLA ("Content Object Linking Administration Tool")

enquanto o segundo foi chamado de COMA (Conceitos e Mapas). Descrevem-se características dos aplicativos, alguns resultados de exploração das possibilidades pedagógicas e computacionais destes aplicativos, procedimentos utilizados pelo pesquisador e algumas conclusões preliminares.

O Capítulo 8 apresenta propostas de utilização do aplicativo COMA por alunos e professores, em especial aqueles da área de Engenharia. Os procedimentos utilizados pelo pesquisador e os resultados da exploração das possibilidades pedagógicas e computacionais do aplicativo COMA são descritos com o objetivo de demonstrar a viabilidade das propostas de utilização, incluindo-se aí uma adaptação da Metodologia PGL (MENEGHEL, 2002) descrita no Capítulo 6.

Considerações finais e propostas para trabalhos futuros compõem o Capítulo 9. O texto da dissertação ainda conta com Referências Bibliográficas e Glossário.

Capítulo 2

Educação em Engenharia

A Educação em Engenharia, tema deste capítulo, vem tratando, tradicionalmente, dos aspectos pedagógicos relativos ao ensino em engenharia, com foco no ensino de graduação e de pós-graduação. Esta pesquisa advoga a favor de investigações relativas a novas estratégias potencialmente úteis no contexto da Educação em Engenharia, como aquelas investigadas por TURNER et al. (2000), que consideram o uso de mapas conceituais como recurso pedagógico.

Percebe-se hoje, no Brasil, um aumento significativo do número de cursos de graduação e pós-graduação. Entretanto, as estatísticas do IBGE indicam que, até recentemente, a quantidade de graduados e pós-graduados ainda era bastante reduzida. Em pesquisa sobre educação com base no Censo 2000 (LEAL, 2003), indica-se que, em 2000, apenas 3,43% da população do País tinha curso superior concluído. Estatísticas como essa são preocupantes, principalmente pela crescente necessidade de que a população seja preparada para atuar na nova Sociedade da Informação que hoje de forma, uma sociedade cada vez mais informatizada e globalizada.

Ao se comparar o Brasil com outros países, a situação parece ainda mais crítica. Um levantamento chamado de "World Education Indicators" (WEI)¹³ feito em 2000 pela Unesco (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura) indica que, entre 45 países ricos ou em desenvolvimento avaliados, o Brasil é o que tem o maior número de alunos por professor no nível secundário, com quase 36, enquanto Portugal, por exemplo, tem o menor, com 9. De acordo com este mesmo levantamento, nos países desenvolvidos a média de alunos por professor é de 14 enquanto gira em torno de 22 naqueles ainda em desenvolvimento. No Brasil, mais de metade da população tem entre 5 e 29 anos de idade e os anos de estudo esperados ("school expectancy") chegam a pouco mais que 14 anos, com altos níveis de repetição do mesmo ano escolar. Enquanto em certos países ricos um jovem de 17 anos de idade recebe, em média, mais de dois anos de educação superior ("tertiary education") durante a sua vida, países como o Brasil oferecem a este mesmo jovem uma expectativa de menos de um ano, em média.

¹³ Internet - Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD), in co-operation with UNESCO - "World Education Indicators" (WEI) - 2000 - URL: <http://www1.oecd.org/els/education/ei/eag/wei.htm> - Access: February 3, 2004

Levantamentos como esses parecem indicar uma importância cada vez maior da pesquisa em educação em países em desenvolvimento como o Brasil. E, em especial, a pesquisa em Educação Mediada por Computador vem ganhando cada vez maior importância devido aos investimentos cada vez maiores em computadores e em acesso à Internet em escolas com o objetivo de oferecer oportunidades de ensino e aprendizagem de maior qualidade, além de equipar os jovens para uma nova sociedade que surge. Há, nesse contexto, uma urgente necessidade (OECD, 2001)¹⁴ de software de qualidade assim como de materiais educacionais digitais para uso em todos os níveis educacionais. Em tais circunstâncias, tanto professores como alunos devem passar a ser usuários preparados das novas tecnologias, contando, sempre que possível, com o suporte adequado de pessoal qualificado. Conseqüentemente, novos formatos de currículo e de avaliação devem ser criados, o que também leva a novas formas de se organizar as escolas.

Acreditando que a aprendizagem interativa se tornou fundamental na Educação em Engenharia dada a necessidade de se motivar, cativar e desafiar alunos, universidades como a USF¹⁵ vêm buscando desenvolver módulos instrucionais voltados para a Internet que integrem o uso de software da área de engenharia no currículo e que permitam a entrega sob demanda via "Web" de conhecimento e instrução.

Para CHELLA (2002), a aprendizagem via Internet diferencia-se da aprendizagem tradicional (1) por eliminar as limitações físicas, (2) por promover o aprendizado baseado em experimentos vivenciados por pessoas ou grupos, (3) por favorecer o aprendizado cooperativo que se estende para além da sala de aula, (4) por mudar a fonte predominante de conteúdo, que se desloca do livro-texto e do professor para uma fonte variada de informação, (5) por apresentar o conteúdo em formato de hipertexto, onde as informações contendo textos e recursos multimídia podem ser acessados de modo não-linear e, finalmente, (6) por permitir ao aprendiz aproveitar-se da flexibilidade de tempo.

Para SHACKELFORD (2002), a aprendizagem eletrônica é o uso da Internet e de outras tecnologias para criar experiências que educam os seres humanos buscando-se favorecer a interatividade. Tal autor indica que cursos baseados em aprendizagem eletrônica, desde que apropriadamente projetados e implementados, podem prover experiências similares ou melhores que as

¹⁴ Internet - OECD (2001). Organisation for Economic Co-Operation and Development - "Learning to Change: ICT in Schools" - Schooling for Tomorrow - OECD Code 962001131P1 - ISBN 9264196528 - November, 2001 - URL: <http://oecdpublications.gfi-nb.com/cgi-bin/OECDBookShop.storefront/EN/product/962001131P1> - Access: February 3, 2004

¹⁵ Internet - "Engineering Education for the 21st Century: Development of an Information Technology Based Design Oriented Curriculum" - Prof. Babu Joseph - College of Engineering - University of South Florida (USF) - URL: <http://www.eng.usf.edu/~joseph/itproject.htm> - Access: October 25, 2004

usualmente disponíveis nas salas de aula tradicionais. As razões principais seriam as seguintes: (1) o desenvolvimento de experiências interativas que engajam os alunos na aprendizagem, ao invés de meras transferências de material na forma de texto para a “Web”; (2) a disponibilização dos módulos do curso ao aluno quando este precisa do material ao invés da disponibilização condicionada ao programa das aulas em uma sala; (3) o acesso ao conhecimento de especialistas de renome mundial se torna possível na aprendizagem eletrônica; (4) a atualização do conteúdo é mais fácil que a atualização na aprendizagem tradicional; (5) prover aprendizagem eletrônica a centenas de alunos é tão fácil quanto o é para apenas alguns, o que permite o ganho de escala.

Em recente artigo (LITTO, 2004), o Prof. Frederic M. Litto, coordenador científico da Escola do Futuro¹⁶ da USP e presidente da Associação Brasileira de Educação a Distância¹⁷, afirma que o Brasil está atrasado na área de Educação a Distância (EaD) se comparado às mais importantes universidades do mundo, tais como Universidade da Califórnia, MIT, Cornell, Harvard, Stanford, Oxford e Cambridge, entre outras. Indica, inclusive, que em universidades públicas australianas já existem cursos de graduação e pós-graduação “totalmente automatizados” via “Web”, onde a interferência ao vivo de um professor ocorre apenas se o aluno assim desejar. Com relação à eficácia de cursos via Internet, afirma:

“Pesquisas desenvolvidas no Canadá têm demonstrado que, quando um curso universitário via Internet é bem organizado, a aprendizagem do aluno é mais eficaz do que seria se o mesmo curso fosse dado presencialmente. A interatividade intensa via rede é o fator predominante na diferenciação”.

CARLINER (2002) indica que o tempo dedicado à aprendizagem pode ser reduzido em mais de um terço na aprendizagem eletrônica (“e-learning”) evidenciando, assim, a sua maior eficiência se comparada à aprendizagem tradicional em sala de aula. Tal autor enfatiza, entretanto, que a tendência atual parece ser a de se preferir um ensino semi-presencial, misturando ambas as modalidades.

Neste capítulo, a Educação em Engenharia é discutida de um modo geral assim como se discute a Educação Mediada por Computador em Engenharia e o uso da Internet neste contexto. Algumas iniciativas da UNICAMP nesta área também são relatadas. Este capítulo também tem como um de seus objetivos mostrar que a Educação em Engenharia começa antes mesmo da universidade, retratando

¹⁶ Internet - Escola do Futuro da USP - URL: <http://www.futuro.usp.br/> - Acesso: 25 de outubro de 2004

¹⁷ Internet - Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) - URL: <http://www.abed.org.br/> - Acesso: 25 de outubro de 2004

alguns dados que demonstram a cooperação entre universidades e escolas de ensino fundamental e médio. Tal cooperação busca, de modo geral, motivar crianças e adolescentes a se dedicar a carreiras direta ou indiretamente relacionadas à engenharia.

2.1 Educação em Engenharia e sua Importância

A importância cada vez maior da pesquisa em Educação em Engenharia pode ser atestada pela grande quantidade de eventos na área. Um exemplo é o Encontro Educação em Engenharia¹⁸. Trata-se de um evento anual promovido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e Universidade Federal Fluminense (UFF), tendo como objetivo principal a integração acadêmica entre docentes e alunos destas instituições. O evento promove cursos e discussões sobre questões relacionadas ao ensino/aprendizagem nas diversas habilitações de Engenharia. Além de oficinas, cursos, conferências e debates, os participantes podem apresentar trabalhos e comunicações em sessões técnicas, de pôsteres e exposições sobre temas diversos como: conhecimento científico e tecnológico; novos meios educativos; políticas educacionais; projetos curriculares; metodologias de ensino/aprendizagem; formas de avaliação acadêmica e institucional.

Um outro exemplo de evento científico é o Congresso Mundial de Educação em Engenharia e Tecnologia¹⁹ (“World Conference on Engineering and Technology Education” - WCETE). Trata-se de um congresso que reúne um público interessado nas últimas aquisições da ciência e da tecnologia, que conta com especialistas mundiais da área, políticos engajados com o desenvolvimento científico e tecnológico dos países, universidades, pesquisadores e institutos de pesquisa formando um ambiente fértil para a troca de informações entre as diversas partes do globo, sobre grandes questões relacionadas às necessidades e interesses da Educação em Engenharia e Tecnologia no mundo. Alguns dos temas de interesse: Aplicações de Multimídia e Realidade Virtual; Aprendizagem Ativa/Cooperativa; Educação a Distância e Universidades Virtuais; Educação Baseada na “Web”; Educação Continuada em Engenharia e Tecnologia; Ensinando a Arte de Ensinar; Experiências de Pesquisa na Graduação; Iniciativas no Ensino Fundamental e Médio; Inovações de Grades Curriculares; Modelos de

¹⁸ Internet - Encontro Educação em Engenharia - Universidade Federal do Rio de Janeiro - URL: <http://www.educeng.ufjf.br/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

¹⁹ Internet - Congresso Mundial de Educação em Engenharia e Tecnologia - Conselho de Pesquisas em Educação e Ciências - URL: <http://www.copec.org.br/wcete2004/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

Aprendizagem e Tecnologias; Tecnologias Avançadas na Sala de Aula e Tendências na Educação de Engenharia e Tecnologia.

Um último exemplo de evento científico seria o “International Conference on Engineering Education” (ICEE)²⁰. Trata-se de um fórum de troca e disseminação de informação que busca o estado-da-arte da pesquisa em Educação em Engenharia, em especial abordagens inovadoras relacionadas ao objetivo de se educar o engenheiro do século XXI. A cooperação e colaboração entre pesquisadores de diversos países têm importância fundamental, inclusive no que se refere aos aspectos culturais. Alguns dos temas de interesse seriam: desenvolvimento de parcerias internacionais; projeto, reconhecimento e avaliação de currículo; ambientes (software) educacionais; projetos multidisciplinares; questões educacionais internacionais de interesse geral e projetos de ensino em níveis mais elementares como o ensino médio.

A importância da pesquisa em Educação em Engenharia também pode ser atestada por publicações como a "IEEE Transactions on Education"²¹. A IEEE ("Institute of Electrical and Electronics Engineers") é uma associação profissional técnica e sem fins lucrativos de mais de 380,000 indivíduos em mais de 150 países. A IEEE produz trinta por cento da literatura em engenharia elétrica, computação e tecnologia de controle do mundo além de promover mais de 300 conferências diferentes em inúmeros países. Uma de suas sociedades é a "IEEE Education Society", que conta com uma revista chamada "IEEE Transactions on Education", a qual tem como foco aspectos educacionais, incluindo-se aí conteúdo curricular em educação antes da universidade ("K-12 Education").

Outra publicação é o "International Journal of Engineering Education"²². Esta revista serve como fórum internacional e interdisciplinar de referência para Educação em Engenharia, buscando um balanço entre artigos que tratem de estudos de caso, metodologias, aplicações em laboratório, novas abordagens teóricas e políticas educacionais.

O "Journal of Engineering Education"²³ publica artigos sobre tópicos como inovações em educação envolvendo cursos, laboratórios e atividades experimentais, assim como novas metodologias

²⁰ Internet - International Conference on Engineering Education (ICEE) - Southeastern University and College Coalition for Engineering Education (SUCCEED) - URL: <http://succeednow.org/icee/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

²¹ Internet - IEEE Transactions on Education - IEEE - URL: <http://www.ewh.ieee.org/soc/es/transactionpolicy.html> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

²² Internet - International Journal of Engineering Education - Dublin Institute of Technology - URL: <http://www.ijee.dit.ie/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

²³ Internet - Journal of Engineering Education - The American Society for Engineering Education - URL: <http://www.asee.org/publications/jee/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

e atividades envolvendo programas educacionais mais elementares ("elementary and secondary education programs") e avaliação.

Dada a importância cada vez maior da tecnologia em nossa Sociedade da Informação²⁴, aumenta a necessidade de que mais e mais alunos do ensino médio sejam motivados a seguirem carreiras em engenharia e áreas afins. Inclusive, o Programa Sociedade da Informação no Brasil, quando trata da Educação, tem como diretrizes básicas: o apoio aos esquemas de aprendizado, de educação continuada e a distância baseados na Internet e em redes, mediante fomento ao ensino, auto-aprendizado e certificação em TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) em larga escala; e a implantação de reformas curriculares AMORIM (2002) visando ao uso de TIC em atividades pedagógicas e educacionais, em todos os níveis da educação formal. Assim, pesquisadores da área de Educação em Engenharia vêm buscando tratar também de aspectos motivacionais da educação matemática e de ciências no nível do ensino médio; o intuito, portanto, se refere à busca de metodologias inovadoras que levem a um incremento do interesse de alunos do ensino médio pela área de engenharia. Alguns exemplos de iniciativas neste sentido são indicadas a seguir.

O "IEEE Pre-College Education"²⁵ oferece recursos para estudantes explorando possibilidades de carreiras em engenharia e áreas afins assim como programas para encorajar a colaboração e o compartilhamento entre engenheiros e educadores. Acima de tudo, oferece uma variedade de recursos para encorajar estudantes a estudar ciência, matemática e tecnologia. Há também programas, atividades e outros materiais assim como endereços de páginas que podem ser de interesse para estudantes de todas as idades.

O "IEEE-USA Precollege Education Committee" (PEC)²⁶ tem como propósito efetivar melhorias no ensino médio nas áreas de matemática, ciências e tecnologia dentro dos Estados Unidos; o comitê publica artigos, distribui materiais, organiza conferências com ou sem outras entidades da IEEE e/ou organizações de professores; também desenvolve material de treinamento para engenheiros buscando contribuir na sua interação com alunos e professores.

²⁴ Internet - Programa Sociedade da Informação no Brasil - URL: <http://www.socinfo.org.br/> - Acesso: 20 de dezembro de 2003

²⁵ Internet - IEEE Pre-College Education - IEEE - URL: <http://www.ieee.org/organizations/eab/precollege/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

²⁶ Internet - IEEE-USA Precollege Education Committee - IEEE - URL: <http://www.ieeeusa.org/committees/PEC/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

O “The American Society for Engineering Education”²⁷, além de contar com inúmeros recursos, oferece um guia para alunos do ensino médio interessados em carreiras na área de engenharia e tecnologia. Indica, por exemplo, os principais benefícios de se tornar um engenheiro como o pensar criativo, o desenvolvimento intelectual e o contato com descobertas em ciência e tecnologia.

O “ASME Pre-College - Teams of Educators, Engineers, & Mathematicians - Undergraduate Partnerships for K-12”²⁸ inclui serviços de informação sobre "workshops", materiais de ensino e oportunidades de parceria para ajudar professores e engenheiros a favorecer o desenvolvimento de características em jovens que estejam relacionadas a carreiras em matemática, engenharia e ciência. Há, inclusive, uma tentativa de divulgação das melhores práticas em termos de currículo e desenvolvimento de conteúdo.

No “PNNL Precollege Programs”²⁹, entre outras ações, há programas em Educação em Engenharia e Ciências que buscam ligar os recursos técnicos, financeiros e humanos deste laboratório a escolas elementares e de ensino médio, universidades e organizações da área educacional.

A “National Association of Precollege Directors”³⁰, uma organização sem fins lucrativos, tem como missão aumentar a quantidade de alunos interessados em carreiras em matemática, engenharia e tecnologia. No ano escolar de 2000–2001, por exemplo, mais de 60,000 alunos de mais de mil escolas participaram de seus programas.

Há ainda o programa "Connections to Engineering, Mathematics and Science for Middle and High School Students - The Catholic University of America's (CUA) School of Engineering"³¹. O propósito do programa é o de auxiliar professores do ensino médio a utilizar computadores e Internet para aumentar o interesse por engenharia enquanto se busca um aumento da competência em matemática e ciência com o objetivo final de melhor preparar estudantes para carreiras em ciência e engenharia assim como em áreas afins.

²⁷ Internet - The American Society for Engineering Education - The American Society for Engineering Education - URL: <http://www.asee.org/precollege/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

²⁸ Internet - ASME Pre-College - Teams of Educators, Engineers, & Mathematicians - Undergraduate Partnerships for K-12 - The American Society of Mechanical Engineers - URL: <http://www.asme.org/education/precollege/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

²⁹ Internet - PNNL Precollege Programs - Pacific Northwest National Laboratory - URL: <http://science-ed.pnl.gov/precollege.stm> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

³⁰ Internet - The National Association of Precollege Directors - Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory - URL: <http://www.jhuapl.edu/NAPD/contents.htm> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

³¹ Internet - Connections to Engineering, Mathematics and Science for Middle and High School Students - The Catholic University of America's (CUA) School of Engineering - URL: <http://engineering.cua.edu/activities/connections/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004

No Brasil, a pesquisa em Educação em Engenharia também se manifesta na forma de dissertações e teses como as que são mencionadas a seguir.

GUERRA (2000), em “Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: uma aplicação em planejamento e controle da produção”, indica a importância de que se utilize o computador na construção do conhecimento e analisa exigências, recursos e limitações dessa nova tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem de engenharia. Em especial, o texto descreve a utilização do ambiente WebCT em uma disciplina da área de engenharia.

SOUZA (2001), em “O uso da internet como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem da engenharia de transportes”, descreve o uso do ambiente WebCT em uma disciplina de engenharia. Neste caso, a parte da disciplina que tinha cunho predominantemente informativo foi adaptada com auxílio dos alunos: as aulas foram ministradas em sala e um material confeccionado pelos alunos com auxílio do professor foi disponibilizado na Internet para que, posteriormente, os demais alunos pudessem consultá-lo. A partir dos resultados alcançados, surgiram *“fortes evidências de que a educação a distância, baseada na Internet, pode vir a ser uma estratégia efetiva na oferta de cursos para estudantes de engenharia, engenheiros e profissionais da área tecnológica, em larga escala e sem comprometimento da qualidade”*.

MARCHETTI (2001), em “Aula expositiva, seminário e projeto no ensino de engenharia: um estudo exploratório utilizando a teoria das inteligências múltiplas”, retrata-se a incorporação da “Teoria das Inteligências Múltiplas” às estratégias de ensino de engenharia. Busca-se uma reflexão sobre novas possibilidades de ensino que auxiliem no processo de aprendizagem e no desenvolvimento de características pessoais e técnicas necessárias ao profissional em formação.

MORAES (2001), em "A expressão gráfica em cursos de engenharia: estado da arte e principais tendências", apresenta um levantamento e uma análise das abordagens de ensino da Expressão Gráfica adotado pelos diversos cursos de engenharia, objetivando contribuir para a modernização do ensino do desenho com a integração da computação gráfica e o uso das novas tecnologias na formação de profissionais para um mercado de trabalho cada dia mais exigente e globalizado.

Atualmente, no Brasil, há grande preocupação com a Educação em Engenharia devido ao aumento substancial na oferta de cursos de graduação e também devido ao esperado oferecimento de cursos total ou parcialmente a distância nos próximos anos. Por isso, o governo federal vem buscando estabelecer padrões de qualidade necessários ao reconhecimento de cursos, conforme se vê no texto "Padrões de Qualidade para Cursos de Graduação em Engenharia" preparado pela Comissão de

Especialistas de Ensino de Engenharia do Ministério da Educação³². Para alguns cursos, além dos padrões de qualidade, há também uma descrição, para a área respectiva, do cenário de cursos de graduação e pós-graduação no país, com indicadores de demanda e oferta de cursos, aspectos curriculares e, em áreas específicas, recomendações sobre laboratórios e referências bibliográficas essenciais. Este documento leva em conta o caráter único do curso de engenharia que engloba dezenas de habilitações e baseia-se em uma tendência que já vem sendo adotada nos países asiáticos, europeus e norte-americanos: busca-se estabelecer critérios de qualidade com foco nos atributos comuns esperados de todo profissional de engenharia. Entre outros objetivos, busca-se encorajar o desenvolvimento de abordagens inovadoras para o ensino de engenharia e contribuir para que os graduados na habilitação estejam adequadamente preparados para o ingresso na prática da engenharia. Ainda de acordo com o texto, cada Programa Educacional deve ser capaz de demonstrar que seus graduados em engenharia tenham: capacidade para aplicar conhecimento de matemática, ciências e engenharia; capacidade para projetar e conduzir experimentos, assim como analisar e interpretar resultados; capacidade para projetar um sistema, componente ou processo para atender a determinados requisitos; capacidade para atuar em equipes multi-disciplinares; capacidade para identificar, formular e resolver problemas de engenharia; compreensão da ética e responsabilidade profissional; capacidade para comunicar-se efetivamente (por escrito, oral e graficamente); uma educação ampla, necessária para entender o impacto das soluções da engenharia no contexto social e ambiental; a convicção da necessidade do engajamento no processo de aprendizagem permanente; capacidade para usar técnicas e ferramentas modernas para o exercício da prática da engenharia.

No que se refere à capacidade para comunicar-se efetivamente por escrito, oral e graficamente, tem grande importância o uso de hipertexto e de diagramas dentro de ambientes computacionais, tema desta pesquisa de mestrado. Inclusive, utilizar computadores no processo de autoria de hipertexto para a Internet e de diagramas para representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C) oferece uma oportunidade de desenvolvimento da capacidade de usar técnicas e ferramentas modernas para o exercício da prática da engenharia.

Finalmente, cabe notar que a Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação³³ publica na Internet inúmeras informações relativas aos cursos de engenharia, inclusive sobre a

³² Internet - "Padrões de Qualidade para Cursos de Graduação em Engenharia" - Ministério da Educação e do Desporto - Secretaria de Ensino Superior - Departamento de Políticas de Ensino Superior - Coordenação das Comissões de Especialistas - Comissão de Especialistas de Ensino de Engenharia - Maio de 1998 - URL: http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/curdiretriz/engenharia/eng_pad.doc - Acesso: 16 de Janeiro de 2004

³³ Internet - Secretaria de Educação Superior - Ministério da Educação - URL: <http://www.mec.gov.br/Sesu/cursos/> - Acesso: 16 de Janeiro de 2004

legislação específica (decretos, portarias, pareceres e resoluções do CNE), instruções para elaboração de processos de credenciamento e reconhecimentos de instituições de educação superior e de autorização, reconhecimento e renovação de reconhecimento de cursos superiores.

2.2 Educação Mediada por Computador em Engenharia

É fato que a Internet pode ser utilizada como veículo para a procura e divulgação de informação científica e técnica para o engenheiro³⁴. Alguns dos serviços que podem ser utilizados são correio eletrônico, listas de discussão e de notícias, busca e carregamento (“download” e “upload”) de arquivos e software e execução remota de programas e serviços de informação. A “World Wide Web”³⁵ merece especial destaque pelas suas capacidades de hipertexto e multimídia que facilitam a procura e a divulgação de informação.

As habilidades técnicas de utilizar o computador para buscar por informação, ao utilizar processadores de textos e planilhas eletrônicas assim como para se comunicar eletronicamente, são vistas hoje não apenas como pré-requisitos para certos trabalhos³⁶, mas também como habilidades desejáveis a alunos tanto no ensino médio como na universidade que têm acesso às novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

São inúmeras as teorias que dão suporte à pesquisa em Educação Mediada por Computador (MISKULIN, 1999). No contexto deste trabalho, no que se refere à Educação Mediada por Computador em Engenharia, têm grande importância as teorias de Piaget e Ausubel, mencionadas brevemente nos parágrafos seguintes.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de AUSUBEL (1963), é vista como a melhor teoria de aprendizagem focada na aprendizagem de conceitos e proposições compostas de conceitos: novas idéias são relacionadas àquelas já existentes nas estruturas cognitivas do aprendiz. Nesse sentido, o uso de aplicativos para autoria de mapas conceituais deve tomar em consideração tal teoria; assim, Ausubel volta a ser considerado com maior detalhamento posteriormente, em seção específica.

³⁴ Internet - Eugénio M.F. Campos Ferreira - "A Internet como Fonte de Informação para Engenharia" - INGENIUM: Revista da Ordem dos Engenheiros, II Série n. 8, 54-59, Abril 1996 - URL: <http://www.deb.uminho.pt/ecferreira/ordem.htm> - Acesso: 16 de Janeiro de 2004

³⁵ Internet - World Wide Web Consortium - URL: <http://www.w3.org/> - Acesso: 16 de Janeiro de 2004

O construtivismo de Piaget (COSTA & DIMURO, 2004) é uma teoria que modela o aprendizado humano em termos da participação ativa do aprendiz na resolução de problemas e no pensamento crítico relacionado à atividade de aprendizagem em que este esteja engajado, o que envolve, inclusive, a construção do conhecimento pela aplicação de conhecimentos e experiência anteriores a novas situações.

Em Engenharia, o paradigma de "machine learning" (AAMODT & PLAZA, 1994) conhecido como RBC, ou Raciocínio Baseado em Casos (PIVA JR. et al., 2002), guarda forte relação com o construtivismo de Piaget e seu uso vêm sendo considerado com frequência quando se pensa em Educação Mediada por Computador. Tal paradigma permite uma aprendizagem sustentada pela atualização de uma solução quando um problema é resolvido; ou seja: a aprendizagem ocorre como produto natural da resolução do problema. Uma importância adicional do RBC está no fato de ser muito mais simples que se aprenda pela retenção da resolução de um problema concreto do que pela generalização de soluções.

2.3 Educação e Internet

Levando-se em conta que o tema de pesquisa desta dissertação guarda forte relação com o uso da Internet no contexto educacional, esta seção considera temas afins à educação e à Internet. Posteriormente, em capítulo posterior, a Internet volta a ser considerada ao se tratar mais especificamente de tecnologias a ela relacionadas, como hipertexto e linguagens de marcação.

A Internet é um novo meio de armazenagem e de comunicação de informação. Literalmente, a palavra Internet quer dizer apenas a interligação de todas as redes. No Brasil, o Comitê Gestor da Internet³⁷ foi criado a partir da necessidade de coordenar e integrar todas as iniciativas de serviços Internet no país e com o objetivo de assegurar qualidade e eficiência dos serviços ofertados, assegurar justa e livre competição entre provedores e garantir a manutenção de adequados padrões de conduta de usuários e provedores. As páginas do Comitê Gestor da Internet do Brasil contém, por exemplo, informações sobre o crescimento da Internet no Brasil e oferece alguns "links" para pesquisas sobre a

³⁶ Internet - NPA (2001). "Building a Digital Workforce - Part 1: Raising Technological Skills" - NPA Report #303 - ISBN 0-89068-158-9 - National Policy Association - November 2001 - URL: http://www.npa1.org/DigitalDivide/part1_sum.htm - Acesso: 20 de dezembro de 2003

³⁷ Internet - Comitê Gestor da Internet do Brasil - URL: <http://www.cg.org.br/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

Internet no mundo, dados que podem ser de interesse para educadores da área de engenharia com interesse no oferecimento de cursos com apoio da Internet.

Dentro em breve, a Internet pode se tornar um sistema globalizado e universal de baixo custo para entrega instantânea de todos os tipos de informação para aqueles que estiverem conectados. A possibilidade de personalização do conteúdo informativo e o seu acesso rápido e simplificado trazem novos paradigmas à educação a distância ao mesmo tempo em que afeta as demais formas de educação. Isto implica em dizer que, conforme as novas tecnologias se integram ao dia a dia de nossa sociedade, todos os trabalhadores se tornarão trabalhadores da era da informação. Surge daí a questão: como educar em um momento em que o conhecimento adquirido torna-se menos importante que a capacidade de aprender e em que aumenta significativamente a necessidade de profissionais preparados para atuar na era da informação?

Três atitudes principais (MEARES & SARGENT, 1999) podem ser sugeridas: melhorar a imagem dos profissionais das áreas técnicas para que os jovens se sintam mais atraídos por estas carreiras; oferecer maiores informações sobre carreiras técnicas para os estudantes, seus pais e seus professores; enfatizar a importância do ensino de disciplinas matemáticas e científicas no nível pré-universitário. Nesse contexto, a Internet tem papel fundamental ao permitir o acesso a informações 24 horas por dia e em qualquer lugar do planeta.

No que tange à alfabetização digital, as oportunidades de aquisição das noções básicas de informática indispensáveis para o acesso à rede Internet e seus serviços são insuficientes diante da Sociedade da Informação³⁸ que está se formando no Brasil. Educar em uma Sociedade da Informação é muito mais do que treinar pessoas no uso das novas tecnologias; trata-se de formar os indivíduos para "aprender a aprender" de forma a prepará-los para a contínua e acelerada transformação da base tecnológica.

A convergência da base tecnológica que o Brasil e o mundo experimentam neste momento decorre do fato de se poder representar e processar qualquer tipo de informação de uma única forma, a digital. A educação via Internet se adequa a esta convergência, seja através do oferecimento de educação e treinamento com materiais instrucionais totalmente dirigidos à Internet seja como apoio aos tradicionais cursos presenciais. Em um país de dimensões continentais como o Brasil, parece bastante viável oferecer a curto prazo uma educação via Internet eventualmente acessível em qualquer

³⁸ Internet - Sociedade da Informação no Brasil - Livro Verde, MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, Governo Federal do Brasil, Brasília, Setembro, 2000 - URL: http://www.socinfo.org.br/livro_verde/ - Acesso: 22 de Janeiro de 2004

localidade; o intuito básico seria o de oferecer a todos os brasileiros "conectados" a chance de aprender sem que tenham de abandonar as suas comunidades.

Na figura a seguir, há um mapa conceitual da proposta original da WWW ("World Wide Web") por Tim Berners-Lee³⁹, um sistema de hipertexto denominado "Mesh". Tal sistema foi apresentado em 1989 ao CERN ("European Organization for Nuclear Research"), uma organização que agora participa como membro do Consórcio W3C⁴⁰.

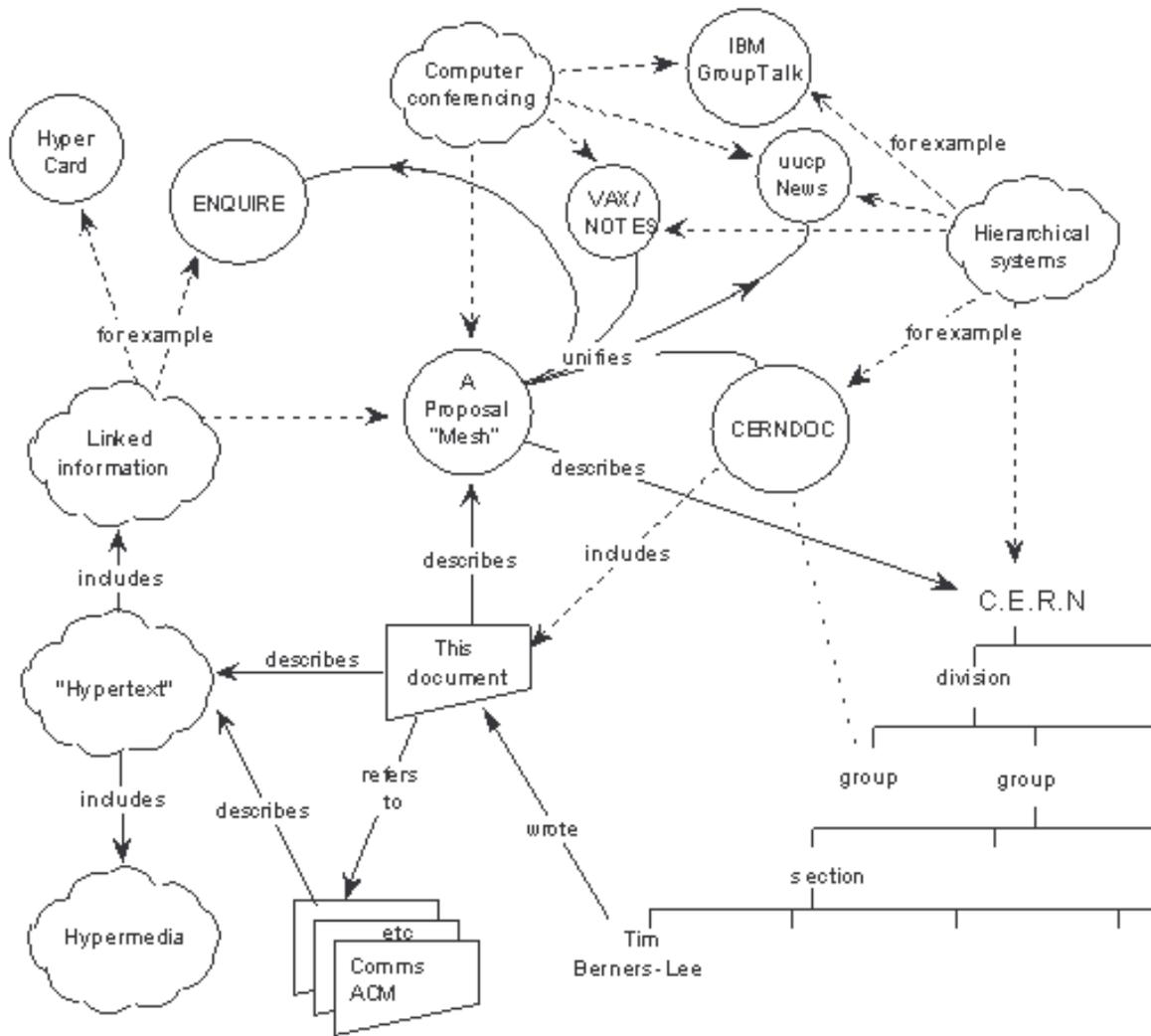


Figura 2.1 - Mapa conceitual da proposta original da WWW por Tim Berners-Lee.

³⁹ Internet - Tim Berners-Lee (1989). "Information Management: A Proposal".
 URL: <http://www.funet.fi/index/FUNET/history/internet/w3c/proposal.html> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁴⁰ Internet - "A Little History of the World Wide Web" - World Wide Web Consortium (W3C) - URL:
<http://www.w3.org/History.html> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

No que se refere à Educação e à Internet, trata-se a seguir dos temas seguintes: Exclusão Digital, Educação a Distância e sua Regulamentação no Brasil e UNIREDE.

A exclusão digital (AMORIM, 2003^A) pode ser entendida, a grosso modo, como a situação na qual um indivíduo ou grupo de pessoas se encontram impossibilitados de utilizar as mais recentes tecnologias digitais, o que por sua vez as impede de utilizar estas novas tecnologias para se integrar à nossa nova Sociedade da Informação. O enfoque aqui é o da exclusão digital relativa à Internet. Surge daí a divisão digital, onde as pessoas passam a ficar divididas em dois grupos: o dos que participam do "mundo digital" e o dos que ficam a parte. Não ter acesso à Internet ou a outras inovações tecnológicas dos nossos dias pode comprometer a mobilidade social e a empregabilidade (AMORIM, 2002) de uma pessoa.

Os principais (SMOLENSKI, 2000) fatores a prolongar a divisão digital nos EUA, país mais rico do mundo, parecem ser o acesso à Internet em casa, a experiência no uso da Internet e a largura de banda para o acesso à Internet. A largura de banda se refere à quantidade de dados e à velocidade com que estes dados trafegam pela Internet dentro de um dado canal de comunicação, como uma linha telefônica, por exemplo.

As vantagens do acesso à Internet em casa são óbvias desde que se considere que há uma disponibilização cada vez maior por esta mesma Internet de informações relacionadas ao dia a dia, o que permite que uma pessoa com acesso domiciliar aumente a sua produtividade de diversas formas. Ademais, no caso da aprendizagem, o uso da Internet como uma biblioteca onde se encontram informações sobre quase qualquer assunto por si só já justificaria a necessidade de acesso domiciliar.

Se as estatísticas sobre os EUA parecem preocupantes, o que se pode dizer do Brasil, onde atualmente as grandes cidades chegam a ter quase 1/3 de sua população morando sem o mínimo de infra-estrutura em favelas? E quanto à população rural das regiões menos desenvolvidas do país, de modo geral sem acesso até mesmo a eletricidade ou a linhas telefônicas? Sem que antes haja um mínimo de infra-estrutura, talvez não faça muito sentido se questionar a compra subsidiada de computadores ou o acesso subsidiado à Internet pelas populações menos favorecidas economicamente.

A questão da experiência no uso da Internet se refere ao tempo necessário para que um usuário passe a compreender adequadamente todos os benefícios possíveis do uso desta tecnologia no seu dia a dia. No caso da educação a distância baseada em Internet, a inexperiência do aprendiz no uso da rede mundial de computadores pode, por certo, tornar a aprendizagem uma experiência frustrante; esta frustração pode levar o aprendiz a crer que a aprendizagem a distância em questão é pouco eficiente,

enquanto que a baixa produtividade no processo de aprendizagem vem na verdade de sua inexperience no uso das tecnologias fundamentais a um bom desempenho. Isto parece ser uma indicação de que, antes de se estimular um usuário a utilizar cursos via Internet, seja qual for o propósito final do processo educativo em questão, é necessário treiná-lo no uso das ferramentas fundamentais (computador, Internet, software, etc.) através de um tutorial ou de um treinamento presencial.

A questão da largura de banda para o acesso à Internet se refere basicamente ao altíssimo custo das conexões de alta velocidade e é de fundamental importância: aqueles com acesso a uma maior largura de banda terão acesso a conteúdos informativos mais complexos, como vídeos e animações, de forma rápida; já aqueles com acesso a uma menor largura de banda não terão acesso a tecnologias como videoconferência adequadamente, o que os impedirá de utilizar recursos muitas vezes disponibilizados gratuitamente via Internet, como vídeos e áudios.

No caso da educação a distância, as questões relativas à largura de banda são fundamentais. Basta que comparemos, sem muito rigor, a diferença potencial de qualidade entre aulas virtuais baseadas somente em hipertextos e aulas virtuais baseadas em hipermídia, onde esta última é uma formatação mais rica dos conteúdos relativos a estas aulas virtuais que contém "links" para outras mídias como áudio e vídeo, e não somente para textos. Além da interatividade não possível nos livros tradicionais, um dos maiores atrativos da Internet como meio de ensino é a possibilidade de acesso 24 horas não só de textos atualizados, mas também de arquivos de áudio, vídeo, etc. como formas alternativas e/ou complementares de se ensinar e aprender.

Se os três fatores delineados já são por si só preocupantes para aqueles educadores que acreditam na Internet como uma possível solução para parte dos problemas relativos à educação no Brasil, parece ainda mais crítica a exclusão digital (AMORIM, 2003^A) devida ao desconhecimento de línguas estrangeiras.

No momento atual, a esmagadora maioria das páginas e softwares existentes se encontra em Inglês ou em outras línguas que não o Português (PETERSON & MAROSTICA & CALLAHAN, 1999). Como consequência, boa parte dos brasileiros, por não ter fluência em línguas estrangeiras como o Inglês, fica necessariamente excluída do acesso à maior parte das informações e recursos disponíveis na Internet. Este fator de exclusão digital é de fundamental importância numa economia cada vez mais globalizada, já que a tradução de todos os tipos de informação para o Português seria, além de custosa, contraproducente.

Em abril de 2003, foi lançado pela organização não-governamental Comitê para a Democratização da Informática (CDI) e pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), o Mapa da Exclusão Digital⁴¹. Este teve como objetivo traçar um panorama do “apartheid digital” no Brasil e formular um documento de referência na definição de estratégias para a solução deste problema. O estudo mostra, por exemplo, que enquanto no Distrito Federal 23,87% dos moradores têm acesso ao computador, no Maranhão o grau de inclusão digital é de apenas 2,05%. Relativamente à urbanização, o estudo mostra que em termos de taxas de acesso a computador, 12,42% da população que vive em áreas urbanizadas está incluída; já nas áreas rurais, esse dado é de apenas 0,98%. A escolaridade média dos incluídos digitais é de 8,72 anos completos de estudo, praticamente o dobro daquela observada entre os excluídos digitais. Do total de alunos matriculados no ensino fundamental regular, 25,4% estavam matriculados em escolas com acesso à Internet e no ensino médio regular este número era de 45,6%. Ainda de acordo com este estudo, o fato de ter computador, na prova de matemática, se relaciona com um desempenho escolar 17,7% maior do que quando o aluno não possui computador, para a 8ª série.

Deve-se buscar não apenas o fim do “analfabetismo tecnológico” no Brasil, mas sim a “fluência” em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Os cidadãos integrados à Sociedade da Informação no Brasil devem ser capazes de reformular conhecimentos e expressar-se criativa e apropriadamente, assim como devem ser capazes de produzir e gerar informação em vez de meramente compreendê-la. A complexidade da vida moderna e dos sistemas computacionais traz importância crítica à educação. Os educadores têm um papel fundamental a cumprir neste contexto. A construção e distribuição de pacotes tecnológicos para o apoio ao ensino a distância de baixo custo e em grande escala voltados à realidade brasileira, com vistas a permitir a todos os educadores o acesso a estas tecnologias educacionais, mais uma vez traz a necessidade da pesquisa em educação apoiada pela Internet, inclusive no caso da Engenharia e de áreas afins.

Em 1996, foi publicada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) a qual reorganizou a política educacional do Brasil. Para regulamentar e consolidar a Educação a Distância no país, os poderes Executivo e Legislativo criaram e publicaram diversos decretos, leis, portarias e outros documentos. De acordo com o Decreto 2.494⁴², de 10 de fevereiro de 1998, *"Educação a Distância é uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos*

⁴¹ Internet - "Mapa da Exclusão Digital" - Abril de 2003 - Centro de Políticas Sociais da Fundação Getulio Vargas - URL: http://www2.fgv.br/ibre/cps/mapa_exclusao/apresentacao/apresentacao.htm - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁴² Internet - Decreto n.º 2.494, de 10 de fevereiro de 1998. Regulamenta o Art. 80 da LDB (Lei n.º 9.394/96) - Educação Superior a Distância - Ministério da Educação - Brasília, Brasil - URL: http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/decreto/d_2.494.doc - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação".

A Secretaria de Educação a Distância (SEED)⁴³ do Ministério da Educação disponibiliza na Internet informações sobre Educação a Distância e sua regulamentação no Brasil, incluindo-se aí desde Leis, Decretos e Portarias até Resoluções e Pareceres. A Secretaria de Educação a Distância representa a clara intenção do atual governo de investir na educação a distância e nas novas tecnologias como uma das estratégias para democratizar e elevar o padrão de qualidade da educação brasileira.

Dentre os programas da Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação, destacamos o ProInfo (Programa Nacional de Informática na Educação) e o PAPED (Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância). Instituído em 1997, o ProInfo⁴⁴ já chegou a quase três mil escolas brasileiras, onde estão instalados cerca de trinta mil computadores. O uso pedagógico desses equipamentos é assegurado por meio da capacitação de professores das escolas beneficiadas e dos multiplicadores dos Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE). Mais de vinte mil professores já foram capacitados através de inúmeros NTE instalados. Quanto ao PAPED⁴⁵, este foi lançado em 1997 e consiste no apoio financeiro à realização de dissertações de mestrado e teses de doutorado que tratem de temas afetos à educação a distância e às Tecnologias de Informação e Comunicação aplicadas à educação.

No Brasil, podem oferecer cursos de graduação a distância as instituições públicas ou privadas legalmente credenciadas para o ensino superior a distância, através de parecer do Conselho Nacional de Educação, homologado pelo Ministro da Educação por meio de Portaria publicada no Diário Oficial, nos termos da Lei 9.394/96 (LDB)⁴⁶, do Decreto 2.494/98⁴⁷ e da Portaria MEC Nº 301/98⁴⁸.

Até junho de 2001, cerca de nove mil pessoas (STRAUSS, 2004) deram entrada no processo de validação de diplomas obtidos em cursos de pós-graduação oferecidos por universidades estrangeiras conveniadas com brasileiras, prática proibida no país ainda em 2001. Mais da metade dos cursos

⁴³ Internet - Secretaria de Educação a Distância (SEED) - Ministério da Educação - Brasília, Brasil - URL: <http://www.mec.gov.br/seed/default.shtm> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁴⁴ Internet - Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo) - Secretaria de Educação a Distância (SEED) - Ministério da Educação - Brasília, Brasil - URL: <http://www.proinfo.mec.gov.br/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁴⁵ Internet - Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância (PAPED) - Secretaria de Educação a Distância - Ministério da Educação - Brasília, Brasil - URL: <http://www.mec.gov.br/seed/paped/default.shtm> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁴⁶ Internet - Lei 9.394/96 (LDB) - Educação Superior a Distância - Ministério da Educação - Brasília, Brasil - URL: <http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/lei.zip> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁴⁷ Internet - Decreto 2.494/98 - Educação Superior a Distância - Ministério da Educação - Brasília, Brasil - URL: http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/decreto/d_2.494.doc - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

oferecidos eram feitos a distância, o que demonstra o enorme interesse dos brasileiros pela educação a distância mesmo no nível de pós-graduação. Atualmente, a taxa de sucesso na regularização tem sido da ordem de 0,5% das solicitações em um processo que envolve o encaminhamento da documentação para uma universidade brasileira reconhecida e com curso semelhante ao do aluno para avaliação e possível validação.

As megatendências (OECD, 2001)⁴⁹ associadas com a globalização parecem significar que a parceria para o oferecimento de material para aprendizagem eletrônica ("e-learning") é necessária para que se gerenciem custos e complexidade em face da competição que pode vir de qualquer lugar do mundo.

A UNICAMP participa do projeto Consórcio Rede Universidade Virtual Pública do Brasil (UniRede)⁵⁰. Este projeto congrega universidades públicas e pretendia, já em seu lançamento, atingir cem mil estudantes por ano. O projeto visa tornar disponíveis cursos completos de licenciatura, bacharelado e atividades com nível de pós-graduação e de extensão em médio prazo. Trata-se de um consórcio de universidades interligadas com o propósito de expandir o ensino a distância e possibilitar maior acesso de alunos às universidades públicas, hoje limitado quase que exclusivamente à educação presencial. Em linhas gerais, espera-se que as universidades trabalhem juntas, tornando viável a consolidação do programa; a geração de conteúdo não necessariamente envolveria todos os participantes mas tal conteúdo poderia ser reutilizado por outras universidades, ofertando cursos em suas regiões de influência.

Para o sucesso na geração de conteúdo muitas vezes é fundamental que haja uma estrutura de apoio a professores, chamados conteudistas, pois não se espera que estes desenvolvam sozinhos um curso e o disponibilizem em um ambiente como a "Web" sem antes contar com o apoio de técnicos com conhecimento em educação e mídia; assim, o trabalho em equipe pode ser fundamental nestes primeiros momentos.

Para viabilizar a UniRede, inicialmente serão considerados inclusive rádio e televisão. Contudo, espera-se que a Internet tenha papel cada vez mais importante através da Rede Nacional de Pesquisa (RNP), a qual buscará garantir a cientistas, pesquisadores e universitários uma Internet de alta

⁴⁸ Internet - Portaria MEC Nº 301/98 - Educação Superior a Distância - Ministério da Educação - Brasília, Brasil - URL: <http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/port301.doc> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁴⁹ Internet - OECD (2001). "E-Learning: The Partnership Challenge" - Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) - OECD Code 962001061E1 - ISBN 9264193162 - June, 2001 - URL: <http://www1.oecd.org/publications/e-book/9601061E.PDF> - Access: February 3, 2004

⁵⁰ Internet - Consórcio Rede Universidade Virtual Pública do Brasil (UniRede) - URL: <http://www.unirede.br/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

velocidade (MENDONÇA, 2000). A RNP foi criada em 1989 pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) com o objetivo de construir uma infra-estrutura de rede Internet nacional para a comunidade acadêmica. O Projeto Internet 2⁵¹ é um consórcio internacional com mais de 205 universidades trabalhando em parceria com a indústria e o governo em tecnologias e aplicações avançadas de rede. A seguir, trata-se especificamente da Educação em Engenharia na perspectiva do uso da Internet.

Do que se discutiu até o momento, percebe-se a importância fundamental na Internet em educação no contexto da Sociedade da Informação que se forma nos dias de hoje. Em especial, o fato da Educação em Engenharia fazer uso de inúmeros ambientes computacionais, incluindo-se aí desde ambientes de simulação até aplicativos de editoração de conteúdo científico ou matemático, permite imaginar que os benefícios podem ser ainda maiores caso o uso da Internet seja adequado. Entretanto, limitações de diversos tipos, tanto de hardware como de software, precisam ser tratadas.

No que se refere a hardware, os custos de conexão à Internet de banda larga assim como os custos de computadores e periféricos ainda são muitos altos no Brasil e inovações tecnológicas serão necessárias para que o computador com Internet passe a ser tão comum como a televisão.

Quanto ao software, têm grande importância as pesquisas sobre software livre⁵² que busquem desenvolver novos ambientes e aplicativos gratuitos e que também propaguem o seu uso, em especial na área educacional. A UNICAMP, por exemplo, vem buscando desenvolver e utilizar software livre. Um exemplo de uso está relacionado ao pacote OpenOffice⁵³. Soluções baseadas em software livre e aberto podem aliviar os custos relacionados com software e dar às instituições de ensino e pesquisa um domínio maior sobre o seu futuro com relação à infra-estrutura de informática. Em março de 2004, o Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust)⁵⁴ acumulava cerca de R\$ 2,8 bilhões em recursos a serem utilizados para prover serviços de Internet rápida a escolas; estes recursos não poderão ser usados para o pagamento de licenças de software proprietário dada a posição do governo a favor do uso de software livre nos programas de informatização e conexão de escolas públicas (CRUZ, 2004).

Para que a Educação em Engenharia apoiada pela Internet se popularize, também é importante que se valorizem iniciativas relacionadas à disponibilização gratuita ou subsidiada de conteúdo

⁵¹ Internet - Internet2 Consortium - URL: <http://www.internet2.edu/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁵² Internet - Rau-Tu: Sistema Colaborativo de Perguntas e Respostas - Centro de Computação da UNICAMP - URL: <http://www.softwarelivre.unicamp.br/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁵³ Internet - OpenOffice - Centro de Computação - UNICAMP - URL: <http://www.openoffice.unicamp.br/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁵⁴ Internet - Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust) - URL: <http://www.proinfo.es.gov.br/fust/fust.htm> - Acesso: 6 de março de 2004

(material instrucional) na Internet assim como o desenvolvimento de protocolos que garantam a interoperabilidade de diversos tipos de conteúdo em diferentes sistemas. Uma iniciativa que vem se destacando chama-se O.K.I.⁵⁵, a qual busca criar e dar suporte a uma comunidade onde tanto soluções de código aberto como proprietário (ou comerciais) possam se desenvolver. Em outras palavras, busca-se interoperabilidade de modo que diferentes soluções para aprendizagem eletrônica possam ser integradas.

Finalmente, para que a Educação em Engenharia apoiada pela Internet tenha qualidade, é fundamental que se invista na formação continuada de docentes (AMORIM, 2002) e, quando for o caso, de alunos, no uso das novas tecnologias. Sem a formação adequada de docentes, corre-se o risco, por exemplo, de que a infra-estrutura disponibilizada fique subutilizada. A UNICAMP, através de sua equipe de Educação a Distância, vem oferecendo cursos de interesse não apenas de sua comunidade, mas também de pessoas de várias partes do país. Todo o material didático do projeto Mini Cursos Virtuais⁵⁶ é de uso livre, gratuito e irrestrito, licenciado segundo os termos da licença GNU/FDL (“Free Documentation License”) criada pela “Free Software Foundation”. Na elaboração do projeto, desenvolveu-se uma metodologia de auto-aprendizagem. Alguns dos Mini Cursos oferecidos são os seguintes: “Cascading Style Sheets”; Busca na “Web”; “Concurrent Version System”; Conceitos Básicos sobre Videoconferência; Criação de “homepage”; HTML Ilustrado; Gravando com “Webcam”; Editando imagens com Irfanview.

Na seção seguinte, são apresentadas algumas iniciativas de maior envergadura da UNICAMP na área de educação mediada por computador com foco nas áreas de engenharia, matemática e afins. O objetivo é o de se mostrar como tal universidade, pioneira na pesquisa nesta área no Brasil, vem concentrando esforços e recursos no desenvolvimento de novas soluções que permitam um uso cada vez melhor da tecnologia em situações de ensino e aprendizagem.

2.4 Algumas Iniciativas da UNICAMP

Cabe notar que há dificuldades neste estágio inicial de utilização de novas tecnologias em educação, mesmo em instituições que são modelo de excelência na área como a UNICAMP. Na área de

⁵⁵ Internet - The Open Knowledge Initiative (O.K.I.) - M.I.T. - URL: <http://www.okiproject.org/> - Access: September 13, 2004

engenharia, por exemplo, uma recente pesquisa (PIVA JR. et al., 2003) realizada com professores da UNICAMP destaca alguns obstáculos encontrados por estes professores. Em linhas gerais, os principais obstáculos no processo de ensino a distância apontados pelos professores de engenharia entrevistados, em ordem de importância, seriam: tempo requerido para o desenvolvimento de material instrucional e para a interação com estudantes; falta de habilidades técnicas no uso de tecnologias e limitações impostas por tais tecnologias; falta de ferramentas específicas para a área tecnológica que facilite a publicação de material técnico; a necessidade de se aprender uma nova postura de professor; e a falta de um suporte efetivo da instituição a tais professores.

Nesse sentido, tem fundamental importância o desenvolvimento de teses e dissertações por alunos dos programas de pós-graduação das faculdades de engenharia da UNICAMP. Um exemplo envolvendo Internet e Educação a Distância (EaD) é a dissertação de CROCOMO (2003). Neste trabalho, intitulado “Prototipagem de circuitos eletrônicos em tempo real, via Internet, com aplicações no ensino de eletrônica”, propõe-se o desenvolvimento de um laboratório remoto voltado ao ensino de eletrônica a distância, composto de hardware e software. Tal laboratório seria capaz de permitir a montagem de circuitos para atender às necessidades dos cursos iniciais de eletrônica. Ressalta-se, na referida pesquisa, a importância fundamental da interatividade na busca de eficiência do processo de ensino e aprendizagem em engenharia.

Em outro trabalho de pós-graduação na área de engenharia, intitulado “Ambiente para Robótica Educacional com SuperLogo” (CHELLA, 2002), atividades podem ocorrer no modo presencial ou remotamente por meio da Internet. Tal trabalho descreve a implementação de um conjunto de dispositivos de hardware e módulos de programa que integrados à linguagem de programação Logo oferecem possibilidades para que o aprendiz possa desenvolver atividades que incluem a montagem e automação de dispositivos.

Dentre as diversas iniciativas da UNICAMP, serão apresentadas a seguir algumas delas: a que se refere à Equipe de EaD, a que se refere ao LAPEMMEC, a que se refere ao REENGE e a que se refere ao PGL.

(LACHI, 2003) indica que, em geral, a literatura descreve que um curso ministrado à distância acaba ocasionando uma carga maior de trabalho ao professor do que ocasionaria se o mesmo curso fosse dado presencialmente e que os professores queixam-se do excesso de mensagens, da sobrecarga de informação, da falta de ferramentas para um melhor acompanhamento do desempenho dos alunos e

⁵⁶ Internet - Projeto Mini Cursos Virtuais - Equipe de Educação a Distância - UNICAMP - URL:

do aumento do tempo despendido com os cursos. Neste contexto, têm grande importância certas iniciativas de algumas universidades que oferecem aos seus professores os serviços de equipes especializadas em educação a distância.

A Equipe de EaD (Educação a Distância)⁵⁷ da UNICAMP tem como objetivo principal divulgar, promover e apoiar iniciativas de EaD na instituição. A equipe vem buscando oferecer um suporte efetivo a professores interessados no processo de ensino a distância. Inclusive, tal equipe vem oferecendo a estes inúmeras oportunidades de treinamento e educação continuada que busquem o desenvolvimento de habilidades técnicas no uso de tecnologias de diversos tipos com o intuito de garantir que tais docentes adquiram, inclusive, uma nova postura enquanto educadores.

Os serviços oferecidos incluem, entre outros, os seguintes: apoio na elaboração de projetos em EaD, o que inclui o desenvolvimento e adaptação de material didático para "Web" e o uso de multimídia na elaboração de material didático ou na produção de CD com material didático; abertura de áreas para cursos na Internet no ambiente TelEduc além do apoio na utilização; hospedagem de "Web sites" dedicados a divulgação e serviço para a educação a distância; criação de listas específicas para EaD; gravação e transmissão de áudio e vídeo para aulas via Internet, para palestras e para eventos; e suporte na realização de videoconferência. Encontram-se disponíveis para "download", inclusive, documentos em formato PDF com orientações para o desenvolvimento de disciplinas no ambiente virtual⁵⁸ e para a preparação de conteúdos⁵⁹.

Como resultado, inúmeras iniciativas e experiências em educação a distância ocorreram. Algumas iniciativas e experiências da UNICAMP não diretamente relacionadas a engenharia seriam: (1) "Read in Web"⁶⁰: um projeto que agrega pesquisas sobre ensino de línguas a distância. (2) LITE⁶¹: um fórum de discussão, pesquisa, execução e avaliação de ações relacionadas com a temática das tecnologias educacionais. (3) NIB⁶²: uma unidade acadêmica interdisciplinar dedicada à pesquisa,

<http://www.ead.unicamp.br/minicurso/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁵⁷ Internet - Equipe de EaD - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.ead.unicamp.br> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

⁵⁸ Internet - Orientações para o desenvolvimento de cursos mediados por computador - Equipe de EAD - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.ead.unicamp.br/ensinoaberto/orientacoes.pdf> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

⁵⁹ Internet - Preparação de conteúdo para Web - Equipe de EaD - Universidade Estadual de Campinas - URL:

<http://www.ead.unicamp.br/ensinoaberto/preparacao.pdf> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

⁶⁰ Internet - "Read in Web" - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://ead1.unicamp.br/e-lang/> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

⁶¹ Internet - Laboratório Interdisciplinar de Tecnologias Educacionais - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://lite.fae.unicamp.br/> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

⁶² Internet - Núcleo de Informática Biomédica - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.nib.unicamp.br/> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

educação e serviços de extensão à comunidade, na área de aplicações da Informática nas Ciências Biológicas e da Saúde.

O LAPEMMEC⁶³ (Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática Mediada por Computador) faz parte do Círculo de Estudo, Memória e Pesquisa em Educação Matemática da Faculdade de Educação da UNICAMP e conta com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)⁶⁴. A pesquisa é intitulada "Ambientes Computacionais na Exploração e Construção de Conceitos Matemáticos no Contexto da Formação Reflexiva de Professores". De modo geral, o laboratório investiga as possibilidades pedagógicas de ambientes computacionais na exploração, disseminação e representação de conceitos matemáticos, ressaltando dimensões como a interatividade dos alunos, a "presença social" em comunidades virtuais de aprendizagem matemática e a aprendizagem colaborativa e sua potencialidade na constituição do conhecimento matemático. O LAPEMMEC oferece, inclusive, disciplinas de graduação e pós-graduação em educação matemática mediada por computador, realizando também pesquisas em Educação a Distância e Educação em Engenharia.

No que se refere à Educação em Engenharia, o laboratório visa ao uso de TIC em atividades pedagógicas e educacionais, buscando tratar de aspectos motivacionais (AMORIM & MACHADO, 2001) da educação matemática e de ciências (MENDES & AMORIM & MISKULIN, 2002) no nível do ensino médio. O intuito, portanto, se refere à busca de metodologias inovadoras (AMORIM & MISKULIN & MACHADO, 2001) que levem a um incremento do interesse de alunos do ensino médio pela área de engenharia e/ou de áreas afins, como matemática e ciências.

A EMU⁶⁵ (Educação Matemática na Universidade) visa o desenvolvimento da linguagem e de um instrumental matemático voltados para a formação de alunos nas áreas de Ciências Exatas e Engenharias. O Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da UNICAMP, o qual completou 35 anos em 2003, conta com dois laboratórios para pesquisa em educação matemática: Laboratório de Ensino de Matemática⁶⁶ e Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática na

⁶³ Internet - Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática Mediada por Computador - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/principal.html> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

⁶⁴ Internet - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - URL: <http://www.fapesp.br/> - Acesso: 13 de Setembro de 2004

⁶⁵ Internet - Educação Matemática na Universidade - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://emu.ime.unicamp.br/> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

⁶⁶ Internet - LEM - Laboratório de Ensino de Matemática - Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica - UNICAMP - URL: <http://www.ime.unicamp.br/ex.html> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

Universidade⁶⁷. Tais laboratórios oferecem, inclusive, cursos de aperfeiçoamento e de especialização para professores do ensino médio e fundamental. Também oferecem Olimpíadas de Matemática destinadas a alunos do Ensino Médio e organizam eventos como o Encontro Regional de Professores de Matemática.

Ainda no que se refere à Educação Matemática, temos o "Matemática on line". Trata-se de um "Ambiente Virtual de Apoio aos Professores de Matemática" desenvolvido pelo Laboratório de Educação e Informática Aplicada⁶⁸ da Faculdade de Educação da UNICAMP. Com uma interface amigável, tem o objetivo de facilitar a integração e interação dos professores de matemática do Ensino Médio, Fundamental, Infantil e Técnico através de recursos básicos para propiciar a discussão da prática do professor. Pretende-se, assim, que este seja um instrumento auxiliar ao processo de atualização de conceitos, ementas, planejamento de aulas e atividades. Tal laboratório ainda desenvolve o projeto "Ciência na Escola", o qual tem como principal objetivo despertar vocações para as ciências entre os alunos de ensino fundamental e médio das escolas públicas municipais e estaduais de Campinas.

A UNICAMP participa, juntamente com outras instituições de nível superior do país, de diferentes projetos relacionados ao ensino de Engenharia tais como o REENGE, descrito a seguir.

O Programa de Desenvolvimento das Engenharias (PRODENGE) resulta de um interesse do Governo Federal em tornar o Brasil mais competitivo, através de seus engenheiros e empresas. Isso se dá através da Financiadora de Estudos e Projetos, com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Secretaria de Educação Superior e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Trata-se de uma experiência inovadora para o progresso do ensino e da pesquisa em engenharia a qual, espera-se, permitirá o acesso às informações tecnológicas de ponta com velocidade e baixos custos.

O Projeto REENGE⁶⁹ (Reengenharia do Ensino de Engenharia) tem como principal objetivo reestruturar o ensino superior, incentivando a realização de diferentes experiências de ensino como implantação de módulos de aprendizagem virtual, utilização de recursos computacionais, atividades de pesquisa e desenvolvimento experimental, na constante atualização de profissionais. Busca-se formar

⁶⁷ Internet - LEMU - Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática na Universidade - Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica - UNICAMP - URL: <http://www.emu.ime.unicamp.br/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁶⁸ Internet - Laboratório de Educação e Informática Aplicada (LEIA) - Faculdade de Educação - UNICAMP - URL: http://www.leia.fae.unicamp.br/jsp/proj_hd.jsp

⁶⁹ Internet - Projeto REENGE - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.unicamp.br/prg/reenge> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

engenheiros com uma visão mais sistêmica e com uma sólida formação básica. A rapidez dos avanços tecnológicos e a crescente informatização dos meios de produção são as principais motivações para tal reformulação dos currículos de Engenharia.

O projeto REENGE na UNICAMP tem um caráter institucional, onde interesses comuns são privilegiados com a finalidade de integrar o ensino de Engenharia, não só no que se refere ao ensino profissionalizante, mas também com relação ao ensino básico de Matemática e Física.

Em função do caráter multidisciplinar da proposta, a Pró-Reitoria de Graduação e o corpo docente das seis unidades de ensino de Engenharia da UNICAMP estão envolvidos no programa. O aspecto institucional do programa permite também que em cada unidade sejam desenvolvidos projetos específicos nas áreas de atuação: Agrícola, Alimentos, Civil, Elétrica, Mecânica e Química.

No âmbito externo, espera-se contar com instituições de ensino de engenharia, escolas de engenharia conectadas à Internet, SEBRAE, SENAI e escolas da rede de ensino médio.

Na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da UNICAMP, o Projeto REENGE⁷⁰ iniciou a modificação do catálogo do curso de Engenharia Elétrica implantado a partir de 1989. Os princípios básicos que nortearam estas modificações foram dar ao profissional, formado na FEEC da UNICAMP, uma sólida formação básica para atuar nos diversos campos que abrangem a Engenharia Elétrica, e qualificá-lo para as atribuições profissionais com a necessária flexibilidade para acompanhar os avanços tecnológicos.

As disciplinas buscam acompanhar o "estado da arte" nas diversas ramificações da Engenharia Elétrica, inclusive possibilitando uma especialização em um determinado tema da Engenharia Elétrica; as atividades de laboratório do curso também foram analisadas. A proposta contempla ainda a introdução de novas metodologias de ensino para as disciplinas básicas como Física e Matemática baseadas na utilização de recursos computacionais, na forma de "pacotes" de software, que apoiassem tanto o desenvolvimento teórico como prático das disciplinas. É interessante notar que, com as modificações implementadas, o aluno de graduação pode cursar disciplinas oferecidas na pós-graduação com a necessária obtenção de créditos para cumprir o elenco de disciplinas eletivas necessárias para se graduar. Tal fato também facilita o ingresso de alunos da própria faculdade em seu programa de pós-graduação. Iniciativas como essa são bastante positivas pois aceleram a entrada dos

⁷⁰ Internet - Projeto REENGE - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação - UNICAMP - URL: <http://www.fee.unicamp.br/REENGE/objetivo.html> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

alunos de graduação da universidade no mundo intelectualmente mais desafiador da pesquisa, algo que potencialmente aumenta a qualidade da formação do engenheiro.

Vale notar que, atualmente, duas metas estão detalhadas para implementação: implantação de módulos de aprendizagem informatizada, com a indispensável utilização de ferramentas de apoio aos projetos, e elaboração de módulos de aprendizagem virtual, sendo o curso baseado, por exemplo, em hipertexto (HTML). Neste último caso, a maior vantagem da abordagem é a veiculação gratuita, o que garante o acesso irrestrito de estudantes de outras áreas via Internet. O desenvolvimento das disciplinas em rede, poderá ser completado progressivamente e será executado pelos professores que ministram as disciplinas, com o auxílio de pessoal de apoio. Deste modo, acredita-se na viabilidade do oferecimento de uma disciplina na Internet na forma de instruções, exercícios, projetos e software de apoio.

Alguns exemplos de disciplinas oferecidas nessas circunstâncias seriam as seguintes: Circuitos Elétricos, Circuitos Elétricos II, Micro Minicomputadores - Software, Organização de Computadores e Computação Gráfica. De acordo com os resultados obtidos no ano de 1996 pela FEEC, o trabalho de introdução de disciplinas na rede é um trabalho exaustivo que deverá ser desenvolvido em etapas, buscando-se sempre que possível padronizar e automatizar a geração dos módulos de aprendizagem virtual. Atualmente encontram-se disponíveis na rede informações sobre programa da disciplina, referências bibliográficas, listas de exercícios, regras de avaliação e parte ou a totalidade de textos didáticos para as disciplinas mencionadas, as quais são obrigatórias para Engenharia Elétrica e/ou Engenharia de Computação. Pretende-se que, futuramente, alguns destes textos didáticos, desenvolvidos quase sempre pelos próprios professores, sejam transformados em livros.

O PGL ("The Partnership in Global Learning")⁷¹ é uma iniciativa sem precedentes e de escopo internacional projetada para desenvolver aprendizagem em uma escala global com o auxílio da tecnologia. Trata-se de uma colaboração entre escolas do ensino fundamental e médio ("K-12 schools"), universidades e corporações para a pesquisa em aprendizagem eletrônica, treinamento e desenvolvimento de tecnologias. Algumas das universidades que participam do PGL são: (1) The University of Florida, Gainesville, Florida, USA; (2) Fundação Getúlio Vargas, EAESP, São Paulo, Brasil; (3) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil; (4) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil. (5) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de México, Monterrey, México.

⁷¹ Internet - The Partnership in Global Learning (PGL) - URL: <http://grove.ufl.edu/~pgl/> - Access: January 23, 2004

Na UNICAMP, de acordo com o PGL Newsletter⁷², conduziu-se o treinamento de 40 professores em 2003; mais de 60 módulos de conteúdo em Português, Inglês e Espanhol foram desenvolvidos de acordo com o padrão de formatação visual PGL e seguindo-se a metodologia PGL (“PGL Module on Online Instructional Design”)⁷³ que vem sendo desenvolvida desde o ano 2000.

Alguns dos módulos⁷⁴ já desenvolvidos são os seguintes: Flauta Doce - Vamos Aprender a Tocar Flauta Doce; Perímetro/Área/Volume; Módulo Ciências - Funções das Partes de uma Planta; Raiz quadrada na Geometria ; Sólidos Geométricos; e Resolução de Problemas.

Uma interessante participação no projeto PGL, dentro da UNICAMP, ocorre no Departamento de Comunicação da FEEC com o Projeto Rabisco⁷⁵, projeto este coordenado pelo Professor Leonardo Mendes. Com o software Rabisco, um projeto de Ensino a Distância, simples rabiscos desenhados com o "mouse" controlam sons iguais aos de uma orquestra. O software Rabisco estará sendo utilizado em escolas de Ensino Fundamental de Campinas e, também, do exterior. A intenção é atingir cerca de 30 mil alunos dentro e fora do Brasil. O trabalho está acessível pela Internet em um estúdio virtual onde crianças podem receber orientações sobre como agir. Através de traçados espontâneos, a criança se expressa em diferentes combinações sonoras em um ambiente que permite a escolha de mais de 120 instrumentos musicais diferentes. O desenho gera som pois cada linha no computador é formada por pontinhos que, unidos pelos rabiscos, criam uma seqüência de notas dentro de uma escala musical, gerando uma trajetória sonora. As escolas estão investigando o uso do software na área de desenho geométrico, arte e física, no tópico de ondas acústicas. A partir de 1994, a pesquisa do Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora concentrou-se em linhas vinculadas à Modelagem Matemática, Simulação Computacional e Composição Musical, que associadas às modernas técnicas de processamento digital de sinal, favoreceram a concentração de projetos na área de Música Computacional.

⁷² Internet - PGL Newsletter - The Partnership in Global Learning - URL: <http://www.mc21.fee.unicamp.br/~pgl/newsletter/> - Access: January 23, 2004

⁷³ Internet - PGL Module on Online Instructional Design - The Partnership in Global Learning - URL: <http://www.pgl.ufl.edu/online/welcome.html> - Access: January 23, 2004

⁷⁴ Internet - Cursos On-line do PGL - Módulos desenvolvidos ou em fase de desenvolvimento na UNICAMP - The Partnership in Global Learning - URL: <http://www.mc21.fee.unicamp.br/%7Epgl/lgp.htm> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

⁷⁵ Internet - Projeto Rabisco - The Partnership in Global Learning - Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora - UNICAMP - URL: <http://www.nics.unicamp.br/rabisco/> - Access: January 23, 2004

Capítulo 3

Tecnologias

O papel da hipermídia na educação é de fundamental importância dado seu uso na Internet, a qual será, possivelmente, o meio mais importante pelo qual a Educação a Distância alcançará professores e alunos. Conforme indica RAMAL (2004), a aprendizagem eletrônica “*permite a personalização do ensino, com a construção de cursos em hipertexto com diferentes níveis de profundidade*”. Nesse novo contexto, a navegação pode ser feita no ritmo de aprendizagem de cada pessoa e nos horários mais compatíveis; ademais, a flexibilidade dos materiais digitais permite a atualização constante das informações.

Assim, a hipermídia é uma forma de apresentação de informação não-linear e heterogênea, o que a torna mais flexível na representação de conteúdo didático. O uso de objetos de aprendizagem reutilizáveis que agreguem material didático e meta-dados será de fundamental importância, assim como serão os livros-texto hipermídia interativos. As aplicações educacionais para a WWW devem ganhar inteligência e interatividade para que o usuário tenha um suporte que normalmente só poderia ser dado por um professor humano. HARASIM et al. (2002) confirmam a importância fundamental da hipermídia na educação.

A padronização de tecnologias educacionais é um processo desafiador e amplamente debatido e ao mesmo tempo de grande importância educacional e econômica. Ver a Internet como uma grande biblioteca nos permite imaginar uma experiência educacional cada vez mais completa na qual o acesso à maioria dos recursos se dê de forma rápida e eficiente a custos cada vez mais baixos, permitindo-se desta forma a diminuição da exclusão digital (AMORIM, 2003^A) e a possível diminuição da exclusão social por meio do acesso mais facilitado à educação. Universidades como a UNICAMP vêm se mobilizando no sentido de promover inúmeras iniciativas no campo da educação mediada por computador, como a Universidade Virtual Pública do Brasil (UNIREDE)⁷⁶. Entretanto, aparentemente não há nada de concreto no campo da padronização de tecnologias educacionais, o que poderá tornar o processo de adaptação, futuramente, bastante difícil.

⁷⁶ Internet - Universidade Virtual Pública do Brasil (UNIREDE) - URL: <http://www.unirede.br/> - Acesso: 11 de Setembro de 2004

No capítulo anterior, considerou-se a Internet em uma perspectiva educacional, desconsiderando-se aspectos mais técnicos. Neste capítulo, considera-se a Internet mas também suas tecnologias, incluindo-se aí discussões sobre texto e hipertexto, dados e meta-dados, além de considerações adicionais sobre linguagens de programação e de marcação. O objetivo é melhor entender as tecnologias mencionadas em capítulos posteriores.

3.1 Texto e Hipertexto

Quando pensamos na manipulação e representação de documentos educacionais, o hipertexto assume importância fundamental. Trata-se de um texto estruturado de forma não-linear, encadeado através de "links" (ligações). Atualmente, hipermídia é o termo usado mais comumente para um hipertexto que contém, além de textos, gráficos, vídeos e som, por exemplo.

O protocolo de transferência de hipertexto (HTTP)⁷⁷, é um protocolo para sistemas de informação hipermídia distribuídos e colaborativos (o que implica em dizer que assume importância fundamental quando se considera a aprendizagem colaborativa). A linguagem de marcação de hipertexto (HTML) tornou-se a língua franca para a publicação de hipertexto na WWW, tanto por ser um formato não-proprietário como por poder ser criado e processado por uma grande quantidade de ferramentas.

Inúmeras abordagens já se encontram disponíveis considerando o processo de desenvolvimento de aplicações hipermídia. O "Object-Oriented Hypermedia Design Method" (OOHDM)⁷⁸, por exemplo, considera o processo de desenvolvimento da aplicação hipermídia como um processo de quatro atividades (modelagem de domínio ou conceitual, projeto navegacional, projeto da interface abstrata e implementação); tais atividades são desempenhadas em uma mistura de estilos iterativos e incrementais de desenvolvimento; em cada etapa um modelo é construído ou enriquecido.

Apesar de ser claro que o contexto seja fundamental para a interpretação do "link", e de que o contexto seja largamente definido de forma pragmática pelo leitor (MILES, 2002), de forma alguma a significância do "link" fica completamente definida pelo contexto particular onde ocorre. Isto sugere

⁷⁷ Internet - Hypertext Transfer Protocol (HTTP) - The World Wide Web Consortium (W3C) - URL: <http://www.w3.org/Protocols/> - Access: January 24, 2004

que enquanto os esforços para se gerar meta-representações da relação entre nós de hipertexto possa ser útil, estas são estruturalmente incapazes de explicitar o significado de conexões particulares entre nós em leituras individuais.

3.2 Dados e Meta-dados

Meta-dados ANIDO et al. (2002) são definidos como dados sobre dados ou informação sobre informação; podem ser utilizados para descrever estrutura e conteúdo de documentos e também para prover informação sobre acessibilidade, organização de dados, relacionamento entre itens de dados e correspondentes propriedades de domínios de dados. Também são úteis para fornecer descrição textual de objetos não-textuais, quando, por exemplo, permitem a representação das propriedades documentais de recursos multimídia de um modo estruturado, simplificando o gerenciamento e a utilização destes recursos.

Da mesma forma que se produzem, se vendem e se armazenam livros e outros textos para o ensino, também se faz necessária a produção, venda e armazenagem de recursos educacionais quando se utiliza a Internet no ensino; meta-dados tem o potencial de auxiliar enormemente neste processo. Neste contexto, recursos educacionais são entidades que podem ser usadas ou referenciadas durante o processo de aprendizagem; são, portanto, conteúdos multimídia, livros, manuais, programas, testes, software, ferramentas, pessoas e organizações. Meta-dados educacionais oferecem informações sobre recursos educacionais. Conforme cresce a quantidade de recursos educacionais, a necessidade de meta-dados se torna evidente. A falta de informação sobre as propriedades, localização ou disponibilidade de um recurso pode tornar o seu uso impossível. Essa problemática é ainda mais crítica em ambientes abertos e desestruturados como a Internet. Meta-dados contribuem para resolver este problema oferecendo um modo padronizado e eficiente de convenientemente caracterizar as propriedades destes recursos. Conseqüentemente, simplificam-se a localização de recursos, seu compartilhamento, sua construção e sua "customização" (ou personalização).

O artigo de ANIDO et al. (2002) trata da problemática de localização, compartilhamento, construção e "customização" de recursos educacionais através do uso de meta-dados; também trata da

⁷⁸ Internet - The Object-Oriented Hypermedia Design Model (OOHDM) - SCHWABE, D. & ROSSI, G. - URL: <http://www.telemidia.puc-rio.br/oohtm/oohtm.html> - Instituto de Tecnologia de Software (ITS) do Departamento de Informática da PUC-Rio - Acesso: 3 de julho de 2003.

possível viabilização da negociação de recursos de aprendizagem via Internet, visto que o intermediário ("broker") poderia atuar como "distribuidor" de tais recursos utilizando-se dos meta-dados.

Seria algo como o que temos hoje no ramo da comercialização de livros, onde o intermediário ("broker") é o dono de uma livraria que vende os livros para aqueles que querem aprender algo mas sem que isso signifique que eles, vendedores, tenham produzido estes livros (em geral, grandes editoras produzem livros didáticos mas sua comercialização se dá por meio de livrarias, as quais cobram por esse serviço de forma a viabilizá-lo).

No caso do uso de computadores em educação, a quantidade de produtos é muito grande, pois temos, além dos tradicionais livros em formato eletrônico, animações, vídeos, imagens, software, etc. e não é simples indicar a um potencial comprador de materiais educacionais (uma instituição ou mesmo um indivíduo) qual a melhor solução em termos de custo e qualidade se estivermos considerando que qualquer produtor de materiais educacionais no mundo poderia ser considerado e que muitos ofereceriam estes materiais a preços diversos ou mesmo gratuitamente. O intermediário ("broker") teria que receber certos parâmetros do potencial comprador de materiais educacionais, como quantidade de licenças de software, tipo de material, etc. e a partir daí iniciar uma busca na Internet utilizando meta-dados para somente então sugerir a melhor compra para este potencial comprador. Trata-se de uma tarefa que envolve, entre outras coisas, otimização matemática, estatística e inteligência artificial além, é claro, de comércio eletrônico e controle de qualidade.

Diversas instituições e organizações estão envolvidas no processo de padronização de tecnologias de aprendizagem. Destaca-se a proposta LOM⁷⁹, a qual tornou-se a mais provável candidata a servir de referência às demais enquanto padrão para meta-dados educacionais. Atributos relevantes para os objetos de aprendizagem a serem descritos na proposta LOM incluiriam tipo de objeto, autor, proprietário, termos de distribuição e formato. Quando necessário, o meta-dado do objeto de aprendizagem poderia também incluir atributos pedagógicos como estilos de interação e ensino, nível educacional sugerido, nível de proficiência esperado e pré-requisitos necessários. Sua implementação se dá via XML, ou linguagem de marcação extensível, a qual é considerada com maiores detalhes ainda neste capítulo.

ANIDO et al. (2002) tratam de como utilizar a padronização de meta-dados para facilitar a busca e localização de recursos educacionais, dando especial atenção à negociação destes recursos

⁷⁹ Internet - IEEE Learning Objects Metadata (LOM) - IEEE Learning Technology Standards Committee - URL: <http://ltsc.ieee.org/wg12/> - Access: January 24, 2004

("educational brokerage"). Indica-se inicialmente que as máquinas de busca clássicas como Google⁸⁰ ou Yahoo!⁸¹ não oferecem um suporte adequado à educação distribuída baseada em computadores. Em seguida, ressaltam-se as possibilidades de potencialização da experiência de aprendizagem via "educational brokerage"; descrevem-se as diversas contribuições de instituições e organizações dedicadas à padronização da educação baseada em computadores (estado da arte). A iniciativa GESTALT, por exemplo, oferece a arquitetura GAIA a qual permite um serviço de negociação ("brokerage service") com o principal objetivo de prover busca e localização de serviços e informação, localização de provedor de conteúdo, serviço de qualidade, suporte à negociação de preço e entrega, entrega de domínio digital, autenticação, cobrança e gerenciamento de pagamento.

É importante notar que, mesmo que o intermediário seja uma instituição sem fins lucrativos, o uso de meta-dados é fundamental para a localização, compartilhamento, construção e "customização" de recursos educacionais. A necessidade de padronização é evidente se pensarmos nas possíveis formas de colaboração entre diferentes instituições de ensino; um exemplo de cooperação internacional é a que envolve o MIT e a UNICAMP, com os projetos iCampus Program⁸² e Portal Ensino Aberto⁸³, respectivamente.

Neste contexto, fica evidente a enorme importância dos sistemas de representação de conhecimento (BERNERS-LEE & HENDLER & LASSILA, 2001):

"For the semantic web to function, computers must have access to structured collections of information and sets of inference rules that they can use to conduct automated reasoning. Artificial-intelligence researchers have studied such systems since long before the Web was developed. Knowledge representation, as this technology is often called, is currently in a state comparable to that of hypertext before the advent of the Web: it is clearly a good idea, and some very nice demonstrations exist, but it has not yet changed the world. It contains the seeds of important applications, but to realize its full potential it must be linked into a single global system."

⁸⁰ Internet - Google - URL: <http://www.google.com.br/> - Acesso: 11 de Setembro de 2004

⁸¹ Internet - Yahoo! - URL: <http://search.yahoo.com/> - Acesso: 11 de Setembro de 2004

⁸² Internet - iCampus Program - Massachusetts Institute of Technology (MIT) - URL: <http://icampus.mit.edu/> - Acesso: 2 de junho de 2005

⁸³ Internet - Portal Ensino Aberto - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - URL: <http://www.ensinoaberto.unicamp.br/> - Acesso: 2 de junho de 2005

Depreende-se do texto acima que a representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C) vem ganhando cada vez mais importância e que importantes aplicações devem surgir. No contexto deste trabalho, é de especial importância a possibilidade de automação de certas funções relacionadas à busca e à organização da informação como forma de se aumentar a produtividade de usuários de software para autoria de material instrucional para a Internet. Inclusive, conforme indica SALGADO et al. (1992), “a incorporação das técnicas de inteligência artificial às de hipertexto pode ter um efeito sinérgico sobre o processo de comunicação e processamento de conhecimento”.

3.3 Linguagens

Linguagem⁸⁴ é a comunicação de pensamentos e sensações através de um sistema arbitrário de sinais tais como o som da voz, gestos ou símbolos escritos; tal sistema tem suas regras para a combinação de seus componentes. A linguagem da álgebra representa um sistema, por exemplo. Em ciência de computação, a linguagem é um sistema de símbolos e regras utilizados para a comunicação com ou entre computadores. A linguagem natural é a linguagem humana, em oposição à linguagem utilizada pelos computadores.

A semiótica, tema que volta a ser abordado posteriormente neste texto, é a ciência dos signos e dos processos significativos, é a ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis, possibilitando a descrição e análise da dimensão representativa (estruturação sógnica) de objetos, processos ou fenômenos em categorias ou classes organizadas. A investigação semiótica abrange praticamente todas as áreas do conhecimento envolvidas com as linguagens ou sistemas de significação, tais como a lingüística (linguagem verbal), a matemática (linguagem dos números), a biologia (linguagem da vida), o direito (linguagem das leis), as artes (linguagem estética), etc.

A seguir, tendo-se como foco a área de informática, discutem-se as linguagens de programação, de marcação e de modelagem.

⁸⁴ Internet - Dictionary.com - Lexico Publishing Group - URL: <http://dictionary.reference.com/> - Access: January 24, 2004

3.3.1 Linguagens de Programação

Há inúmeras definições do que seria uma linguagem de programação. Pode-se dizer que uma linguagem de programação é qualquer linguagem artificial que possa ser usada para definir uma seqüência de instruções que serão processadas e executadas pelo computador. Um compilador automatiza o processo de conversão do código-fonte criado com uso da linguagem de programação para o código de máquina com o qual o computador sabe trabalhar.

Quando se busca uma classificação das linguagens de programação, temos três tipos básicos: as linguagens de baixo nível, voltadas para a máquina; as linguagens de nível médio, voltadas ao ser humano e à máquina, ou seja, uma mistura entre as linguagens de alto nível e as de baixo nível; e as linguagens de alto nível, voltadas para o ser humano, que em geral utilizam sintaxe mais estruturada tornando o seu código mais fácil de se entender e de editar. Os programas escritos com uma linguagem de alto nível geralmente podem ser convertidos com programas especiais para baixo nível.

Neste trabalho, são descritos dois aplicativos desenvolvidos: o primeiro protótipo foi chamado de COLA ("Content Object Linking Administration Tool") e foi desenvolvido utilizando-se a linguagem de programação C++; já o segundo, COMA (Conceitos e Mapas), foi desenvolvido utilizando-se a linguagem de programação Java.

Em seguida, descreve-se inicialmente a linguagem de programação C++⁸⁵; logo após, algumas características da linguagem Java⁸⁶ são consideradas.

A linguagem C foi criada na década de 70. Quanto ao seu nível, há uma certa dificuldade de classificação; para alguns autores, trata-se de uma linguagem de nível baixo, enquanto para outros se trata de nível médio. Uma característica importante da linguagem é o fato de ser uma linguagem estruturada; ou seja: é capaz de esconder o código usado para uma determinada função do resto do programa através de variáveis locais e outros conceitos.

A linguagem C++ surgiu a partir de C; pode-se dizer que C++ é basicamente a linguagem C melhorada e com orientação a objetos. Em um certo sentido, a linguagem C++ surgiu a partir da linguagem C e serviu de base para o surgimento da linguagem Java.

⁸⁵ Internet - Visual C++ - Microsoft Corporation - URL: <http://msdn.microsoft.com/visualc/> - Access: January 24, 2004

⁸⁶ Internet - Java Technology - Sun Microsystems - URL: <http://java.sun.com/> - Acesso: 3 de julho de 2003

A linguagem C++ foi desenvolvida com foco no lado computacional e possui ênfase em velocidade e não em segurança. Para os eletroeletrônicos, segurança é mais importante do que velocidade. Com a criação da linguagem Java, a Sun Microsystems viabilizou uma linguagem de programação independente de qualquer sistema operacional particular ou microprocessador. Aplicações escritas em Java rodam em qualquer lugar e eliminam a incompatibilidade entre sistemas operacionais e versões de sistemas operacionais.

A linguagem Java é, portanto, pequena, segura e portátil. A independência de plataforma, ou portabilidade, é a capacidade de o mesmo programa ser executado em diferentes plataformas e sistemas operacionais, algo de grande importância na área educacional.

A portabilidade da linguagem Java advém da existência da Máquina Virtual Java ("Java Virtual Machine" - JVM) para a plataforma na qual se pretende executar um programa em Java. Quando um código em Java é compilado, um arquivo com extensão .class, chamado "bytecode", é gerado. "Bytecode" é uma espécie de codificação em um formato que qualquer JVM entenda. Ou seja: a JVM é uma máquina imaginária implementada via software ou hardware que executa instruções vindas de "bytecodes". Assim, para que um programa feito em Java rode em uma plataforma, seja ela um celular ou uma geladeira, basta que a máquina em questão tenha uma JVM específica.

"Applets" são pequenos programas (aplicativos) Java, feitos portanto com a linguagem de programação Java, mas que funcionam dentro de uma página HTML (Linguagem de Marcação de Hipertexto), que é uma linguagem de marcação para páginas na Internet. Estes pequenos programas Java permitem estender as funcionalidades das páginas da Internet. Tais programas são executados por um navegador "Web" em uma plataforma que tenha uma JVM se estes forem referenciados por um documento HTML.

Um mapa conceitual chamado "Mapa Conceitual da Tecnologia Java"⁸⁷ é mostrado a seguir. Logo após, parte do mapa que trata da JVM é mostrado em detalhe.

⁸⁷ Internet - Mapa Conceitual da Tecnologia Java - Java Technology - Sun Microsystems - URL: <http://java.sun.com/developer/onlineTraining/new2java/javamap/intro.html> - Acesso: 5 de outubro de 2004

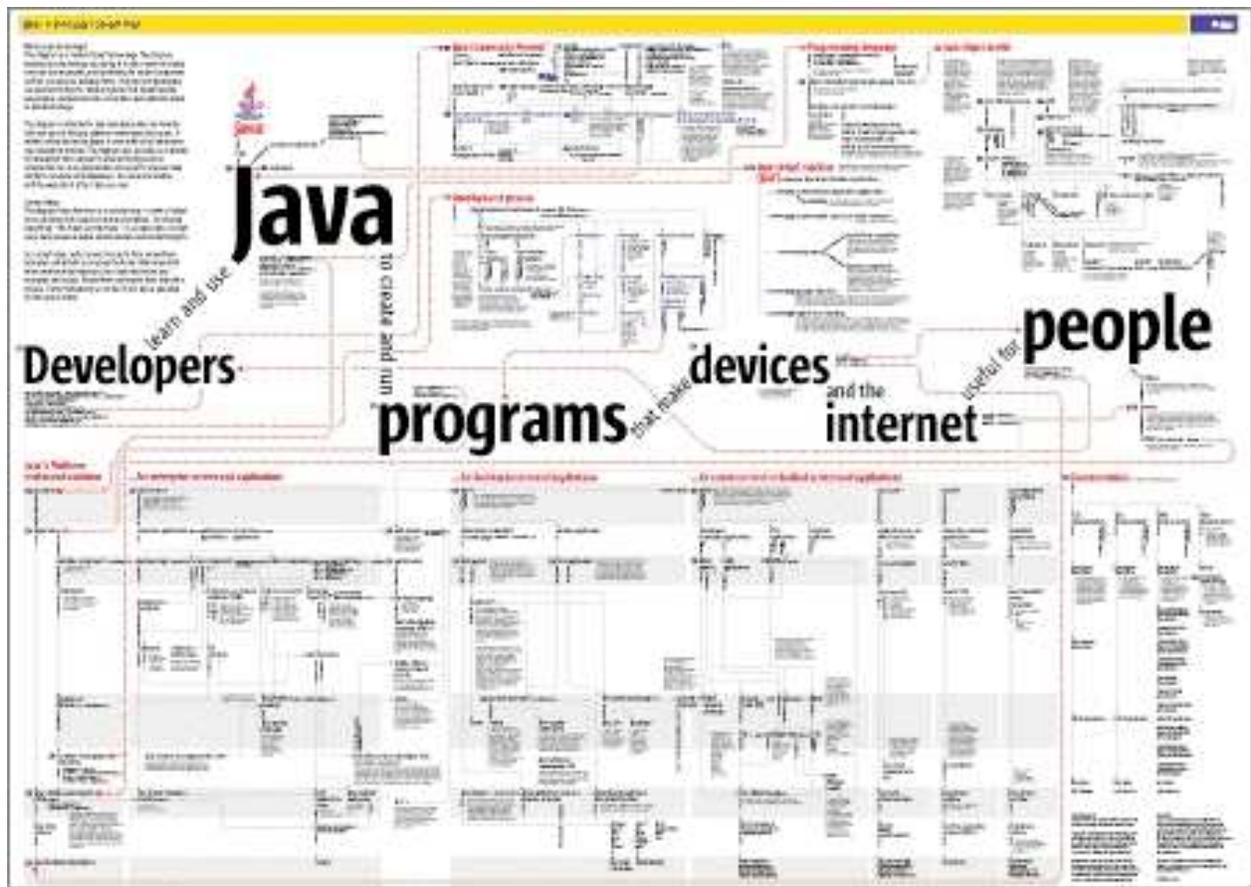


Figura 3.1 - “Mapa Conceitual da Tecnologia Java”.

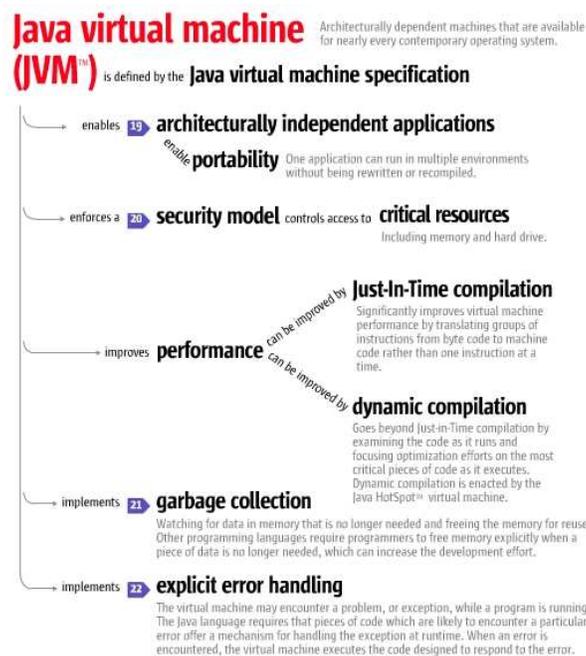


Figura 3.2 - Parte do “Mapa Conceitual da Tecnologia Java” que trata da JVM.

O segundo protótipo descrito neste trabalho, chamado COMA (Conceitos e Mapas), foi desenvolvido utilizando-se a linguagem de programação Java. Os aspectos que levaram a tal escolha são detalhados no capítulo que trata das características do aplicativo COMA.

3.3.2 Linguagens de Marcação

Uma linguagem de marcação é um conjunto de códigos contido em um arquivo de texto que instrui um computador a formatar esse arquivo em uma impressora ou monitor de vídeo ou a indexar e vincular seu conteúdo. A HTML (Linguagem de Marcação de Hipertexto) e a XML (Linguagem de Marcação Extensível) são exemplos de linguagem de marcação. Tais linguagens buscam permitir que documentos e arquivos de diversos tipos sejam independentes de plataforma e portáteis entre aplicações. A seguir, são discutidas as linguagens HTML, XML e MathML.

A Linguagem de Marcação de Hipertexto⁸⁸ (HTML ou “HyperText Markup Language”) é uma linguagem de editoração de páginas para Internet que utiliza marcadores (“tags”) padronizados. O marcador utilizado no início de um trecho é também utilizado no final, mas no segundo o nome do marcador é precedido por uma barra (/).

Exemplificando-se, utiliza-se para se indicar negrito (“bold”), colocando-se o texto entre as marcações e :

```
<b>texto</b>
```

Indica-se itálico de modo similar, utilizando-se o marcador <i>:

```
<i>texto</i>
```

A anatomia mínima desejável de uma página⁸⁹ poderia ser, por exemplo, a que se vê na figura seguinte.

⁸⁸ Internet - HyperText Markup Language (HTML) Home Page - The World Wide Web Consortium (W3C) - URL: <http://www.w3.org/MarkUp/> - Access: January 24, 2004

⁸⁹ Internet - HTML ilustrado - Hans Liesenberg - Instituto de Computação - UNICAMP - URL: <http://www.dcc.unicamp.br/~hans/lite/html.html> - Acesso: 24 de Janeiro de 2004

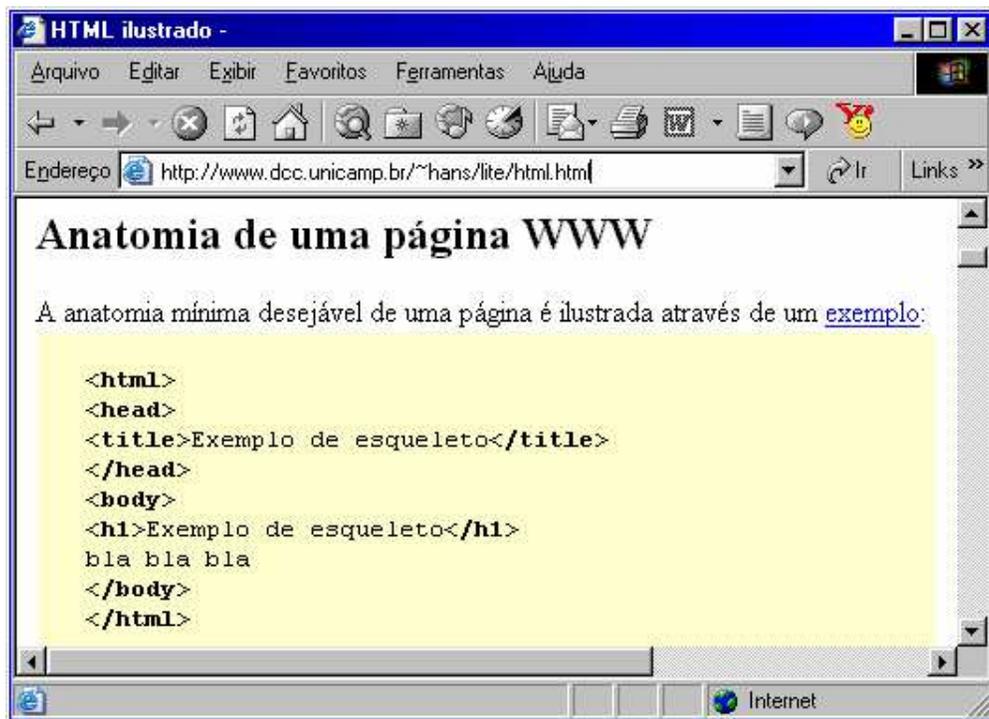


Figura 3.3 - Exemplo de anatomia mínima desejável de uma página.

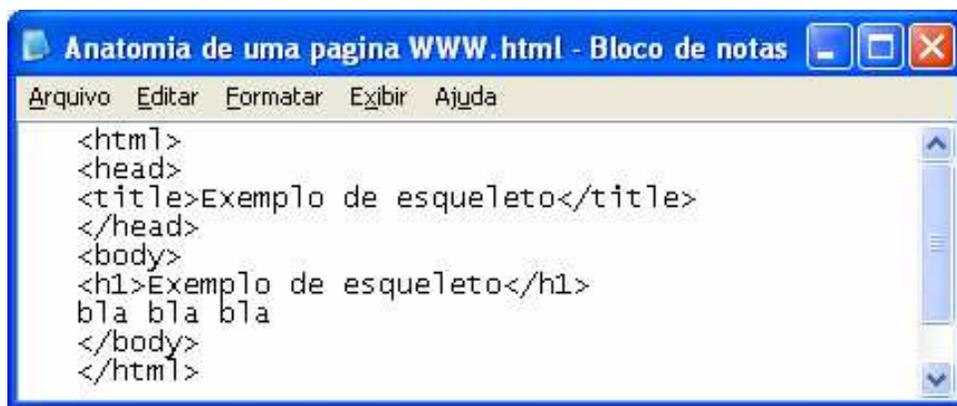
A página da figura é dividida em duas partes: o preâmbulo e o corpo da página. Os marcadores `<html>` e `</html>` delimitam a descrição desta página onde o preâmbulo é delimitado pelos marcadores `<head>` e `</head>` e o corpo é delimitado pelos marcadores `<body>` e `</body>`.

Em uma página HTML, meta-informação é informação adicional não colocada no corpo (trecho delimitado por `<body>` e `</body>`) de uma página e pode ser adicionada no preâmbulo de uma página delimitado pelos marcadores `<head>` e `</head>`. A meta-informação pode ser utilizada por servidores para passar informações mais específicas a consultas sobre a página feitas via protocolo HTTP ou pode ser usada como uma descrição mais precisa para efeitos de indexação por "máquinas de busca". A meta-informação pode conter uma frase ou parágrafo que descreva informações relativas a direitos autorais, uma data a partir da qual a informação do documento perde a sua validade, uma seqüência de palavras logicamente relacionadas com o documento e até mesmo o endereço de contato para envio de comentários sobre o documento. Meta-informação é definida através de dois atributos do marcador `<meta>`: o atributo "name" (ou alternativamente o atributo "http-equiv") e o atributo "content" onde o primeiro atributo define o tipo da meta-informação associada ao segundo.

O preâmbulo pode conter, por exemplo, o título do documento que vai ser apresentado no topo da janela do paginador e meta-informações. No exemplo da figura, há apenas um título delimitado pelos marcadores <title> e </title>.

O corpo contém as informações a serem apresentadas na área de visualização do paginador. No exemplo da figura, há apenas um título em nível 1 (existem 6 níveis sendo o nível 1 o mais alto) delimitado pelos marcadores <h1> e </h1> e um texto qualquer.

É interessante notar que a maioria dos sistemas operacionais vem acompanhada de editores de texto básicos que podem ser utilizados para criar documentos simples, como o "Bloco de notas" do Microsoft Windows. Muitos usuários utilizam tais editores de texto básicos como um aplicativo mais simples para criar páginas da "Web", o que é bastante viável para conhecedores de linguagens para desenvolvimento de hipertexto como a HTML. A figura seguinte mostra um exemplo de anatomia mínima desejável de uma página no "Bloco de notas" do Windows.



```
<html>
<head>
<title>Exemplo de esqueleto</title>
</head>
<body>
<h1>Exemplo de esqueleto</h1>
bla bla bla
</body>
</html>
```

Figura 3.4 - Exemplo de anatomia mínima desejável de uma página no "Bloco de notas" do Windows.

A Linguagem de Marcação Extensível ou XML ("Extensible Markup Language")⁹⁰, é o formato universal para dados e documentos estruturados na WWW ("World Wide Web"), e permite que sejam definidos os formatos de marcação quando o HTML ("HyperText Markup Language") não é adequado; XML é uma metalinguagem escrita em SGML ("Standard Generalized Markup Language"). Um modelo de objeto de documento oferece maneiras de se manipular HTML, usando um conjunto de métodos e tipos de dados definidos independentemente de linguagens de programação ou de plataformas computacionais⁹¹.

⁹⁰ Internet - URL: <http://xml.coverpages.org/> - The Cover Pages - Acesso: 3 de julho de 2003.

⁹¹ Internet - URL: <http://www.w3.org> - The World Wide Web Consortium (W3C) - Acesso: 3 de julho de 2003.

É fundamental que se desenvolva uma ontologia (BOY, 1997) para o setor educacional que permita a professores e instrutores estabelecer uma comunicação mais adequada; uma padronização é consistente com uma abordagem que leve em conta o ponto-de-vista da engenharia caso se considere a necessidade de descrições concretas de requerimentos pedagógicos. Desta feita, no contexto educacional, chama atenção a "Advanced Distributed Learning Initiative"⁹² com o SCORM ("Sharable Content Object Reference Model"), ao sugerir a definição de objetos de aprendizagem reutilizáveis. O SCORM permite que se agreguem material didático e meta-dados para a importação e exportação; estas especificações em XML oferecem uma ligação crucial entre os repositórios para conteúdo de aprendizagem e os sistemas de gerenciamento de aprendizagem. A maior vantagem do XML neste contexto é a de oferecer aos desenvolvedores a habilidade de definir como os aplicativos devem interpretar os dados; estas especificações permitem a reutilização de conteúdo de aprendizagem baseado na WWW através de múltiplos ambientes e produtos⁹³.

A Ferramenta para Interoperabilidade para Escolas, do inglês "Schools Interoperability Framework" (SIF), baseada em XML, é uma iniciativa industrial para o desenvolvimento de uma especificação aberta⁹⁴ para que se garanta que as aplicações administrativas e instrucionais para o ensino trabalhem em conjunto mais eficientemente; busca-se habilitar os diversos aplicativos a interagir e a compartilhar dados de forma mais eficiente ao definir formatos de dados comuns e regras de interação e arquitetura de alto nível, sem ser ligada a um sistema operacional particular ou a uma plataforma.

Assim, pode-se considerar que o formato básico da Internet atualmente seja o HTML e que o XML seria uma evolução no sentido de que permitiria aos usuários um melhor uso de seus dados. A Microsoft também busca uma solução baseada em XML, chamada de ".NET", a qual habilita seus usuários a construir e utilizar programas orientados a XML. O intuito é o de integrar várias estratégias e soluções que a empresa vem desenvolvendo para educadores e escolas nos últimos anos, o que permitiria, entre outras coisas, um mais fácil compartilhamento de dados.

A Linguagem de Marcação para Matemática (AMORIM, 2003^B), do inglês "Mathematical Markup Language" (MathML), é uma variante de XML que pretende representar de maneira mais eficiente expressões técnicas que envolvem matemática; ou seja: busca descrever notações matemáticas e capturar tanto o seu conteúdo como sua estrutura. O objetivo da MathML é o de permitir que a

⁹² Internet - URL: <http://www.adlnet.org/> - Advanced Distributed Learning (ADL) - Acesso: 3 de julho de 2003.

⁹³ Internet - URL: <http://xml.coverpages.org/> - The Cover Pages - Acesso: 3 de julho de 2003.

⁹⁴ Internet - COVER, R. (2001). Schools Interoperability Framework (SIF). XML Cover Pages, <http://xml.coverpages.org/sif.html>, 1 de Junho, 2001.

matemática seja importada, exportada e processada com a mesma facilidade com que se processam textos em páginas HTML. Tal linguagem tem grande importância na área de Educação em Engenharia pois permite que se utilize a Internet para publicar material científico com mais facilidade.

O principal objetivo⁹⁵ do MathML é o de permitir que matemática seja processada na Internet, codificando um determinado conteúdo de forma a garantir uma comunicação adequada nas áreas educacionais e científicas em todos os níveis. Pretende-se codificar tanto notação matemática quanto significado matemático e facilitar a conversão de e para outros formatos matemáticos, tanto semanticamente como na forma de apresentação. Também se pretende permitir a passagem de informação para editores e aplicações específicas; suportar uma navegação eficiente de expressões de grande tamanho e garantir que haja extensibilidade. Por certo, deve ser inteligível para pessoas e ao mesmo tempo permitir simples geração e processamento por software. A interconectividade e a interatividade têm papéis centrais quando se pensa no armazenamento de informação na “Web”, o que faz com que os objetivos do MathML ultrapassem a publicação de expressões matemáticas. Pretende-se, enfim, prover formas de comunicar matemática que facilitem não apenas a editoração, mas também a automatização do processamento, da busca e da indexação, além da reutilização em outros contextos. No caso da educação a distância, por exemplo, a semântica matemática é de grande importância.

No capítulo cinco, são descritos editores de MathML que podem ser bastante úteis em Educação em Engenharia.

3.3.3 Linguagens de Modelagem

Um modelo é uma simplificação da realidade. Modelos permitem que se visualize um sistema como ele é ou como se quer que este seja. Modelos também permitem que se especifiquem a estrutura ou o comportamento de um sistema assim como oferecem um guia para a construção do sistema ao mesmo tempo em que documentam decisões tomadas. Quanto maior e mais complexo o sistema, mais importância tem a modelagem pois torna-se cada vez mais difícil se compreender o sistema como um todo; permite-se, desta feita, que cada um dos aspectos seja considerado em separado, em uma abordagem normalmente chamada “dividir e conquistar”.

⁹⁵ Internet - Mathematical Markup Language - MathML Frequently Asked Questions - The World Wide Web Consortium (W3C) - URL: <http://www.w3.org/Math/mathml-faq.html> - Acesso: 8 de julho de 2002

Assim, modelagem (AMORIM & MACHADO, 2001) é o processo de construção de um modelo; um modelo é uma representação de um sistema de interesse utilizando algum formalismo como representação. Um bom modelo extrai as características do sistema que sejam mais relevantes ao estudo, no seu devido grau de detalhamento e coerente com os objetivos do projeto. Um modelo muito complexo torna difícil sua compreensão. Um modelo muito simples não irá resgatar as características importantes do sistema em estudo. Daí a necessidade de um equilíbrio entre realismo e simplicidade (sem se descartar a validade do modelo).

Existem vários tipos de modelo e os mais comuns são os quatro seguintes (AMORIM & MACHADO, 2001).

O Modelo Físico é uma representação física da estrutura e funcionamento do sistema. Uma melhor visualização do projeto pode ser feita com a planta do projeto adicionada ao modelo físico. Como exemplo, temos as maquetes de um projeto de arquitetura, bonecos usados por estudantes de Medicina que simulam sintomas a serem diagnosticados, etc.

O Modelo Gerativo representa o sistema através de um formalismo matemático representando as regras que o sistema está submetido (equações). Geralmente esse tipo de modelo é submetido a algum algoritmo matemático (exato ou inexato) que gera uma solução.

No Modelo Executável, os modelos possuem uma estrutura que permite serem executados no computador. Todo programa de computador pode ser considerado um modelo executável.

O Modelo Avaliativo representa a estrutura e regras do sistema. É submetido à experimentação, em geral em computadores, gerando um conjunto de dados para a análise. Esse tipo de modelo não gera uma solução e sim uma avaliação de desempenho. Esses modelos são em geral dinâmicos. Pode-se citar os modelos de simulação como os modelos avaliativos mais difundidos.

O uso de modelagem tem uma rica história em engenharia; tal experiência sugere quatro princípios básicos de modelagem (BOOCH & RUMBAUGH & JACOBSON, 1998): (1) A escolha de como modelos são criados tem uma profunda influência em como os problemas são atacados e em como a solução surge. (2) Cada modelo pode ser expresso em diferentes níveis de precisão. (3) Os melhores modelos estão relacionados à realidade. (4) Um único modelo não é suficiente. Cada sistema que não seja trivial é melhor abordado através de um pequeno conjunto de modelos relativamente independentes.

No desenvolvimento de software, há duas maneiras principais de se modelar: uma utiliza a perspectiva algorítmica e a outra utiliza a perspectiva de orientação a objetos. A primeira é mais tradicional enquanto a segunda é mais contemporânea. A perspectiva de orientação a objetos considera que todo software se compõe de objetos e ou classes. Um objeto é uma “coisa” que surge do vocabulário do problema ou do vocabulário da solução do mesmo; cada objeto tem sua identidade, seu estado e seu comportamento. Uma classe seria uma descrição de um conjunto de objetos comuns.

A Linguagem de Modelagem Unificada (UML) é uma linguagem padrão para se visualizar, especificar, construir e documentar um software e é descrita a seguir.

A Linguagem de Modelagem Unificada (UML ou “Unified Modeling Language”)⁹⁶ é uma linguagem padrão para se visualizar, especificar, construir e documentar um software. Utilizar uma linguagem de modelagem complexa e extensa como a UML requer o suporte de ambientes, os quais deveriam prover as seguintes funcionalidades⁹⁷: ferramenta para desenhar diagramas; ferramenta para suportar um repositório comum; ferramenta para suporte à navegação; ferramenta para suporte a múltiplos usuários; ferramenta para gerar códigos; ferramenta para engenharia reversa; ferramenta para integração com outros ambientes; ferramenta que englobe o modelo em seus diversos níveis de abstração; e ferramenta para troca (importação e exportação) de modelos ou diagramas entre diferentes ambientes. A UML já conta com uma grande quantidade de ambientes⁹⁸ no mercado, alguns deles gratuitos como o ArgoUML⁹⁹ da Tigris, um projeto de código aberto que, entre outras funcionalidades, apresenta engenharia reversa para Java. No caso do ArgoUML, utiliza-se o XMI (“XML Metadata Interchange”)¹⁰⁰ cujo propósito principal é o de permitir um fácil intercâmbio de meta-dados entre ambientes de modelagem e também entre repositórios de meta-dados.

Algumas vantagens da UML: é um padrão aberto; todo o ciclo de vida do software é suportado, incluindo modelagem dos processos e objetos do negócio, modelagem de requisitos e modelagem da solução de software; suporta diversas áreas de aplicação; é suportada por muitos ambientes.

⁹⁶ Internet - Unified Modeling Language (UML) - Object Management Group - URL: <http://www.omg.org/> - Access: January 24, 2004

⁹⁷ Internet - Notas de aula da disciplina "SENG6310 - Software and Analysis Verification" - The University of Newcastle, Australia - URL: <http://www.newcastle.edu.au/weblearn/seng6310/mod-03.doc> - Acesso: 18 de fevereiro de 2004

⁹⁸ Internet - UML-based tools on the market - Object Management Group - URL: <http://www.omg.org/technology/uml/index.htm#Links-Tools> - Access: January 24, 2004

⁹⁹ Internet - ArgoUML - Tigris - URL: <http://argouml.tigris.org/> - Access: January 24, 2004

¹⁰⁰ Internet - XML Metadata Interchange (XMI) - Object Management Group (OMG) - URL: <http://www.omg.org/technology/documents/formal/xmi.htm> - Acesso: 12 de Setembro de 2004

A UML define doze tipos de diagramas, divididos em três categorias: quatro tipos de diagramas para representar a estrutura estática da aplicação; cinco tipos para representar diferentes aspectos do comportamento dinâmico; e três modos de representação para se gerenciar e organizar os módulos da aplicação.

Capítulo 4

Semiótica, Diagramas e Aprendizagem

Este capítulo trata de diagramas, que são estruturas contendo elementos e relações, e Semiótica, a ciência dos signos. Também trata da aprendizagem significativa e da aprendizagem colaborativa. A aprendizagem colaborativa via Internet pode ser potencializada pelo uso de diagramas como os mapas conceituais, por exemplo, os quais têm sua base teórica na aprendizagem significativa. Diagramas foram objeto de estudo de diferentes semiotistas tais como Charles S. Peirce (NOTH, 1998), o fundador da moderna teoria dos signos.

No que se refere a diagramas (GLASGOW & NARAYANAN & CHANDRASEKARAN, 1995), trata-se, em especial, de grafos: no movimento filosófico conhecido como estruturalismo (GUDWIN, 2003), talvez o principal conceito seja o de estrutura, com seus elementos (nós de um grafo) e relações (conexões ou arcos de um grafo), onde podemos pensar em um texto como sendo passível de compactação na forma de um grafo, grafo este muitas vezes denominado semântico.

Semântica se refere a significado. No contexto da Internet e da Sociedade da Informação que se anuncia, tem importância o conceito de rede semântica¹⁰¹ que, por definição, é a representação da informação na WWW ("World Wide Web") e que se baseia no RDF ("Resource Description Framework")¹⁰², o qual integra uma variedade de aplicações utilizando XML ("Extensible Markup Language"), uma metalinguagem escrita em SGML ("Standard Generalized Markup Language").

BERNERS-LEE & HENDLER & LASSILA (2001) definem a rede semântica como uma extensão da rede atual na qual um significado bem definido é dado à informação de modo a melhor habilitar computadores e pessoas a trabalhar em cooperação:

“The essential property of the World Wide Web is its universality. The power of a hypertext link is that ‘anything can link to anything.’ Web technology, therefore, must not discriminate between the scribbled draft and the polished performance, between commercial and academic

¹⁰¹ Internet - Semantic Web - The World Wide Web Consortium (W3C) - URL: <http://www.w3.org/2001/sw/> - Access: February 12, 2004

¹⁰² Internet - Resource Description Framework (RDF) - Semantic Web Activity - The World Wide Web Consortium (W3C) - URL: <http://www.w3.org/RDF/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2005

information, or among cultures, languages, media and so on. Information varies along many axes. One of these is the difference between information produced primarily for human consumption and that produced mainly for machines. At one end of the scale we have everything from the five-second TV commercial to poetry. At the other end we have databases, programs and sensor output. To date, the Web has developed most rapidly as a medium of documents for people rather than for data and information that can be processed automatically. The Semantic Web aims to make up for this. Like the Internet, the Semantic Web will be as decentralized as possible. Such Web-like systems generate a lot of excitement at every level, from major corporation to individual user, and provide benefits that are hard or impossible to predict in advance.”

Por certo, conhecimento (AUSUBEL, 2000) pode ser armazenado de duas formas: lingüística, a qual é semântica por natureza e que normalmente é utilizada por professores, inclui fala e leitura, e não-lingüística, a qual inclui imagens mentais e até mesmo sensações físicas como cheiro, som, associação sinestésica, etc.; entre as representações não-lingüísticas inclui-se o mapeamento de conceitos por organização via grafos.

Idéias, habilidades e conhecimento, ou seja, recursos humanos, vêm tomando o lugar de outros recursos enquanto maior fonte de vantagem competitiva para as empresas e as nações. No momento atual, o recurso econômico básico já não é mais o capital, os recursos naturais ou o trabalho, mas sim o conhecimento (NOVAK, 1998). Em termos econômicos, valor é agora criado por produtividade e inovação, ambos conceitos resultantes das aplicações do conhecimento ao trabalho. Nesse sentido, tanto indivíduos em empresas como as empresas em si devem se dedicar à aprendizagem contínua, transformando informação em conhecimento, e aplicando este conhecimento na busca de produtividade e inovação. Nesse contexto, têm importância os diagramas de diversos tipos que podem ser utilizados para representar o conhecimento. Em educação, o uso de diagramas e, em especial, o uso de mapas conceituais (AMORIM & MACHADO & MISKULIN & MISKULIN, 2003), já vem sendo pesquisado há muitos anos tanto na educação básica (NOVAK & GOWIN, 1984) como na educação universitária (TURNS et al., 2000), com bons resultados.

Na parte que trata de Semiótica (GUDWIN, 2003), ainda neste capítulo, considera-se com especial atenção o trabalho de PEIRCE (1909)¹⁰³ sobre Grafos Existenciais (SOWA, 2000), um tipo de diagramação ainda pouquíssimo pesquisado mas de enorme potencial na área de educação; isso se deve em parte ao fato de mapas conceituais serem diádicos enquanto grafos existenciais de Peirce são triádicos.

4.1 Semiótica

A semiótica (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003) objetiva estudar os signos e sistemas de signos. Um signo é qualquer marca, movimento físico, símbolo, sinal, etc. usado para indicar ou “transportar” pensamentos, informações e comandos que constituem signos. Sem o signo, nossa comunicação no mundo seria muito pobre uma vez que seríamos obrigados a nos comunicar fazendo uso, apenas, dos próprios objetos a que queremos nos referir. A semiótica tem por objetivo a investigação de todas as linguagens possíveis; seu campo de atuação é vasto: é matéria semiótica qualquer signo produzido ou interpretado por nós, seres humanos, ou por animais, plantas, fungos, etc.

É através de seus três ramos, sintaxe, semântica e pragmática, que a semiótica oferece formas de utilizar e organizar sinais para se representar alguma coisa para alguém com um certo propósito.

A Engenharia Semiótica (SOUZA & BARBOSA & PRATES, 2001) se prestaria, nesse contexto, ao projeto (“design”) de linguagens de interface de usuário, onde a interface é entendida como um artefato de meta-comunicação. Ou seja, a interface é composta por mensagens enviadas do projetista (“designer”) para o usuário; cada mensagem, por sua vez, pode enviar e receber mensagens do usuário. Nesse sentido, a interface comunica a funcionalidade da aplicação (“tipos de problema”) e o modelo de interação (“como resolver os problemas”) ao mesmo tempo em que possibilita a troca de mensagens entre o usuário e a aplicação. A partir de bases semióticas, a interface é um espaço de comunicação para entidades humanas e não-humanas que se comunicam pela sua aparência e pela sua capacidade de produzir e interpretar signos. Com isso, o computador pode ser visto como uma ferramenta cognitiva que nos possibilita aumentar nossas capacidades de entendimento, memorização e tomada de decisão, entre outras.

¹⁰³ Internet - PEIRCE, C. S. (1909). "Existential Graphs" - MS 514 by C. S. Peirce with commentary by J. F. Sowa - URL: <http://www.jfsowa.com/peirce/ms514.htm> - Access: February 12, 2004

Signos são idealizados como qualquer coisa que signifique algo; uma teoria geral dos signos deveria encapsular também os sistemas artificiais, e não apenas os sistemas naturais, tais como animais e seres humanos. Assim, um sistema inteligente seria aquele com capacidade de processar signos; por consequência, a inteligência seria a capacidade de processar signos. O conceito de inteligência pode ser associado a um sistema artificial (buscando a Inteligência Artificial) através do uso de dispositivos mecânicos/materiais, dispositivos eletrônicos (computadores) e software, de forma que dispositivos sensoriais enviem os dados obtidos do ambiente para o sistema e este, por sua vez, possa processar esses dados semelhantemente ao processamento realizado pela mente humana.

A semiótica (GUDWIN, 2003), portanto, é a disciplina que estuda os fenômenos da significação e representação e serve de base para o entendimento dos fenômenos da cognição e comunicação. A semiose é o processo sígnico; ou seja, é o processo pelo qual alguma coisa (signo) representa outra (objeto), sob algum aspecto ou modo (interpretante), para um sujeito (intérprete). A semiose acontece em sistemas físicos e químicos, em sistemas biológicos, em seres pensantes (homem) e em dispositivos artificiais construídos pelo homem. A idéia de signo foi usada informalmente desde o período greco-romano. A Semiótica tem as suas origens na história da Medicina, com o estudo dos sintomas e o diagnóstico de doenças. "Semiótica", enquanto disciplina, foi um termo criado por John Locke; esta disciplina foi sistematizada por Charles S. Peirce.

4.1.1 A Semiótica de Charles S. Peirce

Charles S. Peirce (NOTH, 1998) é o fundador da moderna teoria dos signos. Peirce era cientista e tinha interesse especial por química; para ele, pensamentos são análogos a compostos químicos (a idéia de valência tem importância fundamental). Fâneron ("Phaneron") é tudo aquilo que de algum modo (ou senso) pode estar presente na mente, sem considerarmos se ele corresponde a alguma coisa real ou não (CPI.284); é equivalente, até certo ponto, à "idéia", de Locke. Faneroscopia ("Phaneroscopy") é a descrição dos fânerons (GUDWIN, 2003); é fruto da observação direta dos fânerons; generalizando-se estas observações obtém-se um vasto repertório de fânerons, que apesar de inextricavelmente misturados, podem ser categorizados em uma lista muito curta (somente são necessários três elementos indecomponíveis: mônadas, díades e tríades). A Mônada corresponde àquela substância simples, que é utilizada para a formação de compostos (mesmo princípio do átomo). Por simples, se entende que não pode ter partes - indecomponível.

PEIRCE (1868)¹⁰⁴ propõe categorias fenomenológicas universais (categorias dos pensamentos); ele lista apenas três categorias que são, na verdade, meta-categorias, pois se prestam à construção de novas categorias. A lista de categorias Ceno-Pitagóricas são arranjos filosóficos (tabela de concepções derivadas da análise lógica do pensamento e presumidamente aplicável a todos os fenômenos do mundo). Tais categorias surgiram do estudo de Peirce sobre o pensamento humano; são elas: (1) Primeiridade (“Firstness”): tudo aquilo que é assim como é, ou seja, um primeiro, independente de um segundo ou terceiro. (2) Secundidade (“Secondness”): tudo aquilo que é o que é, somente em relação a um segundo, mas de maneira independente de um terceiro (outridade). (3) Terceiridade (“Thirdness”): tudo aquilo que é o que é, em função de um segundo e de um terceiro, mas independente de um quarto (composição).

A idéia de Primeiro é predominante nas idéias de novidade, criação, liberdade, originalidade, potencialidade; exemplo de primeiro: sensação, sentimento. Já a idéia de Segundo é predominante nas idéias de causação e reação (forças estáticas ocorrem sempre aos pares), comparação, oposição, polaridade, diferenciação, existência (oposição ao resto do mundo); nasce da comparação entre percepção (sensação) e ação (vontade); exemplo de segundo: maior, pois, em uma comparação, é necessário que algo seja maior que alguma outra coisa. Por fim, a idéia de Terceiro é predominante nas idéias de mediação, meio, intermediário, continuidade, representação, generalidade, infinitude, difusão, crescimento, inteligência (intencionalidade); exemplo de terceiro: inteligência (“inter legere”), pois para pegar algo do meio é necessário que existam outras duas “coisas”; inteligência é a capacidade de decisão; o propósito intermedia as nossas ações.

Seu sistema de relações é mais facilmente entendido da perspectiva de sua lógica de relações. Propriedades e relações podem ser classificadas de acordo com o número de “relata” (“coisas” com que se relacionam): “...é azul” é um predicado de uma posição; “...respeita...” é diádico, numa relação de duas posições; e “...dá...a...” é triádica, uma relação de três posições. Peirce argumentava que a ligação adequada a propósitos científicos ou descritivos precisa conter termos desses três tipos; daí vem a classificação numérica de fenômenos e elementos da realidade: “Firstness”, “Secondness” e “Thirdness”. Experiências que não diretamente envolvam relações com outras coisas exibem primeiridade; quando se relacionam umas as outras, temos secundidade; a inteligibilidade de uma relação entre duas coisas, ou seja, sua mediação, indica terceiridade (entendem-se os dois elementos da interação por referência a um terceiro fator que realiza a mediação). Exemplo: sódio e água

¹⁰⁴ Internet - PEIRCE, C. S. (1868). "On a New List of Categories" - Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 7 (1868), 287-298. - URL: <http://www.peirce.org/writings/p32.html> - Access: February 12, 2004

misturando-se representam secundidade; quando surge a inteligibilidade deste fenômeno (mistura de sódio e água), temos a terceiridade (inteligência média a mistura do sódio à água).

Para Peirce, um signo ou um "representamen" (GUDWIN, 2003) é tudo aquilo que, sob um certo aspecto ou medida, está para alguém em lugar de algo. Não é uma classe de objetos, mas a função de um objeto no processo da semiose. O signo, portanto, tem sua existência na mente do receptor e não no mundo exterior. A idéia de terceiridade está ligada à idéia de representação, ou melhor, de "re-representação" de algo. Sendo o signo capaz de trazer à mente do intérprete a idéia do objeto sem a necessidade de sua presença real, ele pode ser considerado como terceiridade. Assim, a interpretação de um signo, que é um processo dinâmico na mente do receptor, é chamada de semiose (ação do signo) e é um processo no qual o signo tem um efeito cognitivo sobre o intérprete. Cada signo cria um interpretante que, por sua vez, é "representamen" de um novo signo; a semiose resulta numa série de interpretantes sucessivos, "ad infinitum". Não há nenhum primeiro nem um último signo neste processo de semiose ilimitada. Para Peirce existem dois tipos de objetos: (1) Objeto imediato (degenerado): é o objeto dentro do signo, uma representação mental de um objeto, quer exista ou não o objeto; maneira potencial como é apresentado pelo signo; está de acordo com a idéia de primeiridade (potencialidade). (2) Objeto dinâmico (mediato ou real; genuíno) – objeto fora do signo; é aquilo que, pela natureza das coisas, o signo não pode exprimir e só pode indicar, deixando para o intérprete descobri-lo por experiência colateral; como ele existe no mundo real; idéia de secundidade (existência).

Peirce (1839-1914) é aclamado hoje como um dos maiores filósofos americanos, apesar de ter sido ignorado por seus contemporâneos; a maior parte de sua obra (PEIRCE, 1960) não teve publicação até muitos anos depois de sua morte.

4.1.2 Semiótica e Educação em Engenharia

A importância da Semiótica em Educação é evidente, seja no que se refere ao desenvolvimento da rede semântica ("semantic web") seja no desenvolvimento de interfaces de ambientes educacionais em Educação Mediada por Computador.

A história da Internet começou com as pesquisas do Departamento de Defesa dos E.U.A. através do projeto "Advanced Research Projects Agency Network" (ARPANET)¹⁰⁵. Durante a Guerra Fria, buscava-se um sistema de comunicações via rede que fosse imune a um ataque nuclear. No momento atual, uma das áreas prioritárias é a Inteligência Artificial (NRC, 1999)¹⁰⁶, a qual já recebe recursos significativos desde 1960. Isso parece indicar que a Inteligência Artificial terá importância cada vez maior em inúmeros contextos, inclusive no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem auxiliada por computador.

Semiótica é o ramo das ciências humanas que estuda as ciências da significação e da representação, envolvendo principalmente os fenômenos da cognição e da comunicação em sistemas naturais. Quando sinais passam a causar ações, eles tornam-se signos. A informação que eles carregam é associada com a ação que podem causar; a informação é então chamada de "conhecimento". Assim, sinais se referem à informação e signos ao conhecimento.

Sistemas Inteligentes são sistemas que exibem um comportamento considerado inteligente. A Semiótica serve como fonte de idéias e motivação para a pesquisa na área de Inteligência Artificial (CSG)¹⁰⁷. A Semiótica Computacional se refere à tentativa de sintetizar o ciclo de semiose em um computador digital; entre outras coisas, isso se faz pela busca da construção de sistemas autônomos inteligentes que tenham a habilidade de desempenhar comportamentos inteligentes que incluam percepção, modelagem do mundo exterior, julgamento de valor e geração de comportamento. Nesse contexto, um sistema inteligente deveria ser entendido como um sistema semiótico passível de modelagem matemática. Assim, a Semiótica Computacional busca a proposição de um conjunto de metodologias que de certa forma tentam utilizar os conceitos e terminologia da semiótica, mas compondo um ferramental adequado para a construção de sistemas artificiais implementáveis em computadores.

Na teoria das "Redes de Processamento de Recursos" (SNTOOL)¹⁰⁸, que relaciona Semiótica e Inteligência Artificial, um recurso é um conceito abstrato que pode ser aplicado a diversos domínios do

¹⁰⁵ Internet - Advanced Research Projects Agency Network (Arpanet) - US Department of Defense - URL: <http://www.archive.org/texts/arpamet.php> - Access: February 15, 2004

¹⁰⁶ Internet - NRC (1999). "Funding a Revolution: Government Support for Computing Research" - National Research Council - National Academy Press - Washington, D.C. 1999 - URL: <http://www.nap.edu/readingroom/books/far/ch9.html> - Access: February 15, 2004

¹⁰⁷ Internet - Computational Semiotic Group (CSG) - Department of Computer Engineering and Industrial Automation (DCA) - Faculty of Electrical and Computer Engineering (FEEC) - State University of Campinas (UNICAMP) - URL: <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/semiotics/> - Access: February 15, 2004

¹⁰⁸ Internet - SNTOOL (Semiotic Network Toolkit) - R. R. Gudwin - SourceForge.net - URL: <http://sourceforge.net/projects/sntool> - Access: February 16, 2004

conhecimento; os recursos seriam passivos e ativos (ou processuais) e podem possuir um “valor” e um “custo”, que podem ser utilizados nos modelos desenvolvidos.

Recursos Educacionais ANIDO et al. (2002) seriam entidades que podem ser usadas ou referenciadas durante o processo de aprendizagem; são, portanto, conteúdos multimídia, livros, manuais, programas, testes, software, ferramentas, pessoas e organizações; podem ser referenciadas por URL, muitas vezes. Nesse contexto, meta-dados educacionais oferecem informações sobre recursos educacionais; a falta de informação sobre um recurso pode tornar o seu uso impossível.

Utilizando-se as idéias das "Redes de Processamento de Recursos", poderíamos dividir "Recursos Educacionais" em “Passivos” e “Ativos”; o intuito seria o desenvolvimento de uma teoria que permitisse, inclusive, o processamento de recursos educacionais dentro da Educação Mediada por Computador em Engenharia por sistemas autônomos inteligentes.

Os “Recursos Educacionais Passivos” seriam de dois tipos: (1) Informações: Textos (vários formatos), documentos, diagramas, dados, planilhas, tabelas, livros eletrônicos, testes eletrônicos, software, conteúdos multimídia em formato digital (sons, vídeos, etc.), entre outros. (2) Recursos físicos: Materiais impressos (livros, apostilas, manuais, testes, etc.), matérias-prima, dinheiro, ferramentas, professores, instituições de ensino, entre outros.

Já os “Recursos Educacionais Ativos” (ou “Processuais”) seriam aqueles que executam atividades de processamento de recursos; seriam de dois tipos: (1) Mecânicos (sem tomada de decisão); exemplo: inserir “link” em página HTML. (2) Inteligentes (com tomada de decisão); exemplos: decidir qual o destino de um “link” que não deve ser inserido em uma determinada página ou documento; realizar buscas em máquinas que encontram “links” para recursos educacionais passivos; finalmente, como exemplo de “Recursos Educacionais Ativos Inteligentes”, teríamos os recursos humanos (professores).

Percebe-se que a teoria das "Redes de Processamento de Recursos", ao relacionar Semiótica e Inteligência Artificial, pode vir a permitir um melhor processamento de recursos educacionais dentro da Educação Mediada por Computador em Engenharia por sistemas autônomos inteligentes.

4.2 Diagramas

Um diagrama (BOOCH & RUMBAUGH & JACOBSON, 1998) é uma apresentação gráfica de um conjunto de elementos, mais freqüentemente na forma de um grafo que tenha vértices (“coisas”) e arcos (“relacionamentos”). Diagramas podem ser utilizados para se visualizar um sistema em diferentes perspectivas.

Seres humanos, desde os tempos antigos, buscam inferir novas informações a partir de informações já conhecidas; ferramentas úteis nesse processo de inferência são os diagramas. Neste trabalho, têm grande importância as características (GLASGOW & NARAYANAN & CHANDRASEKARAN, 1995) computacionais e lógicas da representação por diagramas, assim como as estratégias de raciocínio que se viabilizam mais facilmente através do uso de diagramas de diversos tipos. A pesquisa em raciocínio auxiliado por diagramas (“diagrammatic reasoning”) tem dois objetivos fundamentais, além da evidente busca do entendimento do fenômeno em si e de seus processos. O primeiro objetivo seria o de se entender os modos pelos quais pensamos, o que inclusive favorece um melhor entendimento de nós mesmos; esse melhor entendimento pode levar a um desenvolvimento cada vez mais acelerado de artefatos visuais para informação e comunicação em setores como o educacional, tais como telas de computadores e livros, entre outros. O segundo objetivo da pesquisa sobre raciocínio auxiliado por diagramas seria o de se oferecer uma base científica para a construção de representações da informação na forma de diagramas de modo que o armazenamento e o processamento por computadores se tornassem possíveis; desse modo, computadores atingiriam um nível maior de eficiência em seu “raciocínio” (formação de conclusões, inferências ou julgamentos) do mesmo modo que diagramas vêm favorecendo o raciocínio em seres humanos. Assim como no caso da rede semântica (BERNERS-LEE et al., 2001), isso pode inclusive melhor habilitar computadores e pessoas a trabalhar em cooperação.

Por conseqüência, um entendimento mais profundo das formas de raciocínio auxiliadas por diagramas pode ser de fundamental interesse para aqueles que projetam interfaces entre homem e máquina, onde os diagramas apresentados na tela do computador devem ser processados e entendidos pelo usuário. Inclusive, na perspectiva da nova sociedade que surge, com foco no tratamento de volumes cada vez maiores de informação e na cada vez mais valorizada geração (NOVAK, 1998) do conhecimento, os diagramas surgem como ferramenta de fundamental importância. Na Internet, a busca tem se tornado um serviço cada vez mais fundamental e desafiador diante da quantidade cada vez

maior de páginas com informação. A proposta do "Next Generation Search Group",¹⁰⁹ por exemplo, envolve o desenvolvimento de uma máquina de busca que geraria diagramas como resultado de uma busca; ou seja: o aspecto do conjunto de documentos seria o de páginas associadas a nós por sua vez referentes a assuntos específicos, em um sistema hierárquico e distribuído que ofereceria suporte não apenas à busca, mas também à navegação dos resultados desta busca.

A transformação das experiências em informações ordenadas pode ser bastante facilitada pelo uso de diagramas como os mapas conceituais. NOVAK & GOWIN (1984) oferecem a base teórica para o uso de mapas conceituais em educação de um modo geral. Tais mapas são diagramas onde se podem perceber relações entre conceitos que são mapeados quando se busca uma representação gráfica do conhecimento. A representação do conhecimento (SOWA, 2000) é um assunto multidisciplinar que se utiliza de técnicas e teorias de três outros campos: (1) Lógica: oferece a estrutura formal e as regras de inferência; (2) Ontologia: define os tipos de coisas que existem em um domínio de aplicação; (3) Computação: suporta aplicações que distinguem representação do conhecimento da filosofia pura.

Pode-se afirmar que o uso de mapas conceituais em Educação em Engenharia ainda é relativamente reduzido no Brasil, apesar de já existirem comprovações das vantagens de sua utilização, conforme indicam TURNS & ATMAN & ADAMS (2000). A utilização de mapas conceituais, hipertexto e hipermídia em educação ainda vêm oferecendo desafios a educadores de todas as áreas e tem enorme importância em Educação em Engenharia. Tal importância advém da viabilidade cada vez maior da combinação de elementos como som, imagem, animação e vídeo quando se busca uma Educação em Engenharia de qualidade e em consonância com as novas possibilidades oferecidas por recursos como a Internet.

Entre tantos outros usos, mapas conceituais podem ser aplicados na avaliação da aprendizagem dos estudantes, desde avaliações diárias até a exploração de conhecimentos especializados por estudantes avançados. É fato, entretanto, que não se trata de uma ferramenta perfeita; seu uso pode requerer tempo considerável para interpretação e, ainda, ser ambígua, o que indica a necessidade de uma formação de qualidade de docentes no seu uso. Para tanto, é necessário entender como e porque novas informações estão relacionadas ao que o aprendiz já sabe; mapas conceituais se prestam a um adequado entendimento desta dinâmica. Nesse sentido, tem fundamental importância a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de AUSUBEL (1963), a qual é vista como a melhor teoria de aprendizagem focada na aprendizagem de conceitos e proposições compostas de conceitos: novas

¹⁰⁹ Internet - Next Generation Search Group - Helsinki Institute for Information Technology - URL: <http://cosco.hiit.fi/search/> - Access: November 27, 2003.

idéias são relacionadas às aquelas já existentes nas estruturas cognitivas do aprendiz. Trata-se, assim, de uma teoria cognitiva de aprendizagem com foco na aquisição e retenção do conhecimento (AUSUBEL, 2000); tal teoria se opõe à aprendizagem que privilegia a memorização por repetição ("rote learning"), repetição esta que em geral não favorece a compreensão.

Cabe mencionar que diferentes semioticistas, como Peirce, estudaram diagramas e seu potencial na representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C). Do estudo de diagramas, viabilizou-se o desenvolvimento de ferramentas como os mapas conceituais, que tem sua utilidade fortemente baseada na TAS de Ausubel. Ainda que o foco deste capítulo sejam os diagramas normalmente conhecidos como mapas conceituais, outros tipos de diagramas também são tratados como, por exemplo, grafos conceituais e grafos existenciais de Peirce. A seção seguinte ressalta a importância do uso de diagramas em engenharia.

4.2.1 Engenharia e Diagramas

Quando pessoas estão resolvendo problemas, são utilizadas tanto representações internas, armazenadas no cérebro, quanto externas, armazenadas em papel, em quadros ou em outros meios. Diagramas aparecem em livros de várias áreas e servem, inclusive, como uma forma de comunicação formal (GLASGOW & NARAYANAN & CHANDRASEKARAN, 1995) em engenharia. Para resolver problemas físicos, por exemplo, os seres humanos frequentemente utilizam diagramas. Em problemas físicos, diagramas são utilizados, entre outros fatores, porque requerem a solução de subproblemas geométricos; além disso, as pessoas tendem a considerar preferível a interpretação da informação na forma de um diagrama. Tendo uma importância cada vez maior, diagramas são ferramentas utilizadas diariamente em comunicação, armazenamento da informação, planejamento e resolução de problemas por seres humanos.

A engenharia do conhecimento (SOWA, 2000) é a aplicação da lógica e da ontologia à tarefa de se construir modelos computáveis de algum domínio com algum propósito. A engenharia utiliza ciência e matemática com o propósito de resolver problemas práticos segundo restrições orçamentárias e de tempo. A engenharia do conhecimento pode portanto ser definida como o ramo da engenharia que analisa o conhecimento relacionado a algum assunto e o transforma em uma forma computável com algum propósito. No caso de inteligência artificial, por exemplo, diversos tipos de diagramas podem ser

utilizados para garantir uma comunicação efetiva entre engenheiros do conhecimento e especialistas em um dado domínio de modo a se evitar o jargão técnico.

A seguir, diagramas UML¹¹⁰ e grafos, ambos diagramas de grande importância em engenharia, são brevemente descritos.

Um grafo é formado por vértices e arcos onde cada arco está associado a dois vértices. Além da engenharia de um modo geral, grafos são utilizados em inúmeras outras áreas como matemática, pesquisa operacional e ciência da computação. GROSS (2003) trata com detalhes dos fundamentos, da terminologia e dos algoritmos relativos a grafos.

Uma linguagem oferece um vocabulário e regras para combinar palavras naquele vocabulário com o propósito de comunicação. Uma linguagem de modelagem é uma linguagem cujos vocabulários e regras são focados na representação conceitual e física de um sistema. A Linguagem de Modelagem Unificada (UML ou “Unified Modeling Language”) é uma linguagem padrão para se visualizar, especificar, construir e documentar software (BOOCH & RUMBAUGH & JACOBSON, 1998). O vocabulário da UML envolve três partes fundamentais: “coisas”, relacionamentos e diagramas.

“Coisas” são abstrações e tem importância fundamental nos modelos de desenvolvimento de software; relacionamentos unem essas “coisas” e diagramas agrupam coleções de interesse dessas “coisas” em uma dada perspectiva. Há quatro tipos de “coisas” em UML: (1) “coisas” estruturais (“structural things”): nomes dos modelos em UML; são sete tipos de “coisas” estruturais, em geral partes estáticas do modelo representando elementos que são ou conceituais ou físicos; (2) “coisas” comportamentais (“behavioural things”): são as partes dinâmicas dos modelos em UML, ou seja, verbos de um modelo representando o comportamento no espaço e no tempo; são duas as “coisas” comportamentais; (3) “coisas” para agrupamento (“grouping things”): são as partes organizacionais dos modelos em UML; são as caixas nas quais os modelos podem ser decompostos; existe um tipo de “coisa” para agrupamento, um mecanismo de propósito geral chamado de pacote útil na organização de elementos em grupos; (4) “coisas” para anotações (“annotational things”): são as partes com explicações dos modelos em UML; existe um tipo de “coisa” para anotações chamada nota.

Relacionamentos são de quatro tipos: dependência, associação, generalização e realização.

Um diagrama é uma apresentação gráfica de um conjunto de elementos, mais freqüentemente na forma de um grafo que tenha vértices (“coisas”) e arcos (“relacionamentos”). Diagramas podem ser

¹¹⁰ Internet - Unified Modeling Language (UML) - Object Management Group - URL: <http://www.omg.org/> - Access: January 24, 2004

utilizados para se visualizar um sistema em diferentes perspectivas. Um mesmo elemento pode aparecer em todos os diagramas, em alguns deles, ou em nenhum, o que é raro. Em teoria, um diagrama pode conter qualquer combinação de “coisas” e relacionamentos mas, na prática, apenas um número pequeno de combinações efetivamente ocorre; por esta razão, a UML inclui um número limitado de tipos de diagramas.

Assim, a UML define doze tipos de diagramas¹¹¹, divididos em três categorias: quatro tipos de diagramas para representar a estrutura estática da aplicação; cinco tipos para representar diferentes aspectos do comportamento dinâmico; e três modos de representação para se gerenciar e organizar os módulos da aplicação. Os diagramas de classe incluem: Diagrama de Classes ("Class Diagram"), Diagrama de Objetos ("Object Diagram"), Diagrama de Componentes ("Component Diagram") e Diagrama de Implantação ("Deployment Diagram"). Os diagramas de comportamento, por sua vez, incluem: Diagrama de Casos de Uso¹¹² ("Use Case Diagram"), Diagrama de Seqüência ("Sequence Diagram"), Diagrama de Atividades ("Activity Diagram"), Diagrama de Colaboração ("Collaboration Diagram") e Diagrama de Estados ("Statechart Diagram"). Finalmente, os diagramas de organização ou gerenciamento de modelo incluem Pacotes ("Packages"), Subsistemas ("Subsystems") e Modelos ("Models").

Deste modo, um modelo é constituído por um conjunto de diagramas consistentes entre si, acompanhados de descrições textuais dos elementos que aparecem nos vários diagramas.

Vale notar que, como qualquer linguagem, a UML tem inúmeras regras que especificam como um modelo bem feito deveria ser; ou seja: um modelo que seja semanticamente autoconsistente e que esteja em harmonia com todos os modelos aos quais se relaciona. Assim, a UML tem regras semânticas para nomes, escopo, visibilidade, integridade e execução.

Sistemas inteligentes representam um tipo especial de sistemas de software cujas peculiaridades (GUDWIN & GOMIDE, 1998) os fazem muito difíceis de serem modelados por metodologias genéricas como UML. Essas metodologias não contêm diagramas para gerenciar adequadamente algumas das características dos sistemas inteligentes. Uma forte limitação dessas abordagens se refere ao reduzido escopo de uso do paradigma de orientação a objetos segundo o qual um conjunto de objetos pode trocar mensagens.

¹¹¹ Internet - Unified Modeling Language (UML) - Object Management Group - URL: <http://www.omg.org/> - Access: January 24, 2004

¹¹² Observação: Neste trabalho, a menos que seja feita menção em contrário, "caso de uso" significa experimento envolvendo a utilização de software educacional em situações de ensino e/ou aprendizagem.

SOWA (2000) indica que as especificações da UML são organizadas em quatro níveis: (1) Metametamodelo: O nível inicial ou metamodelo especifica um pequeno número de tipos de entidade que são utilizadas para definir a sintaxe e a semântica da UML. O conjunto inicial inclui tipos de ordem superior como “MetaClass”, “MetaAttribute” e “MetaOperation”, assim como os tipos de primeira ordem e de propósito geral “Integer”, “Real”, “String” e “Boolean”. (2) Metamodelo: Os metamodelos da UML introduzem mais tipos como “Class”, “Attribute”, “Operation”, “Event” e “Component” como instâncias dos tipos de ordem superior do metamodelo. (3) Modelo: Para cada domínio de aplicação, um analista de sistemas define um modelo cujos tipos são instâncias dos tipos em um meta-modelo. (4) Aplicação: A informação de um programa aplicativo sendo trabalhada consiste de instâncias dos tipos especificados em um modelo do domínio da aplicação.

Ainda de acordo com SOWA (2000), a linguagem utilizada para definir todos os modelos e metamodelos em UML é a OCL (“The Object Constraint Language”)¹¹³. Os ambientes (software) de projeto e desenvolvimento em UML apresentam aos programadores e analistas de sistemas a parte gráfica (diagramas) apesar de, internamente, ser utilizada a OCL na representação; deste modo, permite-se uma mais fácil interpretação dos modelos.

4.2.2 Mapas Conceituais

A transformação das experiências em informações ordenadas pode ser bastante facilitada pelo uso de diagramas. A palavra diagrama é normalmente utilizada quando se consideram representações visuais (ou gráficas) de algum domínio de conhecimento.

Mapas conceituais são diagramas já bastante pesquisados e utilizados em várias áreas da educação formal (NOVAK & CAÑAS, 2004), em especial no ensino de ciências. NOVAK & GOWIN (1984) oferecem a base teórica para o uso de mapas conceituais em educação de um modo geral. Tais mapas são diagramas onde se podem perceber relações entre conceitos que são mapeados quando se busca uma representação gráfica do conhecimento.

MOREIRA & MASINI (1982) indicam vantagens e desvantagens do uso de mapas conceituais do ponto de vista instrucional. Entre as vantagens, teríamos: a possibilidade de se enfatizar a estrutura

¹¹³ Internet - The Object Constraint Language (OCL) - Richard John Botting, California State University - URL: <http://www.csci.csusb.edu/dick/samples/ocl.html> - Access: February 18, 2004

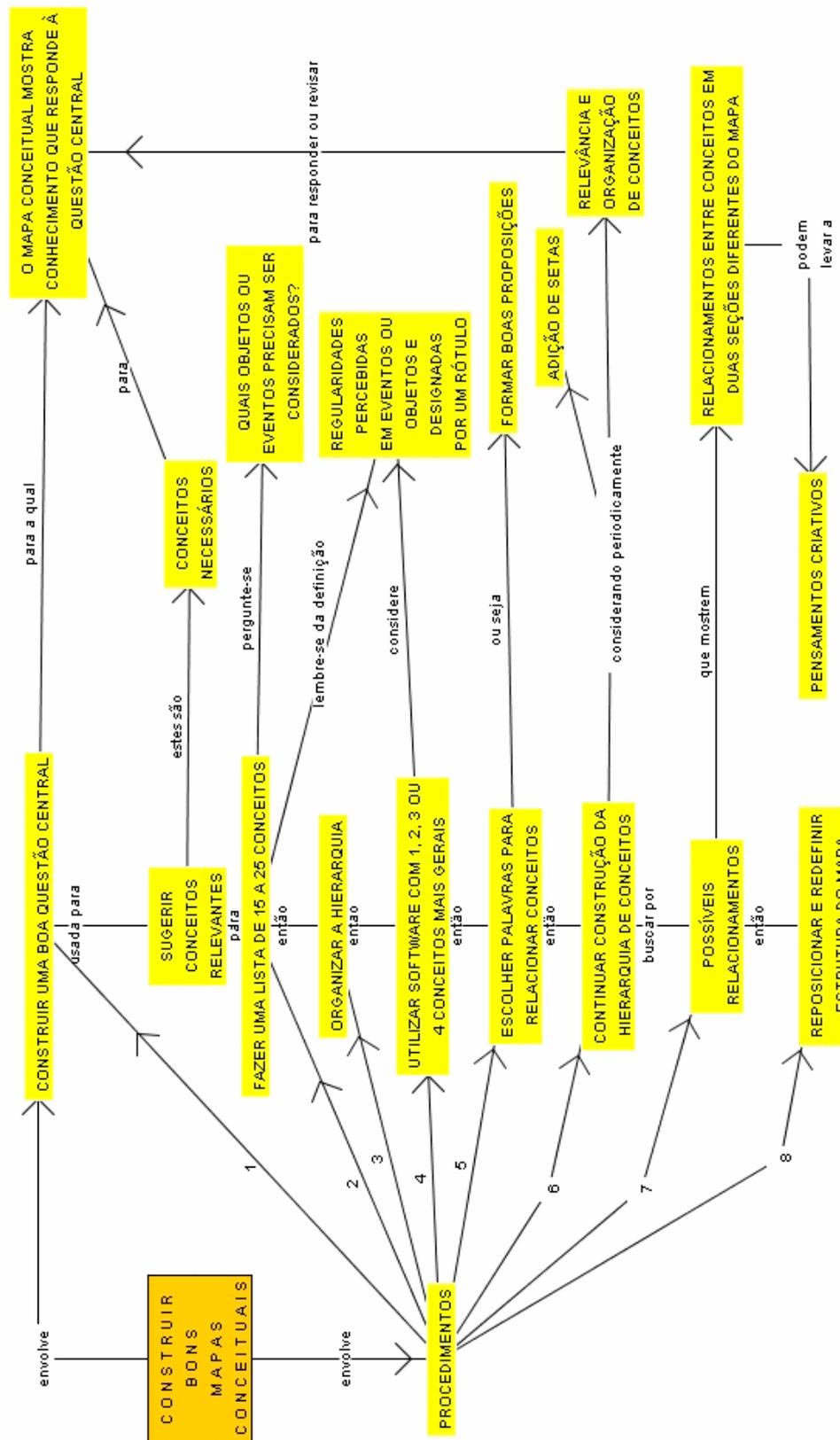
conceitual de um assunto e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento; a possibilidade de se mostrar que os conceitos de um certo assunto diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade, buscando-se apresentar esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilite a aprendizagem e a retenção dos mesmos; e a possibilidade de prover uma visão mais global do assunto e uma indicação daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais. Entre as possíveis desvantagens, teríamos: uma eventual memorização do mapa por alunos que não conseguissem entendê-lo; uma demasiada complexidade do mapa que poderia, eventualmente, dificultar a aprendizagem e a retenção; uma eventual inibição da habilidade dos alunos de construir suas próprias hierarquias conceituais ao receber estruturas já prontas de seu professor.

SHAFFER (2004) indica um uso interessante de mapas conceituais: coleta de dados em pesquisas sobre aprendizagem interativa. Em uma pesquisa na qual dados foram coletados através de entrevistas antes e depois de um determinado evento, alunos completaram mapas conceituais sobre um tema. Tais mapas foram codificados pelo número de nós e arcos utilizados e verificou-se, por exemplo, que os mapas apresentaram significativamente mais nós e arcos na entrevista final, sendo esta mais uma evidência de que estes alunos aprenderam sobre o conteúdo, dado o visível aumento da complexidade do entendimento expresso nos mapas.

CHIU et al. (2000), ao tratarem de aprendizagem colaborativa e do uso de mapas conceituais na interação via rede, indicam que, quanto maior a interação, melhor a performance do grupo. Indicam também que pela dificuldade dos alunos em utilizar teclados para enviar mensagens, devem ser buscadas outras soluções para facilitar a interação. Ressalta-se, inclusive, que deve-se ensinar estratégias mais complexas de interação aos alunos para se fomentar a interação colaborativa.

Um fluxograma (ROMISZOWSKI & ROMISZOWSKI, 1998) é uma forma gráfica de apresentação de um processo qualquer; os fluxogramas de decisão são bastante utilizados em materiais didáticos para comunicar processos complexos de pensamento analítico. NOVAK (1998) explicita estratégias que indicam como construir mapas conceituais. A figura seguinte, feita com o aplicativo COMA, mostra uma adaptação de um diagrama intitulado "Constructing Good Concept Maps" (IHMC)¹¹⁴; tal diagrama é um misto de mapa conceitual e fluxograma, de acordo com seu autor, e resume em etapas como construir bons mapas conceituais.

¹¹⁴ Internet - IHMC. *IHMC CMap Tools software*. Institute for Human and Machine Cognition, The University of West Florida. URL: <http://cmap.ihmc.us/> - Access: December 14, 2004.



FONTE: Este diagrama foi adaptado a partir de um diagrama intitulado "Constructing Good Concept Maps", acessível no endereço <http://cmap.ihmc.us/> em 13 de Dezembro de 2004.

Figura 4.1 - Misto de mapa conceitual e fluxograma ("flowchart") que resume, em apenas oito procedimentos, como "Construir Bons Mapas Conceituais".

4.2.3 Grafos Existenciais de Peirce

Segundo PEIRCE (1960), diagramas lógicos representam relações lógicas por meio de relações espaciais com as quais se colocam em similaridade. Um sistema de grafos existenciais de PEIRCE (1909)¹¹⁵ é uma classe de diagramas sobre os quais é permitido operar certas transformações. Um Grafo Existencial (C.P. 4.421) é um grafo lógico governado por um sistema de representações, onde o fundo representa um universo, real ou fictício, e cada grafo desenhado sobre o fundo representa algum fato existindo nesse universo.

Um Grafo Existencial pode ser dividido em partes (GUDWIN, 2003): parte alfa (Grafo/Grafo-Réplica), parte beta (adiciona à parte alfa um novo conjunto de signos - C.P. 4.511) e parte gama (signos especiais para representar possibilidade e necessidade, proposições modais, potencialidades, com relações monádicas, diádicas e triádicas). A parte gama (com múltiplos universos) foi inventada pois as outras duas partes não podem representar diversas idéias que nos são perfeitamente familiares, são incapazes de raciocinar por meio de abstrações, são incapazes de raciocinar sobre qualidades e sobre relações enquanto sujeitos do raciocínio e são incapazes de raciocinar sobre as próprias idéias.

A figura a seguir, adaptada de SALGADO et al. (1992), mostra um mapa conceitual para a frase “o menino come o doce” e um grafo relacional, que é um tipo de rede semântica, para a frase “o menino come o doce apressadamente”. Percebe-se facilmente a limitação do mapa conceitual ao não permitir que o atributo “apressadamente” compareça, a menos que se coloque “come apressadamente” como relação entre os conceitos “menino” e “doce”.

¹¹⁵ Internet - PEIRCE, C. S. (1909). "Existential Graphs" - MS 514 by C. S. Peirce with commentary by J. F. Sowa - URL: <http://www.jfsowa.com/peirce/ms514.htm> - Access: February 12, 2004

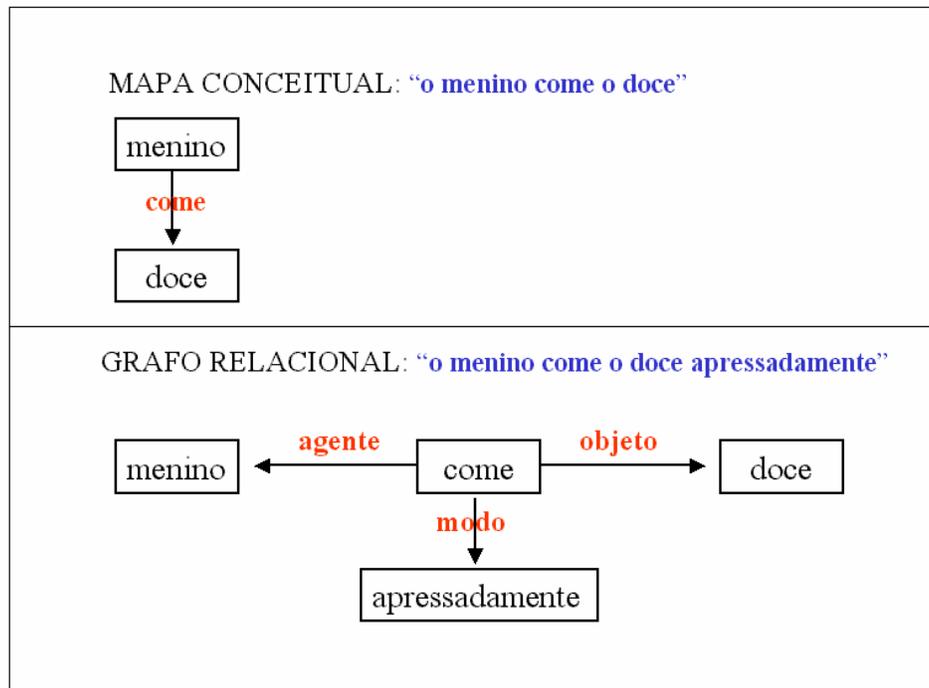


Figura 4.2 - Um mapa conceitual para a frase "o menino come o doce" e um grafo relacional, que é um tipo de rede semântica, para a frase "o menino come o doce apressadamente".

Um Grafo Existencial (SOWA, 2000) é um tipo de diagramação ainda pouco pesquisado mas de enorme potencial na área de educação; isso se deve em parte ao fato de mapas conceituais serem diádicos enquanto grafos existenciais de Peirce são triádicos. De modo resumido, pode-se afirmar que os mapas conceituais são diádicos pois representam apenas duas relações: percepção e significado (primeiridade e secundidade, segundo Peirce); faltam-lhes a ação, ou seja, o que fazer após perceber e entender o conceito (terceiridade).

Dado o potencial de representação muito maior desta classe de diagramas relativamente aos mapas conceituais, percebe-se que aplicativos para representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C) poderiam também se utilizar de tal tipo de diagramação por Grafos Existenciais.

4.2.4 Grafos Conceituais

Grafos Conceituais¹¹⁶ são um sistema de lógica que se baseia nos Grafos Existenciais de Charles Sanders Peirce e nas redes semânticas da Inteligência Artificial. Eles expressam significado de uma forma que é logicamente precisa, inteligível por humanos e tratável computacionalmente. Com um mapeamento direto para a linguagem, Grafos Conceituais servem como uma linguagem intermediária para se traduzir formalismos orientados a computadores de e para linguagens naturais. Com a sua representação gráfica, eles servem como uma linguagem formal de especificação e projeto que também é legível. Grafos Conceituais têm sido implementados em uma variedade de projetos, incluindo-se aí a recuperação de informação e o projeto de bancos de dados. A figura seguinte mostra um Grafo Conceitual¹¹⁷ para a frase seguinte: Tom acredita que Mary quer se casar com um marinheiro (*"Tom believes that Mary wants to marry a sailor"*).

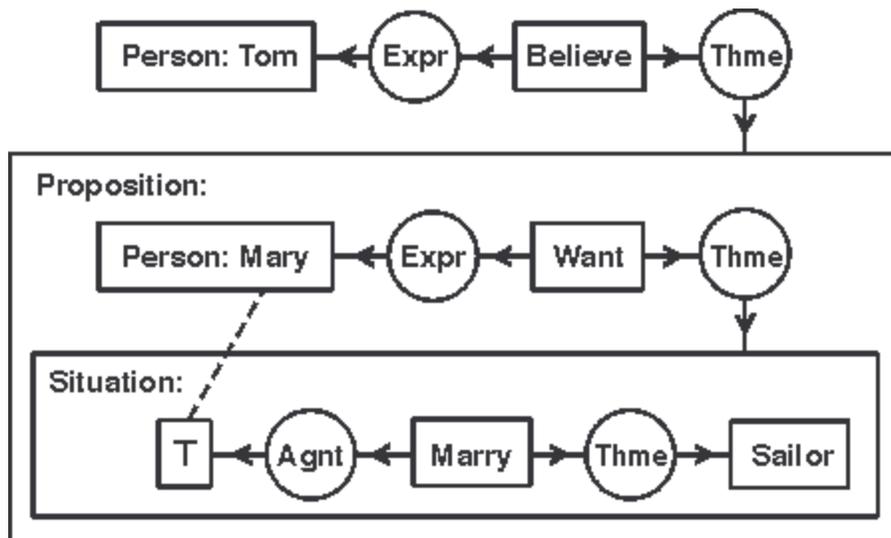


Figura 4.3 - Grafo Conceitual para a frase "Tom believes that Mary wants to marry a sailor".

Em um Grafo Conceitual (SOWA, 2000), as caixas são chamadas de conceitos e os círculos são chamados de relações conceituais. Assim, Grafos Conceituais são grafos bipartidos que têm dois tipos de nós chamados conceitos e relações conceituais. Informalmente, Grafos Conceituais são estruturas de conceitos e relações conceituais onde todo arco liga alguma relação conceitual "r" a

¹¹⁶ Internet - "Conceptual Graphs" - J. F. Sowa - URL: <http://www.jfsowa.com/cg/> - Access: February 12, 2004

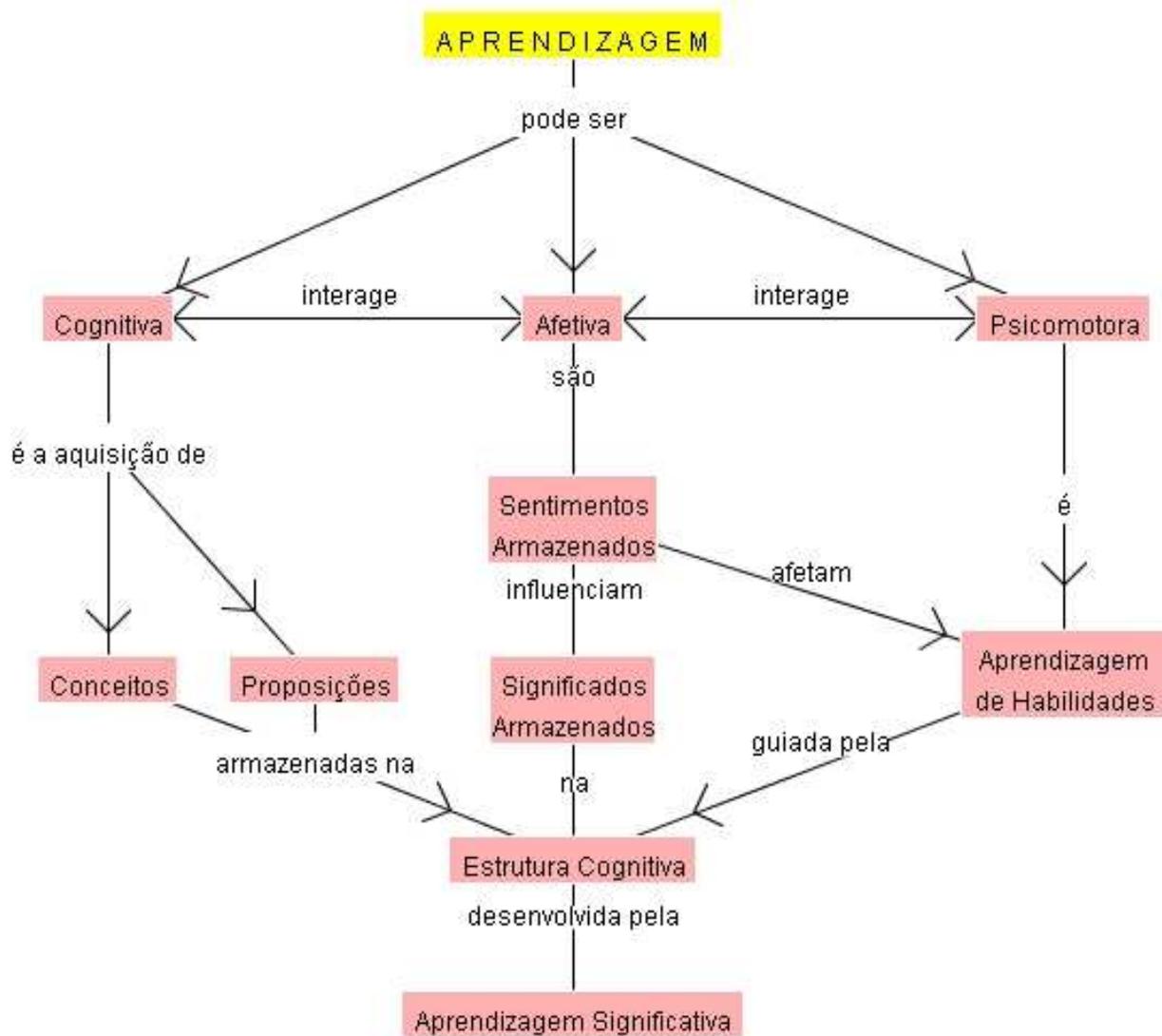
algum conceito “c”. Formalmente, a estrutura dos grafos é definida em um estilo matemático que explicita os detalhes com maior precisão.

4.3 Aprendizagem

Ao analisar a Aprendizagem Colaborativa no ensino a distância, YOKAICHIYA et al. (2004) destacam a importância de um programa mais estruturado e com mais atividades de interação e diálogo para evitar a perda da motivação provocada pela grande liberdade e flexibilidade de programas de ensino virtual. Tais autores indicam, inclusive, que até mesmo os alunos reconhecem a necessidade de 'algo que force' a interação. Programas muito flexíveis podem fazer com que os alunos menos autônomos sintam-se desestimulados por dois motivos principais: por depender do diálogo com o outro para superar sua insegurança ou por precisar suprir lacunas de seu conhecimento quando a falta de autonomia é causada por insuficiente conhecimento na área. Assim, o planejamento, a elaboração e a avaliação de materiais didáticos para educação a distância devem sempre considerar os múltiplos aspectos da Aprendizagem Colaborativa.

Nesta seção, são apresentadas as teorias da Aprendizagem Significativa e da Aprendizagem Colaborativa. Tais teorias fundamentam, inclusive, a utilização de mapas conceituais quando se dá o oferecimento de cursos a distância que privilegiem a colaboração entre os pares. Na figura seguinte, é mostrado um mapa conceitual sobre "Aprendizagem", adaptado a partir de diagrama intitulado "Learning", em recente livro de NOVAK (1998).

¹¹⁷ Internet - "Conceptual Graphs" - J. F. Sowa - URL: <http://www.jfsowa.com/cg/> - Access: February 12, 2004



FONTE: Mapa conceitual sobre "Aprendizagem" adaptado a partir de diagrama intitulado "Learning" do livro "Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations" (NOVAK, 1998).

Figura 4.4 - Mapa conceitual sobre "Aprendizagem".

NOVAK (1998) enuncia seis princípios que considera fundamentais para que a aprendizagem ocorra: (1) É necessário existir motivação para que se aprenda; nenhuma aprendizagem poderá ocorrer, a menos que o aluno queira aprender. (2) O conhecimento relevante do aluno, incluindo-se aí idéias válidas e inválidas, precisa ser entendido e incorporado. (3) O conhecimento conceitual a ser ensinado precisa ser organizado. (4) A aprendizagem ocorre em um contexto e é necessário que se considere qual contexto facilitará a aprendizagem. (5) A aprendizagem pode ser auxiliada por um professor que

tenha bons conhecimentos e que seja sensível às idéias e sentimentos do aluno. (6) A avaliação é necessária para se verificar o progresso e para motivar ainda mais o aluno.

Em linhas gerais, pode-se dizer que a teoria da Aprendizagem Significativa fundamenta o uso educacional de mapas conceituais na representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C), enquanto a Aprendizagem Colaborativa tem se mostrado cada vez mais fundamental na viabilização do ensino a distância de qualidade sem que ocorra uma sobrecarga do professor (BROOKS et al., 2001). No contexto desta pesquisa, investigam-se, entre outros temas, as possibilidades de autoria colaborativa e de troca de mapas conceituais em situações de colaboração via rede (CHIU et al., 2000) dentro de contextos que favoreçam a aprendizagem significativa.

4.3.1 Aprendizagem Significativa

AUSUBEL (2000) define “conceitos” como objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos comuns e que são designados pelo mesmo símbolo ou signo. Mapas conceituais seriam diagramas que permitem organizar o conhecimento. Tais mapas podem ser úteis em Educação em Engenharia (TURNS et al., 2000) e seu uso se fundamenta, em parte, na teoria da Aprendizagem Significativa de AUSUBEL (1963), a qual é vista como a melhor teoria de aprendizagem focada na aprendizagem de conceitos e proposições compostas de conceitos. Trata-se de uma teoria cognitiva de aprendizagem com foco na aquisição e retenção do conhecimento (AUSUBEL, 2000). Busca-se, a seguir, oferecer uma visão geral desta teoria.

MOREIRA & MASINI (1982) definem cognição e psicologia cognitivista. Cognição seria o processo através do qual o mundo de significados tem origem, visto que o ser humano atribui significados à realidade em que se encontra. Estes significados são “pontos de partida” para a atribuição de outros significados, constituindo-se de “pontos básicos de ancoragem”. Nesse sentido, os primeiros significados dariam origem ao que se poderia denominar “estrutura cognitiva”. A psicologia cognitivista (ou cognitivismo) seria, então, aquela parte da psicologia que se preocupa com o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Seu objetivo seria o de identificar os padrões estruturados dessa transformação.

A estrutura cognitiva (ROMISZOWSKI & ROMISZOWSKI, 1998) seria, então, o conjunto de conceitos e regras que uma pessoa aplica para lidar com determinados tipos de problema ou para

explicar ou entender determinados fenômenos. Através das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), torna-se cada vez mais viável desenvolver as estruturas cognitivas apropriadas.

Segundo MOREIRA & MASINI (1982), Ausubel é um representante do cognitivismo que propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem em uma perspectiva cognitivista que reconhece a importância da experiência afetiva. Para Ausubel, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva, estrutura esta que pode ser entendida como conteúdo total organizado de idéias de um certo indivíduo. Tal estrutura cognitiva seria, desta feita, uma estrutura hierárquica de conceitos que são abstrações da experiência do indivíduo; tais conceitos seriam chamados de conceitos subsunçores. O indivíduo estará capacitado a adquirir significados através da posse de habilidades que tornam possível a aquisição, retenção e aparecimento de conceitos na estrutura cognitiva, havendo um processo de interação pelo qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro mas também modificando-se em função dessa ancoragem. Assim, a idéia central da teoria de Ausubel é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe.

O estilo de aprendizagem que ocorre quando há pouca ou nenhuma associação entre novas informações e a estrutura cognitiva do aprendiz seria chamada de aprendizagem mecânica (“rote learning”), visto que a nova informação é armazenada de forma arbitrária na estrutura cognitiva. Ou seja: o conhecimento adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. Ainda que tal estilo contraste com a aprendizagem significativa, este se faz necessário (MOREIRA & MASINI, 1982) quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele. Ou seja: a aprendizagem é mecânica até que alguns elementos de conhecimento existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores pouco elaborados; na medida em que a aprendizagem passa a ser significativa, esses mesmos subsunçores passam a ficar cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

Ausubel recomenda, como estratégia para manipular a estrutura cognitiva, o uso de organizadores prévios (MOREIRA & MASINI, 1982) que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. Tais organizadores prévios seriam materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido e teriam a função de servir de “pontes cognitivas” entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, buscando-se garantir que a aprendizagem seja significativa.

Resumidamente, pode-se dizer que os organizadores devem ser apresentados no início das tarefas de aprendizagem e precisam ser formulados em termos familiares ao aluno, além de permitir ao aluno o aproveitamento das características de um subsunçor (MOREIRA & MASINI, 1982): identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material; salientar relações importantes ao se oferecer uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração; fornecer elementos organizacionais inclusivos que destaquem o conteúdo específico do novo material. Nesse sentido, a aprendizagem significativa pressupõe que o material seja potencialmente significativo para o aprendiz e que o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva. Conforme indica AUSUBEL (2000), os estudos sobre a aquisição e retenção do conhecimento não se restringem aos contextos da instrução formal em escolas e universidades; na verdade, aquisição e retenção do conhecimento são tópicos de interesse nas diversas áreas da sociedade que envolvem aprendizagem contínua na busca de mais eficiência.

MOREIRA & MASINI (1982) ressaltam que a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. Nessa perspectiva, ao se procurar evidência de compreensão significativa, deve-se utilizar questões e problemas que sejam novos e não-familiares e que requeiram máxima transformação do conhecimento existente, atitude que poderia evitar a simulação da aprendizagem significativa.

Neste contexto, é fundamental o princípio da assimilação de Ausubel, cujo processo é descrito de modo simplificado e por etapas por MOREIRA & MASINI (1982). Inicialmente, há apenas o conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva, chamado aqui de “A”, ao qual se pretende relacionar uma nova informação potencialmente significativa, chamada “a”. No processo de assimilação, não somente a nova informação “a” mas também a idéia ou conceito mais inclusivo “A” se modifica, surgindo daí “A*” e “a*”. Dessa interação entre a nova informação e o conceito subsunçor surge o produto interacional “A*a*”. Imediatamente após a aprendizagem significativa, as novas idéias tornam-se progressivamente menos dissociáveis da estrutura cognitiva, em um segundo estágio de subsunção, ao qual se denomina assimilação obliteradora. Na assimilação obliteradora, as novas informações não são mais reproduzíveis como entidades individuais, de modo que “A*a*” reduz-se simplesmente a “A*”. Isso se deve ao fato de que é mais simples e econômico reter apenas as idéias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis do que as novas idéias assimiladas. Trata-se, portanto, de uma tendência reducionista da organização cognitiva que ocorre às custas de perda de diferenciação do conjunto de idéias detalhadas e de informações específicas que constitui o corpo de conhecimentos.

Assim, deve-se buscar neutralizar ou baixar o nível de assimilação obliteradora que caracteriza a aprendizagem significativa.

O processo de subsunção descrito (MOREIRA & MASINI, 1982), onde um conceito potencialmente significativo “a” é assimilado sob o conceito subsunçor “A”, é chamado de subsunção subordinada ou aprendizagem subsunciva ou, ainda, aprendizagem subordinada. Divide-se em dois tipos: subsunção derivativa, onde, geralmente, o material aprendido é um exemplo específico de conceitos estabelecidos na estrutura cognitiva; e subsunção correlativa, onde, geralmente, o material aprendido é uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos estabelecidos na estrutura cognitiva. Vale ressaltar que também pode ocorrer outra modalidade de aprendizagem que pode ser denominada superordenada, a qual ocorre quando um conceito ou proposição potencialmente significativo “A” é adquirido a partir de idéias ou conceitos menos gerais e menos inclusivos “a”, “b” e “c” já estabelecidos na estrutura cognitiva.

De acordo com MOREIRA & MASINI (1982), conforme ocorre a aprendizagem significativa, conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados em decorrência de sucessivas interações, o que leva à diferenciação progressiva e à reconciliação integrativa. Na diferenciação progressiva, o assunto deve ser programado de forma que as idéias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e progressivamente diferenciadas, com a introdução de detalhes específicos. Na reconciliação integrativa, a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças significativas além de reconciliar inconsistências reais ou aparentes. No diagrama a seguir, adaptado a partir de MOREIRA & MASINI (1982), há um conceito mais geral (ou mais inclusivo), dois conceitos intermediários e quatro específicos (ou pouco inclusivos), as linhas contínuas sugerem a direção recomendada para a diferenciação progressiva de conceitos, enquanto as linhas pontilhadas sugerem a reconciliação integrativa.

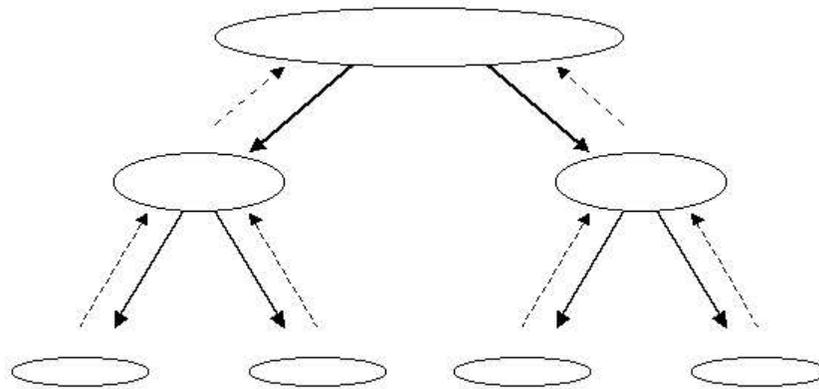


Figura 4.5 - Representação esquemática do modelo de Ausubel indicando diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva pode se beneficiar do uso de organizadores hierarquizados em ordem decrescente de inclusividade (MOREIRA & MASINI, 1982). Tais organizadores, quando utilizados em situações práticas de aprendizagem, visariam fornecer um ancoradouro antes do aprendiz se confrontar com o novo material, de modo a se possibilitar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Nesse sentido, mapas conceituais (NOVAK & GOWIN, 1984) seriam diagramas que permitiriam dispor hierarquicamente conceitos superordenados e subordinados de uma disciplina ou corpo de conhecimento, onde a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa poderiam ser atingidas de forma mais eficaz “descendo e subindo” nas estruturas conceituais hierárquicas na medida em que novas informações fossem apresentadas.

Em princípio, tais mapas conceituais (MOREIRA & MASINI, 1982) poderiam ter uma, duas ou três dimensões. No primeiro caso, seriam listas e tirariam proveito apenas da dimensão vertical; no segundo caso, utilizando duas dimensões, vertical e horizontal, permitiriam uma representação mais completa das relações entre conceitos de uma disciplina; já no terceiro caso, teriam demasiada complexidade para fins instrucionais.

No caso bidimensional (MOREIRA & MASINI, 1982), a orientação é tal que os conceitos mais gerais e inclusivos aparecem no topo do mapa. Os demais conceitos aparecem em ordem decrescente de inclusividade até que se chegue aos conceitos mais específicos (ou pouco inclusivos) na base do mapa, onde também estarão eventuais exemplos. As linhas ou setas conectando conceitos indicariam as relações entre eles. Trata-se, portanto, de uma hierarquia vertical de cima para baixo que indica relações de subordinação entre os conceitos. Ademais, vale ressaltar que conceitos com aproximadamente o mesmo nível de generalidade e inclusividade aparecem na mesma posição vertical,

o que dá ao mapa sua dimensão horizontal. Ainda, é fato que não existe apenas um mapa que represente uma certa estrutura conceitual, mas sim um conjunto de mapas para um mesmo conjunto de conceitos.

Tendências atuais relativas ao uso educacional de mapas conceituais (JARAMILLO, 2000) não pressupõem essa caracterização hierárquica vertical de cima para baixo. Isso se deve ao fato de que a representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C) através de mapas conceituais deve respeitar as escolhas de organização do próprio usuário; ainda assim, essas escolhas podem vir a sofrer alterações de significado a partir da negociação compartilhada (MISKULIN, 2001).

Ainda que o uso de diagramas tais como os mapas conceituais tenha seu uso amparado em teorias já bastante consolidadas, pesquisas recentes no ensino de ciências (MELTZER, 2004) indicam a necessidade de se comparar os méritos de vários modos de representação com relação à sua relativa eficiência ao auxiliar na aprendizagem dos alunos. Assim, deve-se investigar o uso de representações verbais, diagramáticas, matemáticas ou simbólicas, gráficas, etc. em situações de aprendizagem em sala de aula, visto que mesmo representações que pareçam simples e compreensíveis para os professores especialistas podem ser de difícil entendimento para os estudantes iniciantes.

Nas áreas da educação matemática e da educação em ciências, tem grande importância a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, uma teoria psicológica cognitivista de base piagetiana onde a conceitualização é considerada a pedra angular da cognição. De acordo com MOREIRA & SOUSA (2002), *"a teoria de Ausubel, é uma teoria de aprendizagem em sala de aula, de aquisição de corpos organizados de conhecimento em situação formal de ensino, enquanto que a teoria de Vergnaud é uma teoria psicológica do processo de conceitualização do real que se propõe a localizar e estudar continuidades e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual"*. Nesse sentido, a Teoria dos Campos Conceituais pode ser útil na análise das dificuldades dos alunos na resolução de problemas, na aprendizagem de conceitos científicos e na mudança conceitual.

Na figura seguinte, resume-se em um mapa conceitual o essencial da teoria dos campos conceituais de Vergnaud, adaptado a partir de MOREIRA & SOUSA (2002).

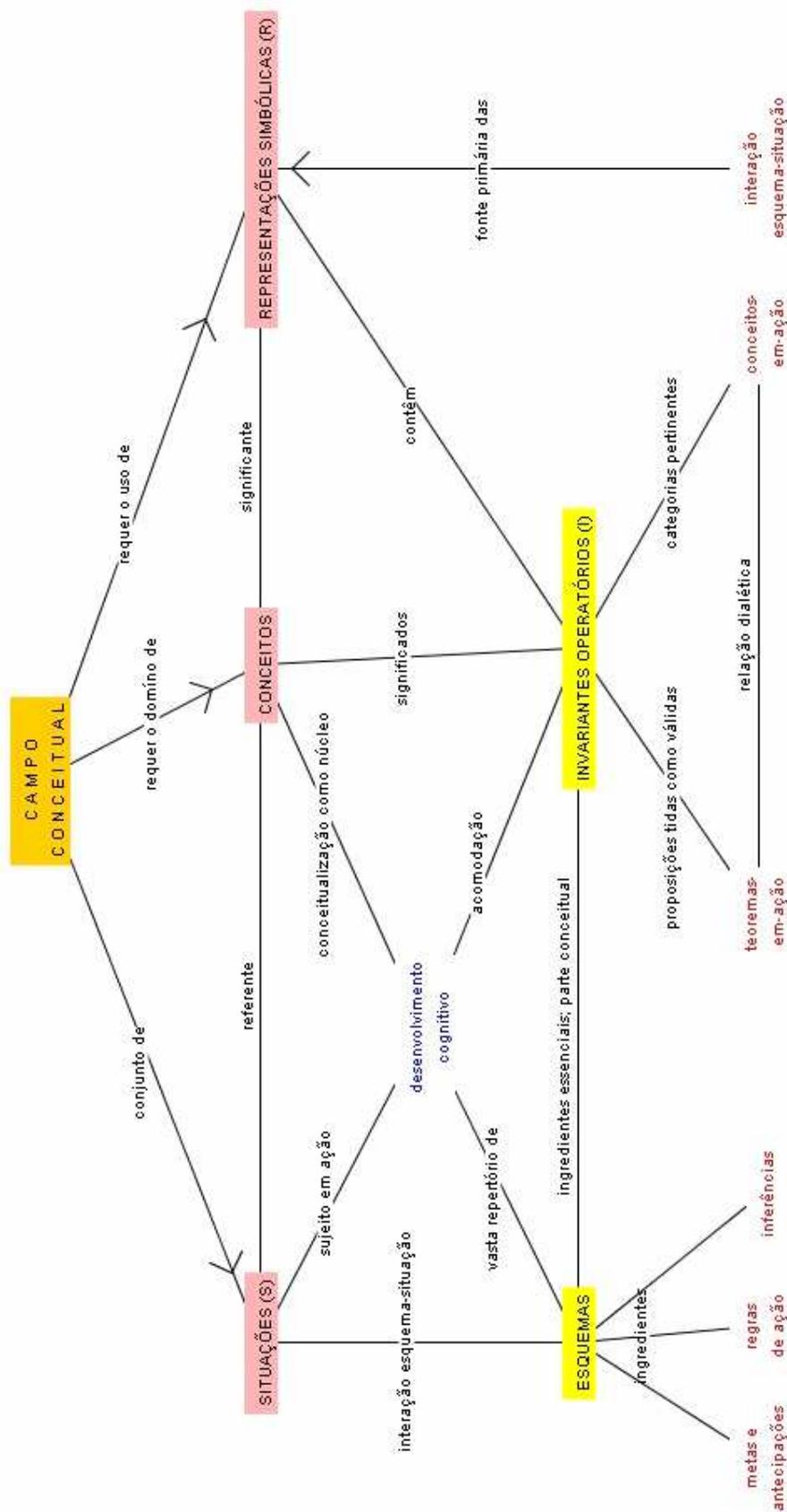


Figura 4.6 - Mapa conceitual para a teoria dos campos conceituais de Vergnaud.

4.3.2 Aprendizagem Colaborativa

A utilização de ferramentas para representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C) como os mapas conceituais pode, eventualmente, favorecer a construção do conhecimento compartilhado quando se busca a aprendizagem colaborativa. A Comunicação Mediada por Computadores (CMC) é reconhecida como sendo altamente interativa e capaz de suportar não apenas a interação, como também a colaboração entre alunos. Dado o aumento do uso de CMC em educação, incluindo-se aí até mesmo a educação “online” globalizada que permite que pessoas de diferentes países interajam de diferentes formas, existe uma necessidade de melhor entendimento da qualidade da interação entre estudantes assim como dos mecanismos de construção do conhecimento. Nesse contexto, ao considerar o uso de CMC, HENDRIKS & MAOR (2004) sugerem que a construção do conhecimento pessoal não leva necessariamente à construção do conhecimento compartilhado, evidência esta que aumenta ainda mais a importância de pesquisas relacionadas à colaboração.

Conforme indica SHAFFER (2004), colaboração e cooperação são utilizadas como sinônimos na maioria das situações. Mesmo em relatórios formais de pesquisa, tanto a aprendizagem colaborativa como a aprendizagem cooperativa são descritas como uma forma de trabalho em grupo direcionado com um objetivo comum. Ainda segundo SHAFFER (2004), pode-se dizer que a aprendizagem cooperativa implica no compartilhamento do propósito; já no caso da aprendizagem colaborativa, compartilhar ou não o objetivo variaria em cada situação específica, visto que o que caracterizaria tal modalidade seria tanto a criação de ambientes que refletissem a natureza fundamentalmente social do processo de aprendizagem como também a valorização da importância do desenvolvimento de contextos que favoreçam interações construtivas e produtivas no suporte à aprendizagem. Nesse contexto, interatividade pode ser entendida como o processo das relações sócio-afetivas nas quais se concretiza a aprendizagem (MAGALHÃES, 2001)¹¹⁸.

Ao considerar trabalho em grupo e suas relações com a pesquisa, FIORENTINI (2004) indica que existe, tanto na literatura brasileira como na internacional, uma dispersão semântica envolvendo termos como trabalho coletivo, trabalho colaborativo, trabalho cooperativo, pesquisa colaborativa, colegialidade artificial, pesquisa-ação, pesquisa-ação colaborativa, comunidade de prática, etc.

¹¹⁸ Internet - MAGALHÃES, L. P. (Coordenador) (2001). "Sapiens: Sistema de Apoio à Aprendizagem e Ensino". Relatório final de projeto - Projeto SAPIENS - URL: <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/documentos.html>

Na figura seguinte, adaptada a partir de FIORENTINI (2004), há um mapeamento dos múltiplos sentidos e modalidades de trabalho coletivo e suas relações com a pesquisa.

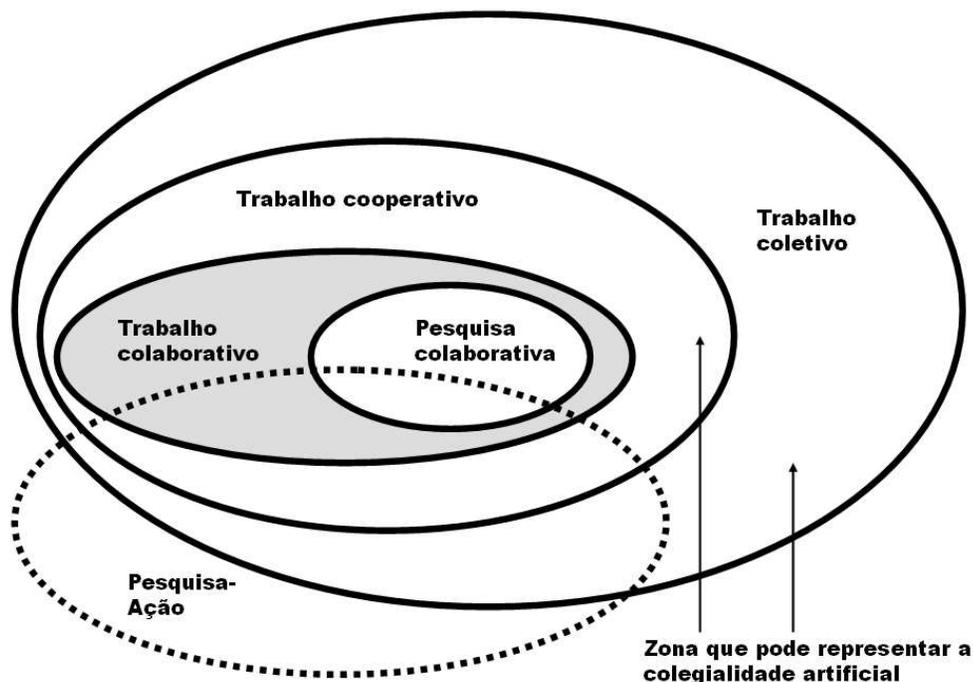


Figura 4.7 - Mapeamento dos múltiplos sentidos e modalidades de trabalho coletivo e suas relações com a pesquisa.

Como exemplos de colaboração via Internet temos, no Portal do SoftwareLivre.Gov.BR, dois subdomínios. No primeiro, "colaborar.softwarelivre.gov.br"¹¹⁹, há um ambiente apropriado para o desenvolvimento colaborativo de códigos que dispõe de ferramentas de busca, fórum de discussão, compartilhamento de documentos, controle de versão, etc. No segundo, "interagir.softwarelivre.gov.br"¹²⁰, há uma plataforma de escrita colaborativa baseada na "Web" que utiliza a tecnologia TWiki¹²¹ e que implementa um gerenciador de documentação, base de conhecimento, grupo de discussão, e espaço para o debate e desenvolvimento de projetos,

¹¹⁹ Internet - colaborar.softwarelivre.gov.br - Portal do SoftwareLivre.Gov.BR - URL: <http://colaborar.softwarelivre.gov.br/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹²⁰ Internet - interagir.softwarelivre.gov.br - Portal do SoftwareLivre.Gov.BR - URL: <http://interagir.softwarelivre.gov.br/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹²¹ Internet - TWiki Enterprise Collaboration Platform - Peter Thoeny - URL: <http://www.twiki.org/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

possibilitando que várias pessoas possam interagir criando conteúdo em formato de hipertexto na Internet de uma forma dinâmica e sem a necessidade de software especializado.

Pode-se diferenciar trabalho cooperativo de aprendizagem colaborativa (UNEP/GRID-Arendal, 2004)¹²². “Computer-Supported Cooperative Work” (CSCW) seria o trabalho cooperativo apoiado por computadores, no qual pessoas trabalham em grupo utilizando computadores em uma rede. “Computer Supported Collaborative Learning” (CSCL) seria a aprendizagem colaborativa apoiada por computadores e se trataria de uma especialização da CSCW dirigida ao uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em educação, sendo seu foco a interação entre os participantes. CSCL¹²³ é um campo genuinamente interdisciplinar que busca um melhor entendimento da aprendizagem colaborativa mediada por diferentes tecnologias computacionais.

No que se refere a tais tecnologias, MAGALHÃES (2001)¹²⁴ ressalta que *“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.”*

A aprendizagem colaborativa tem se mostrado um tema de pesquisa cada vez mais importante em várias áreas, inclusive em Educação em Engenharia. Um exemplo é a disciplina de pós-graduação intitulada “IA010 - Tecnologias para ambientes colaborativos de ensino” (RICARTE, 2002) da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Universidade Estadual de Campinas. A ementa da disciplina engloba os seguintes tópicos: requisitos funcionais e tecnológicos das aplicações colaborativas e das aplicações educacionais; plataformas computacionais para aprendizagem colaborativa; comunicação mediada por computador; arquiteturas distribuídas para disponibilização de material educacional e a “World Wide Web”; representação e manipulação de documentos hipermídia;

¹²² Internet - "E-learning: Introduction to on-line teaching & learning". United Nations Environment Programme (UNEP) - GRID-Arendal - URL: <http://www.grida.no/inf/gaunu/experim/ReadyGo/courses/E-learning/imp03/05imp03.htm> - Acesso: 20 de novembro de 2004

¹²³ Internet - CSCL 2003 - Computer-Supported Collaborative Learning Conference, Bergen, Norway, 14-18 Jun 2003. URL: <http://www.intermedia.uib.no/cscl/welcome.cscl> - Acesso: 20 de novembro de 2004

¹²⁴ Internet - MAGALHÃES, L. P. (Coordenador) (2001). "Sapiens: Sistema de Apoio à Aprendizagem e Ensino". Relatório final de projeto - Projeto SAPIENS - URL: <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/documentos.html>

e interação em realidades virtuais. As componentes da avaliação do desempenho do aluno na disciplina são bastante inovadoras: artigos de preparação para as aulas; participação e contribuição às discussões em sala de aula; relatórios das discussões em salas de aula; seminários; trabalho final; seriedade e coerência na avaliação dos pares. Ou seja: alguns dos itens são mecanismos de avaliação individual enquanto outros avaliam o trabalho de um grupo; ademais, cada um dos itens é avaliado pelo instrutor e pelos colegas da disciplina.

Dentre as muitas teorias (HSIAO, 2004) que contribuem para a compreensão da aprendizagem colaborativa apoiada por computadores, destacam-se a teoria sociocultural baseada na intersubjetividade e na zona de desenvolvimento proximal de Vigotsky e o construtivismo e aprendizagem auto-regulada de Piaget. Pretende-se que os ambientes de aprendizagem colaborativos sejam ricos em possibilidades e propiciem o crescimento do grupo (Núcleo UE/Minerva, 2004)¹²⁵. Assim, enquanto a aprendizagem tradicional vê o professor como autoridade e o aluno como “uma garrafa a encher”, a aprendizagem colaborativa vê o professor como orientador e o aluno como uma “lâmpada a iluminar”, o que caracteriza a primeira modalidade como centrada no professor, sendo reativa e passiva, e a segunda como centrada no aluno, sendo proativa e investigativa. A aprendizagem tradicional dá ênfase no produto, à memorização, à aprendizagem em solidão, enquanto a colaborativa buscar enfatizar o processo, a transformação e a aprendizagem em grupo.

Para que ocorra a aprendizagem colaborativa via “Web”, a discussão deve ser encorajada (BROOKS et al., 2001), independentemente da forma como um curso é disponibilizado. Isso permite aos alunos questionar e processar o novo conhecimento que é adquirido, além de também favorecer a troca de idéias e perspectivas sobre o significado e a futura aplicação das novas informações. Em uma sala de aula tradicional, discussões se dão principalmente pela fala enquanto que, na “Web”, discussões têm se dado predominantemente pela escrita. Na “Web”, discussões assíncronas seriam aquelas sem sincronia, como troca de mensagens em correio eletrônico (“e-mail”) ou em fóruns de discussão. Já as discussões síncronas seriam aquelas com sincronia, tal como troca de mensagens em um bate-papo (“chat”) ou videoconferência.

BROOKS et al. (2001) indicam que a colaboração entre estudantes não ocorre automaticamente mas, ainda assim, alunos valorizam e aprendem a partir das respostas de seus pares. Nesse contexto, a colaboração precisa ser projetada com algum propósito dentro das atividades e tarefas de um curso. Estratégias de projeto (design) que ofereçam retorno (“feedback”) e interações com outros alunos

¹²⁵ Internet - Computer Supported Collaborative Learning (CSCL). Núcleo UE/Minerva - Centro de Competência Nónio - Século XXI da Universidade de Évora - URL: <http://www.minerva.uevora.pt/cscl/> - Acesso: 20 de novembro de 2004

ajudarão a prevenir uma sobrecarga do instrutor em um curso. Ademais, um bom projeto de curso que garanta um alto nível de interação pode evitar a sensação de isolamento de alguns alunos. Entre as melhores práticas que visam favorecer a aprendizagem cooperativa, temos: grupos pequenos, entre dois e cinco alunos; tarefa adequada ao trabalho em grupo; interdependência positiva, com a necessária cooperação para o sucesso; atitude responsável de cada indivíduo (“individual accountability”); parte do tempo de aprendizagem dedicado à construção de competências de cooperação e de relacionamento pessoal; professor como orientador ou guia.

A aprendizagem colaborativa pode se beneficiar da utilização de mapas conceituais na representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C). CHIU et al. (2000), ao tratarem do uso de mapas conceituais na aprendizagem colaborativa e das possibilidades de interação via rede, evidenciam que atinge-se uma melhor performance do grupo caso ocorra uma maior a interação. Ressalta-se que, pela dificuldade dos alunos em utilizar teclados para enviar mensagens, devem ser buscadas outras soluções para facilitar a interação. Outra comprovação importante é a de que deve-se ensinar estratégias mais complexas de interação aos alunos para se fomentar a interação colaborativa.

FUNAOI et al. (2002) investigam a factibilidade do processo de autoria colaborativa de mapas conceituais através do uso de um software com as seguintes características: o software automaticamente salva o processo de autoria de mapas conceituais de modo que o aluno pode rever o processo desde o início a qualquer momento; o aluno pode retornar a qualquer ponto do processo de autoria de um mapa conceitual ao desfazer suas ações; o aluno pode fazer um mapa conceitual em colaboração com outros ao compartilhar a mesma tela em vários computadores conectados em uma rede. Indica-se que a possibilidade de revisar o processo de autoria de mapas assim como a possibilidade de colaborar na autoria oferece uma oportunidade de se refletir sobre a maneira de pensar de cada um dos atores envolvidos, além de também permitir examinar mais minuciosamente a interação durante a colaboração.

Ao adotar uma abordagem diferenciada, KUAN et al. (2003) descrevem um software que favorece a expressão e a discussão de idéias através de sua funcionalidade para mapeamento colaborativo de conceitos na representação do conhecimento onde um aluno pode visualizar o que outros alunos têm em mente e também pode manipular estas idéias e mostrar o que pensa destas mesmas idéias.

Ainda considerando-se a utilização de mapas conceituais na representação do conhecimento, AVOURIS et al. (2003) descrevem um ambiente que permite colaboração em tempo real na resolução

de problemas. Estuda-se o efeito de dois mecanismos alternativos de coordenação na atividade de resolução de problemas de duplas de estudantes engajados na construção de mapas conceituais. O estudo conclui que a imposição de mecanismos de coordenação explícitos fomentou a negociação entre os estudantes, o que permitiu que fossem externalizadas as suas estratégias, um fato que os levou a uma colaboração ainda maior, garantindo-se assim uma melhoria do processo de aprendizagem.

Segundo RAPOSO et al. (2000), a coordenação das interdependências entre atividades colaborativas é uma tarefa complexa e de difícil modelagem computacional. De modo a se avaliar o comportamento de um ambiente de suporte ao trabalho colaborativo antes de sua implementação, estes autores apresentam um conjunto de mecanismos de coordenação para a especificação e controle da interação entre tarefas colaborativas.

MIAO & HAAKE (2001) investigam o suporte à aprendizagem baseada em problemas, a qual promove a aprendizagem significativa e a cooperação entre estudantes. Tal investigação se dá através de um ambiente virtual de colaboração. Indica-se que, neste contexto, a tecnologia tem papel fundamental ao "diminuir" a distância entre os estudantes. Para tanto, é investigado o uso de uma ferramenta gráfica e colaborativa de representação do conhecimento que pode auxiliar os grupos a construir conhecimento compartilhado em um processo de aprendizagem baseada em problemas. Tal proposta se viabiliza pelo uso de tecnologia hipermídia cooperativa para representar tanto os espaços de aprendizagem compartilhados como os espaços de informação compartilhados enquanto hiperdocumentos compartilhados.

Deve-se buscar a aprendizagem ativa (BROOKS et al., 2001) e centrada no aluno com materiais que motivem os alunos a responder, a fazer escolhas, a realizar, a organizar e a pensar profundamente. Assim, serão alcançados resultados melhores que aqueles advindos de materiais pouco interativos onde os alunos apenas lêem e ouvem de modo passivo, sem colaborar entre si.

De acordo com JEGAN & ESWARAN (2004), a principal atividade em aprendizagem eletrônica ("e-learning") é o desenvolvimento de conteúdo. O projeto de conteúdo com boa interatividade é essencial para a eficiência do ensino e da aprendizagem. O desenvolvimento de conteúdo interativo não é uma tarefa fácil para professores sem conhecimentos técnicos e por isso pode requerer o trabalho colaborativo entre especialistas de vários campos.

Tendo como objetivo o desenvolvimento de um ambiente colaborativo de apoio à aprendizagem integrando novas abordagens tecnológicas e pedagógicas, desenvolveu-se o projeto Sapiens

(MAGALHÃES, 2001)¹²⁶. Tal projeto envolveu tanto a FEEC como outras faculdades da UNICAMP; envolveu ainda várias outras instituições brasileiras. Buscava-se alcançar os seguintes três objetivos fundamentais: (1) propor um arcabouço para sistemas de aprendizagem apoiados em ferramentas computacionais; (2) considerar 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; (3) desenvolver ambientes de testes que englobassem testes de caráter pedagógico e computacionais. Buscava-se ainda o desenvolvimento de um grupo multidisciplinar de pesquisadores que construísse uma forma e uma linguagem de trabalho cooperativa.

No Brasil, especialistas de vários campos vêm trabalhando em conjunto atualmente na busca de inovações em Educação a Distância. O Programa Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada (TIDIA)¹²⁷ é um programa de pesquisa e desenvolvimento nas diversas facetas da tecnologia de informação, telecomunicações e redes de computadores associadas com a Internet avançada e busca mobilizar o ambiente acadêmico, empresas e governo em projetos cooperativos. No que se refere à Aprendizagem Eletrônica, o Programa TIDIA inclui o TIDIA-Ae¹²⁸, projeto que objetiva pesquisar e desenvolver tecnologias voltadas para especificação, projeto e implementação de ferramentas aplicáveis à área de Educação a Distância. Pretende-se desenvolver soluções flexíveis em uma arquitetura baseada em componentes que tenham grande impacto social a um baixo custo; isso se viabilizaria com a utilização de plataformas livres. Dentre os laboratórios participantes do Projeto TIDIA-Ae, temos o E-labora¹²⁹ da UNICAMP, o qual conta com a Profa. Dra. H. V. Rocha, responsável pelo premiado projeto TelEduc, como principal investigadora.

Textos são fundamentais quando se dá o uso do TelEduc. Exemplos de ferramentas de comunicação assíncrona no TelEduc que se utilizam de texto seriam "Correio", "Fóruns de Discussão", "Mural" e "Diário de Bordo". No caso de ferramentas síncronas que se utilizam de texto, teríamos o "Bate-Papo". Este ambiente não permite interação por videoconferência. Assim, se é verdade que ambientes como o TelEduc ainda enfatizam a interação por textos, o que leva professores a buscar lidar com a suposta dificuldade dos alunos em utilizar teclados para enviar mensagens (CHIU et al., 2000),

¹²⁶ Internet - MAGALHÃES, L. P. (Coordenador) (2001). "Sapiens: Sistema de Apoio à Aprendizagem e Ensino". Relatório final de projeto - Projeto SAPIENS - URL: <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/documentos.html>

¹²⁷ Internet - Programa TIDIA (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada) - FAPESP - URL: <http://www.tidia.fapesp.br/> - Acesso: 21 de novembro de 2004

¹²⁸ Internet - Projeto de Aprendizagem Eletrônica (TIDIA-Ae) - Programa TIDIA (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada) - FAPESP - URL: <http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/portal> - Acesso: 21 de novembro de 2004

também é verdade que projetos como o TIDIA-Ae devem em breve favorecer o aparecimento de diferentes soluções para potencializar a interação em ambientes que buscam a aprendizagem colaborativa.

Conforme indicam LI & BRATT (2004), a teoria da atividade pode ser útil como uma ferramenta para se analisar a aprendizagem assíncrona via rede, a qual é vista como a modalidade mais comum de comunicação em cursos "online". Contudo, para que essa modalidade de comunicação seja efetiva ao invés de apenas sobrecarregar alunos e professores, faz-se necessário analisá-la com o intuito de se definir uma metodologia geral que sirva de guia.

A teoria da atividade (NARDI, 1996) busca caracterizar toda atividade humana que tenha como propósito a interação de certos elementos: sujeito, ferramentas, objeto (ou objetivo), comunidade, regras e divisão do trabalho entre sujeitos. A figura seguinte, adaptada de NARDI (1996), ilustra a formulação dos complexos relacionamentos entre os elementos em uma atividade, de acordo com COLE & ENGESTROM (1993):

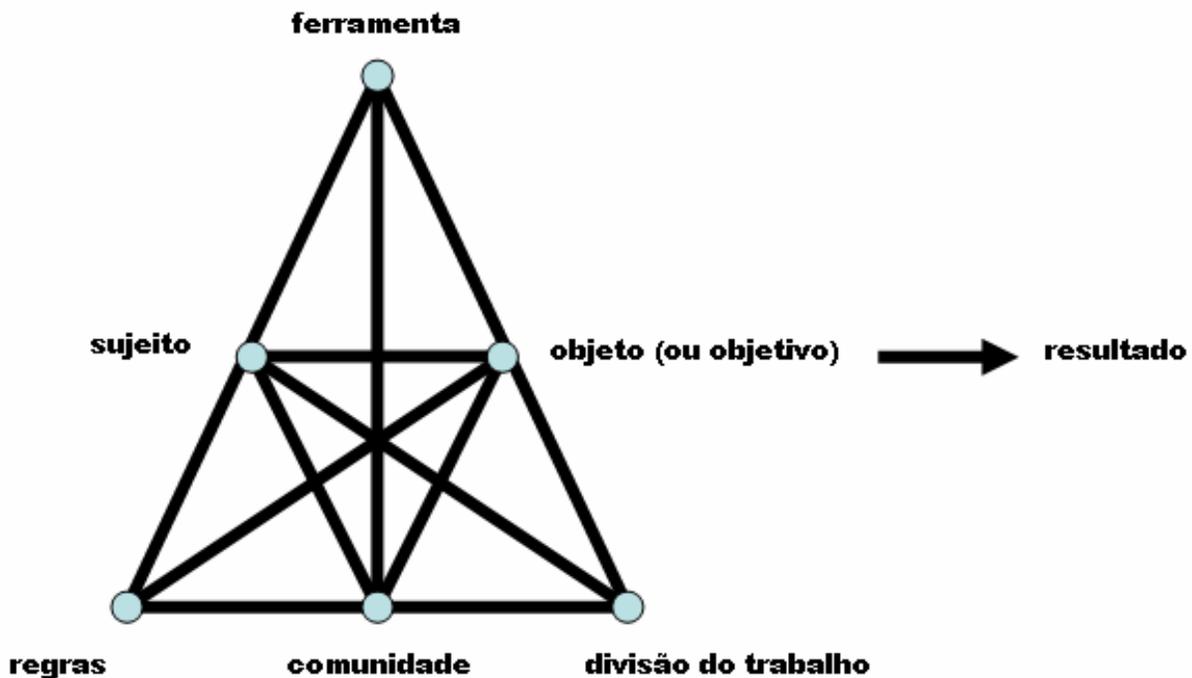


Figura 4.8 - Formulação dos complexos relacionamentos entre os elementos em uma atividade.

¹²⁹ Internet - E-labora-UNICAMP - Programa TIDIA (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada) - FAPESP - URL: http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/portal/HV.laboratorios/e-labora-unicamp/short_communication_e-Labora-1.doc - Acesso: 21 de novembro de 2004

Dada a natureza bidirecional da mediação (NARDI, 1996), as ferramentas, regras da comunidade e a divisão do trabalho dentro da comunidade irão afetar os processos mentais que se desenvolvem no indivíduo, fato que pode fornecer uma possível explicação de porque a introdução de novas tecnologias na educação tem o potencial de reformar o sistema educacional. Ou seja: a introdução de novas ferramentas afeta os tipos de processos sociais e individuais que se desenvolvem e, do mesmo modo, os processos sociais existentes na comunidade e os processos mentais dos indivíduos afetam como uma ferramenta será utilizada.

Utilizando-se este modelo para analisar a aprendizagem assíncrona via rede, os elementos seriam os seguintes, segundo LI & BRATT (2004):

- Sujeito: aluno ou professor, cujo ponto de vista é considerado na análise da atividade.
- Objeto (ou objetivo): aquisição de conhecimentos ou competências, finalização de projeto e resolução de problemas; ou seja, é o foco da atividade dentro do sistema.
- Comunidade: comunidade virtual “online”; ou seja, uma ou mais pessoas que compartilham do objetivo com o sujeito.
- Ferramentas: computadores em rede, software para conferência e Internet; ou seja, são os artefatos mediadores internos ou externos que contribuem para que os resultados da atividade sejam atingidos.
- Regras: critérios de avaliação, datas limites (“deadlines”) e regras para publicação de mensagens; ou seja, são as regras que regulam as ações e interações dentro do sistema relativo a uma certa atividade.
- Divisão do trabalho: moderador (“moderator”), iniciador (“initiator”), seguidor (“follower”), finalizador (“concluder”) e facilitador (“facilitator”); ou seja, discute como tarefas são divididas horizontalmente entre os membros da comunidade assim como também se refere a qualquer divisão vertical de poder e “status”.

LI & BRATT (2004) sugerem algumas estratégias de projeto (“design”) para que se favoreça a aprendizagem assíncrona via rede: (1) Oferecer suficiente treinamento logo no início; (2) Oferecer suporte técnico durante todo o processo; (3) Oferecer instruções claras sobre como deve ocorrer a

interação entre os estudantes, sobre os critérios de avaliação para a determinação das notas e sobre a data limite para que se publique uma mensagem em uma discussão; (4) Encorajar a cooperação entre os estudantes; (5) Designar os papéis de cada um; (6) Oferecer retorno (“feedback”); (7) Lembrar os alunos sobre as datas limites que se aproximam; (8) Oferecer um sumário das discussões ao final.

O objetivo (ou objeto) do sistema educacional é a aprendizagem; este objetivo é, atualmente, mediado por múltiplas ferramentas, tais como livros, canetas e papel, linguagem, tvs, rádios, computadores, entre outros. Neste contexto, o efeito de uma nova tecnologia como o computador na educação deve ser analisado considerando-se também a comunidade, as regras implícitas e explícitas desta comunidade e a divisão do trabalho, divisão esta que reflete os diferentes papéis ocupados pelos indivíduos dentro do sistema em consideração (NARDI, 1996).

Dentre as implicações (NARDI, 1996) da teoria da atividade para o processo de projeto (“design”), se torna claro que a tecnologia não pode ser projetada sem que se considere a comunidade, as regras e a divisão do trabalho onde tal tecnologia será utilizada. Nessa perspectiva, os usuários finais para os quais a tecnologia está sendo desenvolvida devem estar envolvidos no processo de desenvolvimento, em uma abordagem interativa. Uma abordagem possível seria a de se estudar em um primeiro momento o protótipo inicial em situações realistas de modo a se descobrir o que há de bom e o que há de ruim sobre o referido protótipo com respeito aos seus objetivos de projeto iniciais. Tal informação é então utilizada para a realização de alterações no projeto inicial, envolvendo-se aí pesquisadores, professores, estudantes, colaboradores, etc. de modo que, juntos, pensem e projetem tanto a tecnologia como a situação na qual a tecnologia será efetivamente utilizada.

Um exemplo de desenvolvimento que levou em consideração a comunidade de usuários é o projeto TelEduc¹³⁰:

“O TelEduc foi desenvolvido de forma participativa, ou seja, todas as suas ferramentas foram idealizadas, projetadas e depuradas segundo necessidades relatadas por seus usuários. Com isso, ele apresenta características que o diferenciam dos demais ambientes para educação a distância disponíveis no mercado, como a facilidade de uso por pessoas não especialistas em computação, a flexibilidade quanto a como usá-lo, e um conjunto enxuto de funcionalidades.”

¹³⁰ Internet - TelEduc - Núcleo de Informática Aplicada a Educação (NIED) - URL: <http://teleduc.nied.unicamp.br/~teleduc/>
- Acesso: 20 de Dezembro de 2003

No contexto desta pesquisa, diferentes estudos de caso permitiram envolver a comunidade de usuários no desenvolvimento de um aplicativo útil à Educação em Engenharia e à Educação de um modo geral.

Capítulo 5

Software Educacional

Esta pesquisa trata, em parte, do desenvolvimento de um aplicativo de autoria de hipertexto que se utiliza de diagramas durante a modelagem. Neste capítulo, são considerados alguns tipos de software educacional de importância para Educação em Engenharia no contexto deste trabalho, o que inclui aplicativos de autoria de hipertexto para Internet, ambientes de ensino via Internet e aplicativos para representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C) na forma de diagramas. Considerando-se que é de importância para a área educacional que se considerem inclusive soluções de menor custo, são considerados não apenas softwares proprietários bastante conhecidos mas também softwares livres e/ou gratuitos.

Assim, o capítulo buscar evidenciar características pedagógicas e computacionais de alguns tipos de software educacional com o objetivo principal de levantar possíveis elementos que possam ser considerados no processo de desenvolvimento e avaliação do aplicativo de autoria que é objeto desta pesquisa.

5.1 Autoria

Autoria é o termo utilizado para elaboração de páginas para Internet, multimídia interativa e qualquer forma de aprendizagem mediada por computador. Aplicativos de autoria são especificamente projetados para estas tarefas, além de serem específicos para alguma área e terem interface de fácil utilização, de modo a aumentar a produtividade e a facilidade de uso.

Hipertexto é um texto estruturado de forma não-linear e encadeado através de "links" (ligações). A seguir, trata-se brevemente do Microsoft Office, do OpenOffice e do Macromedia Dreamweaver, os quais geram hipertexto.

Um processador ou editor de textos é um programa aplicativo para a manipulação de documentos de texto. Todos os processadores de textos oferecem recursos de formatação de

documentos, como mudança de fontes, "layout" de páginas, indentação de parágrafos, etc. Além de permitir aos seus usuários "salvar" (ou gravar) um arquivo em diferentes formatos, como TXT para texto puro, RTF para uma formatação de texto que vá além de um texto puro e inclua figuras, e HTML, para que o texto seja gravado em um formato mais compatível com a Internet: o hipertexto. Isso permite que um usuário gere hipertexto de forma bastante simples: basta escrever um texto seguindo os procedimentos normais, colocar "links" (ligações) para outras páginas ou arquivos e salvar como "página Web" (HTML) para que o texto (ou, nesse caso, hipertexto) seja disponibilizado diretamente na Internet e seja lido por qualquer navegador simples que interprete as marcações do HTML.

Alguns processadores de textos mais avançados, como o Microsoft Word, também verificam a ortografia, localizam sinônimos, incorporam gráficos criados com outros programas, alinham corretamente fórmulas matemáticas, geram e imprimem cartas padronizadas, fazem cálculos, apresentam documentos em diversas janelas e permitem que os usuários registrem macros para simplificar operações difíceis ou repetitivas.

O Microsoft Word faz parte do pacote conhecido como Microsoft Office¹³¹; este pacote é um conjunto de aplicativos que simplifica a forma como as pessoas trabalham com informações e entre si, facilitando a criação, compartilhamento e análise de dados. Além dos programas básicos utilizados pela maioria das pessoas, como o editor de textos Word, a planilha eletrônica Excel e o editor de apresentações PowerPoint, este pacote também inclui o Access, um aplicativo para armazenar, acessar e analisar dados. O Microsoft Word é um software proprietário e seu custo muitas vezes inviabiliza a sua aquisição por instituições de ensino. Nesse sentido, tem grande importância a utilização de soluções alternativas que sejam de certo modo equivalentes, como o editor de textos do pacote gratuito OpenOffice, descrito a seguir.

O pacote OpenOffice¹³² é uma alternativa gratuita ao pacote Microsoft Office. Atualmente, a UNICAMP, por exemplo, conta com mais de quatro mil computadores de uso pessoal para atividades administrativas o que requer uma grande quantidade de licenças de software proprietário (uma licença por máquina por software, em geral), o que gera altos custos para essa instituição. Devido a isso, soluções baseadas em software livre e aberto vêm sendo consideradas. Um exemplo é o projeto OpenOffice, direcionado a todos os que utilizam o pacote Office da Microsoft na instituição. Este projeto conta com um "site", o qual tem por objetivo proporcionar uma visão geral do OpenOffice, que

¹³¹ Internet - Microsoft Office - URL: <http://office.microsoft.com/> - Acesso: 25 de Fevereiro de 2004

¹³² Internet - Projeto OpenOffice - UNICAMP - URL: <http://www.openoffice.unicamp.br/> - Acesso: 25 de Fevereiro de 2004

nada mais é que um pacote de aplicativos gratuito de uso geral em escritório, ao oferecer informações úteis para sua instalação e utilização. No “site” citado, lê-se:

“Empresas produtoras de software proprietário com uma base grande de usuários costumam planejar a obsolescência de seus produtos para aumentarem as suas vendas. Tal obsolescência é induzida, em geral, por formatos proprietários que variam entre versões e não mantém uma compatibilidade com formatos anteriormente adotados. Além da obsolescência planejada ocorre um outro fenômeno negativo que demanda ‘escavações arqueológicas digitais’. Documentos e arquivos produzidos há alguns anos em versões bem mais antigas não podem ser lidos nas versões mais novas. Apesar de se ter informação digitalizada, ela fica inacessível para todos que não dispõem das cópias das versões mais antigas (peças de museu). Os fenômenos descritos acima causados por software proprietário não ocorrem com software de código aberto.”

A organização OpenOffice.org está no momento desenvolvendo um projeto que visa permitir que documentos do OpenOffice sejam editados em pequenos aparelhos sem perda das opções de formatação original que não sejam suportadas no aparelho em questão. Com isso, um arquivo feito em um computador de mesa tradicional pode ser editado em um pequeno aparelho tal como um computador de mão, mesmo que este aparelho não disponha de tantos recursos, para depois ser exportado de volta para o computador original. Esse tipo de aplicação tem grande importância na área educacional pois é de se esperar que em breve alunos e professores utilizem aparelhos de dimensões menores que um computador de mesa tradicional para fazer anotações em sala de aula, por exemplo. As conversões neste caso são viabilizadas pela utilização da linguagem XML através do “OpenOffice.org XML document format”¹³³. Um comitê da OASIS¹³⁴ busca criar um formato de arquivos XML aberto para documentos de escritório que utilize o formato OpenOffice.org como base.

O Dreamweaver MX 2004¹³⁵ é um ambiente visual voltado à criação de páginas para Internet tendo como foco principal usuários profissionais especializados em “Web”. No caso da utilização do mesmo por usuários que não sejam profissionais especializados, como docentes, pode haver a necessidade de treinamentos muitas vezes custosos. Assim, por mais que este software tenha como

¹³³ Internet - OpenOffice.org XML document format - OpenOffice.org - URL: <http://xml.openoffice.org/> - Acesso: 25 de Fevereiro de 2004

¹³⁴ Internet - OASIS Open Office XML Format Technical Committee - OASIS - URL: <http://www.oasis-open.org/committees/office/> - Acesso: 25 de Fevereiro de 2004

grande vantagem a enorme quantidade de recursos, pode apresentar como desvantagem o seu custo que, de modo geral, pode ser proibitivamente elevado para a maioria das instituições de ensino brasileiras.

Conforme já se detalhou anteriormente, a linguagem de formatação (ou marcação) de hipertexto (HTML) é a linguagem utilizada para criação das páginas na Internet. CSS¹³⁶ são folhas de estilo em cascata; essa é uma tecnologia "Web" que agrega funções de estilo e formatação ao HTML e está presente no Dreamweaver. O software permite o desenvolvimento de páginas em XHTML, XML, ASP, ASP.NET, JSP e PHP, além de "Macromedia ColdFusion". O software ainda permite que se copie e cole documentos a partir do Microsoft Word e do Microsoft Excel com a preservação da formatação (fontes, cores, estilos CSS, etc.). Em resumo, pode-se dizer que o software apresenta inúmeros recursos que permitem uma alta qualidade de desenvolvimento por profissionais da área mas que, exatamente por isso, demandariam treinamentos de docentes caso estes pretendessem utilizá-lo na preparação de aulas para Internet. Questões sobre as vantagens e desvantagens da utilização de ferramentas profissionais por docentes são relevantes, como mostra uma recente pesquisa de PIVA JR. et al. (2003) realizada com professores de engenharia da UNICAMP. Esta pesquisa destaca a falta de habilidades técnicas no uso de tecnologias e limitações impostas por tais tecnologias como sendo um dos dois principais obstáculos encontrados na utilização de computadores no processo educacional. Nesse sentido, pode-se inferir que a maioria dos docentes, caso tivessem que desenvolver uma aula para a Internet, optaria por utilizar software com menos recursos caso trabalhassem sem o apoio de uma equipe.

O objetivo da linguagem MathML (AMORIM, 2003^B) é o de permitir que a matemática seja importada, exportada e processada com a mesma facilidade com que se processam textos em páginas HTML. Tal linguagem tem grande importância na área de Educação em Engenharia pois permite que se utilize a Internet para publicar material científico com mais facilidade.

Para se saber quando um determinado navegador ("browser") para Internet é compatível com MathML, há vários métodos; um deles consiste, simplesmente, em visitar uma página da Internet que utilize MathML¹³⁷.

¹³⁵ Internet - Dreamweaver MX 2004 - Macromedia - URL: <http://www.macromedia.com/software/dreamweaver/> - Access: February 25, 2004

¹³⁶ Internet - Mini Curso Virtual CSS ("Cascading Styles Sheets") - Equipe de Educação a Distância - Centro de Computação - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.ead.unicamp.br/minicurso/css/texto/apresentacao.html> - Acesso: 25 de fevereiro de 2004

¹³⁷ Internet - Página de teste para compatibilidade de navegador com MathML - URL: <http://www.w3.org/Math/XSL/pmathml2.xml> - Acesso: 25 de fevereiro de 2004

Para se editar conteúdo em MathML, faz-se necessário um editor. Atualmente, já existem inúmeros editores¹³⁸; são diferentes implementações com diferentes focos. Um dos editores de MathML já disponíveis gratuitamente é aquele desenvolvido pela OpenOffice.org¹³⁹ o qual possui um editor de equações que pode exportar fórmulas em MathML 1.01 e é independente de plataforma. Neste caso, equações podem ser inseridas por uma interface visual, por exemplo.

Um outro editor de MathML é chamado Hermes¹⁴⁰; o foco deste software livre é a conversão de documentos em LaTeX¹⁴¹ para MathML. Documentos em LaTeX são muito utilizados na área acadêmica, em especial em Matemática e em Engenharia, quando o conteúdo tem grande quantidade de símbolos matemáticos de difícil representação em editores de texto tradicionais.

Com a versão cinco do editor de MathML chamado "MacKichan Scientific WorkPlace"¹⁴², é possível criar e editar textos científicos e conteúdo matemático de modo integrado, em um mesmo ambiente. É possível, ainda, exportar documentos como HTML ainda que contenham MathML. Por certo, a grande desvantagem desse software proprietário é o seu preço, quase proibitivo para instituições da área educacional no Brasil.

Não foram encontrados editores de MathML gratuitos com interface em Português (AMORIM, 2003^B) mas já existem pesquisas brasileiras que tratam da autoria de conteúdo matemático em hipertexto, como o ENSINET (SOUZA et al., 2004), que inclui funções que permitem a visualização de fórmulas matemáticas baseadas na sintaxe Latex.

5.2 Ensino via Internet

Discutiu-se anteriormente a importância da Educação a Distância e do uso da Internet no suporte à mesma. De modo a viabilizar tal uso, ambientes específicos devem ser desenvolvidos (ROMANI, 2000).

¹³⁸ Internet - Editores de MathML - The World Wide Web Consortium (W3C) - URL:

<http://www.w3.org/Math/implementations.html> - Acesso: 25 de fevereiro de 2004

¹³⁹ Internet - OpenOffice - Centro de Computação - UNICAMP - URL: <http://www.openoffice.unicamp.br/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004

¹⁴⁰ Internet - Hermes MathML Editor - Romeo Anghelache - Max Planck Institute for Gravitational Physics - URL: <http://psyx.org/hermes/> - Acesso: 25 de fevereiro de 2004

¹⁴¹ Internet - LaTeX - The LaTeX3 Project - URL: <http://www.latex-project.org/> - Acesso: 25 de fevereiro de 2004

¹⁴² Internet - Scientific WorkPlace - MacKichan Software - URL: <http://www.mackichan.com/> - Access: February 25, 2004

Os ambientes de ensino via Internet permitem a criação, participação e administração de cursos na "Web". Ao se proceder uma análise de tais ambientes, percebe-se que quase sempre tais ambientes compartilham de funcionalidades muito semelhantes e que poucas vezes se evidencia uma estratégia pedagógica específica, o que inclusive permite aos docentes utilizá-los com maior liberdade. Alguns ambientes de ensino via Internet são descritos a seguir.

5.2.1 e-Proinfo

Instituído em 1997, o ProInfo é um programa educacional que visa à introdução das Tecnologias de Informação e Comunicação na escola pública e já chegou a mais de quatro mil escolas do país, onde estão instalados mais de 50 mil computadores. O e-ProInfo¹⁴³ foi desenvolvido no Centro de Experimentação em Tecnologia Educacional da Secretaria de Educação à Distância do Ministério da Educação; seu foco está na divulgação de conhecimentos e na facilitação do processo de ensino e aprendizagem via Internet. O e-ProInfo permite que orientadores e participantes possam enviar documentos próprios, desde simples textos até projetos completos, que ficam armazenados nos computadores servidores e podem ser exibidos como documentos eletrônicos ou páginas da "Web" aos demais participantes. Do ponto de vista do formador ou instrutor, o e-ProInfo permite, por exemplo, estruturar e gerenciar cursos compostos por módulos, atividades, materiais e recursos de interatividade. Do ponto de vista do participante, o e-ProInfo permite, por exemplo, a participação em diversas atividades interativas, como fóruns de discussão e vídeo-conferência; permite-se ainda o recebimento e envio de materiais e documentos eletrônicos para o ambiente além do desenvolvimento de projetos em formato de páginas "Web" com hospedagem no próprio ambiente.

Para que uma pessoa possa participar do Ambiente Virtual de Aprendizagem do e-ProInfo ela deve inscrever-se em algum curso. No e-ProInfo, um módulo é uma unidade de ensino-aprendizagem criada pelo coordenador do curso que contém o conteúdo e as atividades que devem ser desenvolvidas pelos participantes; um curso pode ter inúmeros módulos. No e-ProInfo, os perfis básicos sugeridos são os seguintes: administrador geral, administrador de entidade, coordenador de curso, professor responsável, professor (ou instrutor), monitor (ou assistente) e aluno (ou participante).

¹⁴³ Internet - e-ProInfo - Centro de Experimentação em Tecnologia Educacional - Secretaria de Educação à Distância - Ministério da Educação - Brasil - URL: <http://eproinfo.proinfo.mec.gov.br/> - Acesso: 25 de fevereiro de 2004

O suporte ao andamento de um curso é garantido pelas ferramentas de apoio: “Notícias”, “Avisos”, “Tira-dúvidas”, “Agenda”, “Anotações”, “Diário”, “Referências” e “Estatísticas”. As ferramentas de interação permitem o relacionamento entre os participantes: “Chat”, “Fórum”, “Fórum do Orientador” e “Email”. As ferramentas destinadas a agrupar os materiais de apoio ao aprendizado que serão disponibilizados ou produzidos durante o curso são as seguintes: “Conteúdo”, “Atividades”, “Material do Aluno”, “Material do Professor”, “Cadastro”, “Gerenciador”, “Pesquisa por Aluno” e “Pesquisa Geral”.

5.2.2 WebCT

A empresa responsável pelo ambiente WebCT¹⁴⁴ é possivelmente a líder mundial no oferecimento de soluções de aprendizagem eletrônica ("e-Learning") para a educação superior. O ambiente "WebCT Campus Edition", por exemplo, é o sistema líder mundialmente na área de gerenciamento de cursos "online". São oferecidos "plug-ins" para doze línguas, incluindo-se aí o Português.

Há grande preocupação com a adequação a padrões que buscam interoperabilidade como, por exemplo, SCORM, J2EE, OKI, MathML e HTML. Por certo, trata-se de um dos melhores ambientes de ensino via Internet disponíveis mas a sua utilização em instituições da área de educação no Brasil, em especial instituições públicas, dificilmente será disseminada a curto prazo dado o alto custo das licenças de utilização do ambiente. Ainda assim, conforme indicam os trabalhos de GUERRA (2000) e SOUZA (2001), há algumas instituições públicas que investigam seu uso em Educação em Engenharia.

5.2.3 LON-CAPA

O LON-CAPA¹⁴⁵ ("Learning Online Network with a Computer Assisted Personalized Approach") é um software livre para o sistema operacional Linux com interface em Inglês. O ambiente

¹⁴⁴ Internet - WebCT - WebCT, Inc. - URL: <http://www.webct.com/> - Acesso: 25 de fevereiro de 2004

¹⁴⁵ Internet - Learning Online Network with a Computer Assisted Personalized Approach (LON-CAPA) - Laboratory for Instructional Technology in Education and the Office of Medical Education Research and Development - Michigan State University - URL: <http://www.lon-capa.org> - Access: February 25, 2004

permite três tipos de recursos (MENEGHEL, 2003) para organização de um curso: páginas de conteúdo em HTML, problemas com respostas armazenadas no sistema e mapas de dois tipos para construir a estrutura de apresentação do curso aos alunos, de modo a facilitar a navegação das páginas HTML. Trata-se, portanto, de um sistema integrado para aprendizagem e avaliação "online".

5.2.4 LARCWEB

O ambiente LARCWEB¹⁴⁶, desenvolvido na Universidade de São Paulo, baseia-se na suposição de que a maioria das ferramentas que se encontram disponíveis para a elaboração, distribuição, controle e manutenção de cursos a distância não foram projetadas seguindo uma estratégia pedagógica específica. Supõe-se, portanto, que elas fornecem um serviço genérico de apoio ao processo de elaboração de material didático. O ambiente LARCWEB seria portanto baseado em uma metodologia educacional que possibilitaria a transmissão de aspectos conceituais e procedimentais do conhecimento, permitindo-se inserir as avaliações da aprendizagem e sua conseqüente realimentação com conteúdo didático organizado em unidades multimídia de conhecimento.

As unidades de aprendizagem estão descritas através de conceitos elementares, exercícios e problemas relacionados com os conceitos, procedimentos, exemplos, etc. O ambiente encontra-se em fase final de desenvolvimento e é composto por páginas HTML estruturadas em conjuntos de "frames" com funções desenvolvidas em JavaScript. O ambiente não é um editor das partes do curso; na verdade, permite inserir o conteúdo de cada parte a qual estará formando o curso resultante. Uma ordem seqüencial dessas partes pode ser definida e cada uma das partes deve ser criada anteriormente em qualquer editor de textos ou de conteúdo multimídia.

¹⁴⁶ Internet - Luisa Aleyda Garcia González & Wilson Vicente Ruggiero & Francisco Eneas da Cunha Lemos. "Ferramenta de Apoio na Organização e Preparação de Cursos a Distância". Relatórios Técnicos de "redes e sistemas distribuídos" do Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores da Universidade de São Paulo (USP). URL: http://caja.larc.usp.br/bv/upload_RMAV/Artigo/LUISA_ABED.pdf ou URL: http://www.larc.usp.br/conteudo/servicos/fr_servicos.htm - Acesso: 22 de Janeiro de 2004

5.2.5 TelEduc

O ambiente TelEduc¹⁴⁷ é um software livre e permite a criação, participação e administração de cursos na "Web". Este ambiente tem sido amplamente divulgado e seu uso tem crescido nos cursos da UNICAMP em diferentes projetos, com boa aceitação da comunidade.

O ambiente possui um esquema de autenticação de acesso aos cursos e inúmeros recursos (ou ferramentas). Os recursos do ambiente estão distribuídos de acordo com o perfil de seus usuários: alunos e formadores (ou professores). Entre os recursos disponíveis tanto para alunos como para formadores, destacam-se os seguintes:

- "Dinâmica do Curso", que contém informações sobre a metodologia e a organização do curso.
- "Atividades", que apresenta as atividades a serem realizadas durante o curso.
- "Material de Apoio", que apresenta informações úteis relacionadas à temática do curso, subsidiando o desenvolvimento das atividades propostas.
- "Leituras", que apresenta artigos relacionados à temática do curso e algumas sugestões de revistas, jornais, endereços na "Web", etc.
- "Perguntas Frequentes", que contém a relação das perguntas realizadas com maior frequência durante o curso e suas respectivas respostas.
- "Correio", que é um sistema de correio eletrônico que é interno ao ambiente.
- "Grupos", que permite a criação de grupos de pessoas para facilitar a distribuição de tarefas.
- "Portfólio", ferramenta onde os participantes do curso podem armazenar textos e arquivos a serem utilizados ou desenvolvidos durante o curso, bem como endereços da Internet; esses dados podem ser particulares ou compartilhados; se compartilhados, podem receber comentários.

¹⁴⁷ Internet - TelEduc - Núcleo de Informática Aplicada a Educação (NIED) - URL: <http://teleduc.nied.unicamp.br/~teleduc/>
- Acesso: 20 de Dezembro de 2003

Os recursos disponíveis apenas para formadores são vários; destacam-se os seguintes: "Intermap", que permite aos formadores visualizar a interação dos participantes do curso; "Administração", que permite aos formadores disponibilizar materiais nas diversas ferramentas do ambiente, bem como configurar opções em algumas delas; permite também gerenciar as pessoas que participam do curso; e "Suporte", que permite aos formadores entrar em contato com o administrador do TelEduc através de "e-mail".

O TelEduc vem sendo agora utilizado experimentalmente como um recurso complementar no ensino presencial (AMORIM & ARMENTANO & MISKULIN & MISKULIN, 2005); tal uso vem sendo bem sucedido até mesmo com o público infantil (MISKULIN & AMORIM & SILVA, 2005).

A existência do TelEduc permitiu, inclusive, que surgisse o projeto "Ensino Aberto" (MURARI & AMORIM, 2004). O "Ensino Aberto" é um ambiente de apoio ao ensino e à aprendizagem disponível para as disciplinas de graduação da UNICAMP. Aqueles que participam do projeto "Ensino Aberto" podem, por exemplo, utilizar o Rau-Tu¹⁴⁸ para obter parte do suporte necessário à utilização do ambiente. O Rau-Tu é um sistema de perguntas e respostas desenvolvido inicialmente pelo Instituto Vale do Futuro¹⁴⁹ em parceria com o Centro de Computação¹⁵⁰ da UNICAMP e possibilita que colaboradores possam responder perguntas formuladas por visitantes do "Web site". Antes de formular uma pergunta, o usuário do Rau-Tu faz uma busca no repositório do tópico e verifica se ela já não foi respondida em outro momento.

O ambiente TelEduc foi desenvolvido com foco no oferecimento de cursos a distância (AMORIM & PIRES & ROPOLI & RODRIGUES, 2004) para adultos mas também pode ser utilizado com crianças e adolescentes (MISKULIN & AMORIM & SILVA, 2005), inclusive em situações de aprendizagem semi-presencial ou totalmente presencial (AMORIM & ARMENTANO & MISKULIN & MISKULIN, 2005). Diferentes usos deste ambiente ocorreram antes e durante o desenvolvimento desta pesquisa de mestrado, mas não são detalhados neste texto; entretanto, tais usos permitiram evidenciar qualidades e deficiências que inclusive levaram a propostas de novas funcionalidades que poderiam ser viabilizadas na forma de novas ferramentas. No decorrer deste trabalho, e em especial no capítulo final, que trata de propostas de trabalhos futuros, diferentes discussões voltam a referenciar tal software.

¹⁴⁸ Internet - Rau-Tu - Sistema Colaborativo de Perguntas e Respostas - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.rau-tu.unicamp.br/> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

¹⁴⁹ Internet - Instituto Vale do Futuro - URL: <http://www.valedofuturo.unicamp.br/> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

¹⁵⁰ Internet - Centro de Computação - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.ccuec.unicamp.br/> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003

5.3 Representação do Conhecimento

FREITAS et al. (2001), acreditam que a sobrecarga de informações é uma das principais preocupações na representação de resultados obtidos através mecanismos de recuperação de informações e que tais dificuldades podem ser contornadas utilizando-se técnicas de visualização de informações. Com tais técnicas, o usuário poderia obter uma representação visual que abstrairia detalhes do conjunto de informações e propiciaria uma organização desse conjunto segundo algum critério. Nesta perspectiva, a visualização de informações, hoje fundamental na representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C), seria uma área de aplicação de técnicas de computação gráfica com o potencial de auxiliar o processo de análise e compreensão de um conjunto de dados através de representações gráficas manipuláveis pelo usuário. No que se refere à melhor forma de mapear informações para uma representação gráfica, indicam que:

“... as técnicas de visualização de informações procuram representar graficamente dados de um determinado domínio de aplicação de modo que a representação visual gerada explore a capacidade de percepção do homem e este, a partir das relações espaciais exibidas, interprete e compreenda as informações apresentadas e, finalmente, deduza novos conhecimentos. Assim, no desenvolvimento de sistemas de visualização os projetistas devem considerar tanto a melhor forma de mapear informações para uma representação gráfica que facilite a sua interpretação pelos usuários, como fornecer meios que permitam limitar a quantidade de informações que estes recebem, mantendo-os, ao mesmo tempo, ‘cientes’ do espaço total de informação. É também necessário possibilitar formas de manipulação do conjunto de dados, tanto geométrica (rotações e zoom na representação gráfica, por exemplo) como analiticamente (redução ou expansão do conjunto de dados exibido de acordo com algum critério determinado pelo usuário).”

ROMANI (2000) indica que cada uma das ações envolvidas na cristalização do conhecimento tem um custo associado e que tais custos são afetados por fatores como representação da informação, operações disponíveis para agir sobre tal informação, recursos que afetam representações e operações, e a frequência da necessidade dessas operações. Nessa perspectiva, ao citar CARD et al. (1999),

salienta que a visualização pode ampliar a cognição de várias maneiras: ao aumentar os recursos de processamento e memória disponíveis aos usuários; ao reduzir a busca por informação; ao utilizar as representações visuais para realçar a detecção de padrões; ao habilitar operações de inferência perceptual; ao utilizar mecanismos de atenção perceptual para monitoração; e ao codificar a informação num meio manipulável.

ROMANI (2000) também salienta que as técnicas de visualização da informação têm sido empregadas como uma solução eficiente em diversas áreas de aplicação, tais como logística e médica. É ressaltado, entretanto, que o uso educacional ainda é restrito, por mais que a aplicação de tais técnicas possa vir a melhorar a compreensão e a análise de uma quantidade de dados que cresce a cada dia.

Conforme indica LANZING (1997)¹⁵¹, existem inúmeros aplicativos para representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C). Também é fato que existem vários estudos comparativos (MISKULIN, 2001) de aplicativos para representação do conhecimento por diagramas (KHAMESAN, 2004)¹⁵².

COFFEY et al. (2003) agrupam a grande variedade de tipos de software (“tools”) úteis na representação do conhecimento em categorias:

(A) software para mapas conceituais comerciais, como Inspiration¹⁵³, SMART Ideas¹⁵⁴, Hypersoft Knowledge Manager¹⁵⁵, Axon Idea Processor¹⁵⁶ e LifeMap¹⁵⁷;

(B) software para mapas conceituais não-comerciais ou em desenvolvimento, como IBM Webster, KSI Mapper, IHMC CmapTools (NOVAK & CAÑAS, 2004), Concept Connector, Team Performance Lab – Knowledge Assessment Tool e Knowledge Mapper Prototype;

(C) software para redes semânticas, como Semantica¹⁵⁸;

¹⁵¹ Internet - The Concept Mapping Homepage - Jan Lanzing - URL: http://users.edte.utwente.nl/lanzing/cm_home.htm - Access: March 3, 1997

¹⁵² Internet - Ahmad Khamesan (2004) - "Software of Concept Mapping" - University of York, UK - URL: http://ltsnpsy.york.ac.uk/conceptmapping/Software_of_Concept_Mapping.pdf - Access: February 26, 2004

¹⁵³ Internet - Inspiration - URL: <http://www.inspiration.com/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁵⁴ Internet - SMART Ideas - URL: <http://www2.smarttech.com/st/en-US/Products/SMART+Ideas/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁵⁵ Internet - Hypersoft Knowledge Manager - URL: <http://www.concept-maps.com/default-eng.htm> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁵⁶ Internet - Axon Idea Processor - URL: <http://web.singnet.com.sg/~axon2000/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁵⁷ Internet - LifeMap - URL: <http://www.robtabrams.net/conceptmap/lifemaphome.html> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁵⁸ Internet - Semantica - URL: <http://www.semanticresearch.com/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

(D) software para mapas mentais, como Mind Manager¹⁵⁹, Visual Mind¹⁶⁰, CoCo Systems VisiMap¹⁶¹, SimTech Mind Mapper¹⁶² e Concept Draw Mind Mapping¹⁶³;

(E) software para tomada de decisão, como Decision Explorer¹⁶⁴, Questmap¹⁶⁵, Concept Star¹⁶⁶, Belvedere¹⁶⁷ e Project Integration and Visualization Tool¹⁶⁸;

(F) software para gerenciamento de memória ou do conhecimento, como Personal Memory Manager (WEIJZE, 1998) e Mind Model¹⁶⁹;

(G) e software para navegação ou visualização, como TouchGraph¹⁷⁰, StarTree¹⁷¹, ThinkMap¹⁷² e TheBrain EKP¹⁷³.

No que se refere à última categoria, o StarTree, por exemplo, permite a organização de páginas e documentos em estruturas hierárquicas. Tal software pode ser mais útil em buscas que tradicionais navegadores devido ao uso de árvores hiperbólicas, que são representações gráficas que se assemelham a árvores com galhos e ramos. Um exemplo de uso do StarTree¹⁷⁴ em navegação de hipertexto é mostrado a seguir, onde o tema é o ônibus espacial da NASA.

¹⁵⁹ Internet - Mind Manager - URL: <http://www.mindjet.com/us/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶⁰ Internet - Visual Mind - URL: <http://www.visual-mind.com/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶¹ Internet - CoCo Systems VisiMap - URL: <http://www.coco.co.uk/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶² Internet - SimTech Mind Mapper - URL: <http://www.mindmapper.com/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶³ Internet - Concept Draw Mind Mapping - URL: <http://www.conceptdraw.com/en/products/mindmap/main.php> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶⁴ Internet - Decision Explorer - URL: <http://www.banxia.com/demain.html> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶⁵ Internet - Questmap - URL: <http://www.compendiuminstitute.org/tools/questmap.htm> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶⁶ Internet - Concept Star - URL: <http://www.sorach.com/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶⁷ Internet - Belvedere - URL: <http://lilt.ics.hawaii.edu/lilt/software/belvedere/index.html> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶⁸ Internet - Project Integration and Visualization Tool - URL: <http://www.umich.edu/~pbsgroup/PIViT.html> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁶⁹ Internet - Mind Model - URL: <http://www.mindmodel.com/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁷⁰ Internet - TouchGraph - URL: <http://www.touchgraph.com/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁷¹ Internet - StarTree - URL: <http://www.inxight.com/map/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁷² Internet - ThinkMap - URL: <http://www.thinkmap.com/v.2.5.jsp> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁷³ Internet - TheBrain EKP - URL: <http://www.thebrain.com/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁷⁴ Internet - StarTree - URL: <http://www.inxight.com/map/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

NASA History of Space Flight - 1 - Mozilla

Star Trees powered by **inXight**
www.inXight.com

Space Shuttle

The Space Shuttle is a viable part of American History. Standing as one of NASA's foremost projects, the shuttle has accomplished many tasks that have enhanced the quality of life on Earth. View archives of every shuttle mission here.

Star Tree™ created with InXight VizServer™

space shuttle

inXight

Figura 5.1 - Exemplo de uso do StarTree em navegação de hipertexto sobre a NASA; ao movimentar o apontador do “mouse” sobre uma palavra ou frase à direita, como “Space Shuttle”, o hipertexto correspondente aparece à esquerda.

Uma iniciativa brasileira, também relativa à visualização gráfica e à navegação de hipertexto, é o software HiperEditor¹⁷⁵. Este foi desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária e pretende auxiliar o usuário a visualizar um determinado conteúdo por meio de uma árvore hiperbólica, de modo similar ao StarTree¹⁷⁶. O idioma é o Português do Brasil e a licença é do tipo “GNU General Public License (GPL)”¹⁷⁷. Foi utilizada a linguagem de programação Java no seu desenvolvimento, o que garante a independência de sistema operacional.

A motivação para o desenvolvimento do HiperEditor (SANTOS, 2003) surgiu da necessidade da elaboração de uma documentação técnica de boa qualidade relacionada ao processo de software na Agência de Informação da Embrapa, a qual passou a adotar a técnica de modelagem de casos da UML (“Unified Modeling Language”) para especificar os requisitos do sistema, as ferramentas Microsoft Word e Visio para documentar os casos de uso, e a ferramenta CVS para gerenciar as mudanças destes requisitos. De modo a organizar tal documentação, foi desenvolvido o software HiperEditor, que organiza de maneira hierárquica os casos a partir dos seus diagramas, com navegação via hipertexto. A figura a seguir, adaptada a partir de SANTOS (2003), mostra uma tela do software HiperEditor onde se visualiza uma árvore hiperbólica.

¹⁷⁵ Internet - HiperEditor Editor Árvore Hiperbólica - Embrapa Informática Agropecuária - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - URL: <http://repositorio.agrolivre.gov.br/projects/hipereditor/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁷⁶ Internet - StarTree - URL: <http://www.inxight.com/map/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

¹⁷⁷ Internet - Licença Creative Commons GNU GPL [Brasil] - Licenças em software livre - Portal do Comitê Técnico de Implementação de Software Livre no Governo Federal - URL: <http://www.softwarelivre.gov.br/Licencas/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

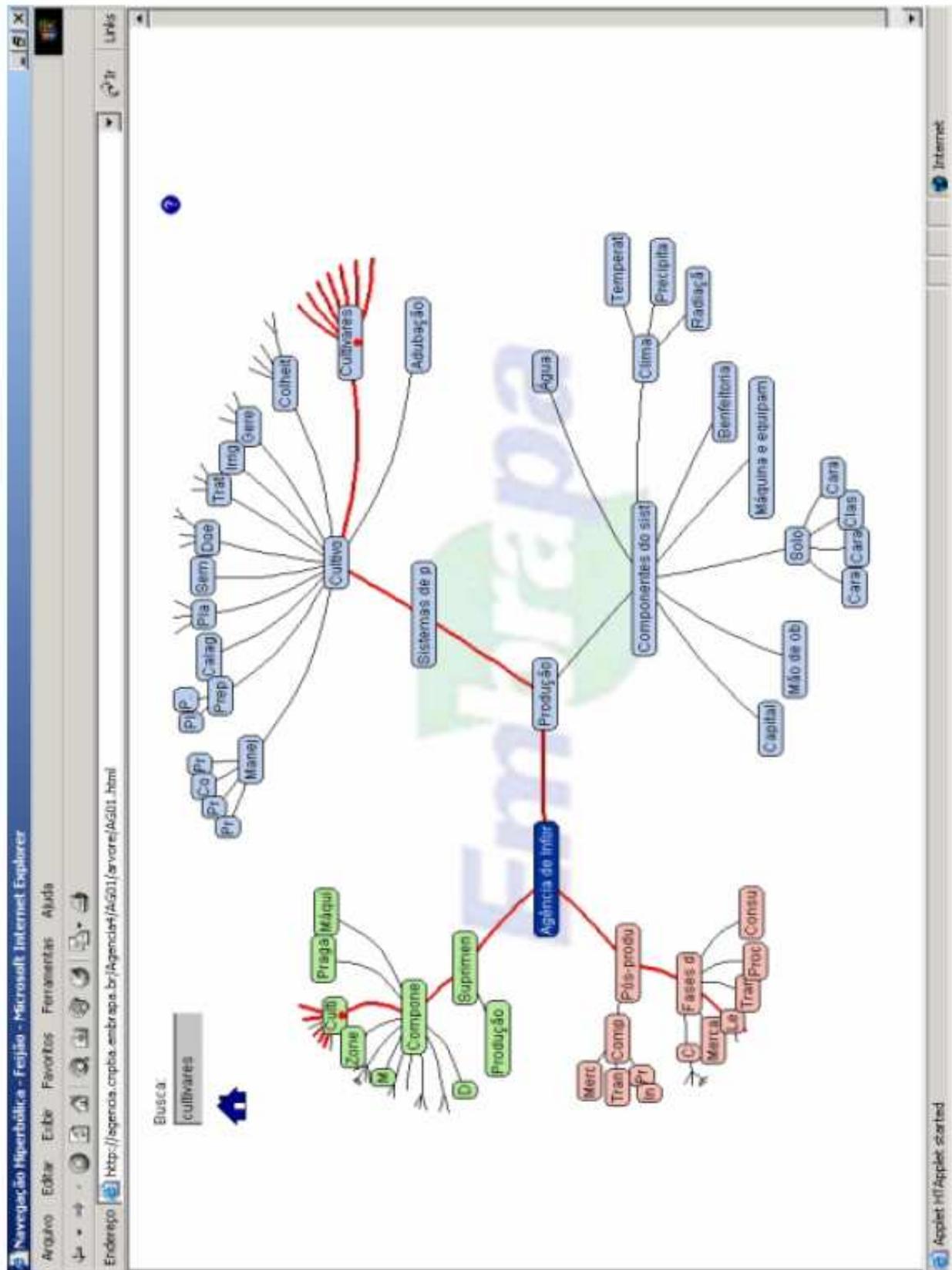


Figura 5.2 – Tela do software HiperEditor mostrando uma árvore hiperbólica.

COFFEY et al. (2003) evidenciam que todas estas categorias de software úteis na representação do conhecimento têm em comum o suporte à representação visual do conhecimento expresso em termos de conceitos, idéias ou pensamentos, o suporte à criação associativa de relações e nós, e o suporte à capacidade de organizar conceitos relacionados para propósitos específicos. Tal representação visual facilita a comunicação e a organização do pensamento e pode ser feita de diferentes formas: manualmente, no papel; com software de diagramação ou com software que tenha ferramentas de desenho; com software de diagramação que indique explicitamente a estruturação de nós e ligações; com software específico para um tipo particular de diagrama, como se evidenciou acima.

Após este panorama da grande variedade de aplicativos existentes, descreveremos em maior detalhe o IHMC Concept Map Software (NOVAK & CAÑAS, 2004), o qual é gratuito e apresenta, na versão atual, interface em diversas línguas, incluindo o Português.

Conforme indicam NOVAK & CAÑAS (2004), o IHMC Concept Map Software (CmapTools) é um software do tipo cliente-servidor que tem o potencial de facilitar enormemente a construção e o compartilhamento de mapas conceituais, favorecendo a aprendizagem colaborativa e significativa. Tal software é utilizado extensivamente em várias partes do mundo por pessoas de todas as idades e em um grande número de aplicações. O software permite que cada usuário conectado à Internet crie um “folder” para construir, copiar e publicar seus mapas conceituais. A colaboração é suportada em diversos níveis, inclusive de modo síncrono, onde uma sessão de colaboração pode se estabelecer de modo que dois ou mais usuários possam modificar um mesmo mapa ao mesmo tempo, inclusive trocando informações via bate-papo (“chat”). Anotações similares a “Post-it Notes”¹⁷⁸ facilitam a revisão por pares (“peer review”) e a colaboração; neste caso, um usuário escolhe uma parte do mapa para incluir algum comentário, sempre que o autor original do diagrama (e responsável pelo folder) autorize tal acesso. Assim, há diferentes tipos de autorização de acesso a um mapa: um usuário pode ser autorizado a apenas “ver” um mapa, pode ser autorizado a comentá-lo e pode ser autorizado a alterá-lo.

Entre as muitas outras funcionalidades do CmapTools (IHMC)¹⁷⁹, chama atenção o suporte à construção do que se denominam “modelos de conhecimento” (“knowledge models”), que são conjuntos de mapas conceituais e recursos sobre um tópico em particular. Neste caso, os alunos podem

¹⁷⁸ Internet - “Post-it Notes”. The Great Idea Finder - Vaunt Design Group - URL: <http://www.ideafinder.com/history/inventions/story031.htm> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

realizar operações de “arrastar e largar” (“Drag and Drop”)¹⁸⁰ com diferentes tipos de arquivo: imagens, vídeos, texto, páginas da Internet, apresentações, mapas conceituais, etc. Inclusive, como não apenas o produto final, mas também o processo de criação do mapa conceitual é importante sob o ponto de vista educacional, este software permite gravar e reproduzir o processo de construção do mapa de diferentes formas. Essa gravação fica incorporada ao mapa conceitual para que não se perca; isso se deve ao fato da reprodução permitir, também, que se investigue os diferentes processos envolvidos na aprendizagem significativa, tenha ela ocorrido de modo colaborativo ou não.

Assim, várias atividades de aprendizagem podem ser integradas utilizando-se o CmapTools, o qual também gera automaticamente uma versão HTML de um mapa conceitual. A combinação de ferramentas de colaboração, de facilidades para a construção de “modelos de conhecimento” e a existência de mecanismos de busca (CAÑAS & CARVALHO & ARGUEDAS, 2002) em servidores específicos ou na Internet, oferecem, de acordo com NOVAK & CAÑAS (2004), uma base para que se construa um Novo Modelo de Educação. Em linhas gerais, este novo modelo considera que mapas conceituais feitos por especialistas do assunto tratado em um certo módulo educacional serviriam como ponto de partida para professores e alunos, os quais utilizariam tais mapas em conjunto para buscar idéias e recursos pertinentes na Internet. Para tanto, um desafio seria o de passar a ter professores como “orientadores e aprendizes” ao invés de meros “disseminadores” de informação, como tem acontecido mais tradicionalmente. Estes autores acreditam que tal modelo possa ser incorporado aos sistemas educacionais dos países mais pobres mesmo antes dos países ricos, visto que há uma deficiência maior de infra-estrutura e de profissionais qualificados, o que pode favorecer um uso mais imediato da Internet e de outras tecnologias emergentes caso estas continuem em uma tendência de aumento contínuo de eficiência associado a uma relativa diminuição de custos.

Além dos diferentes tipos de software mencionados, deve-se notar que há também iniciativas brasileiras relacionadas ao uso de mapas conceituais em diferentes contextos. Um exemplo é a pesquisa sobre autoria e navegação de hiperdocumentos educacionais via utilização de mapas conceituais (LUDWIG et al., 1997); neste trabalho, os autores concluem que:

“O uso de Mapas Conceituais como elemento de projeto e navegação de hipertextos parece ser especialmente interessante para aplicações educacionais que exibam uma estrutura de conceitos hierarquicamente definida, e que tenham uma determinada ordem na apresentação

¹⁷⁹ Internet - IHMC. *IHMC CMap Tools software*. Institute for Human and Machine Cognition, The University of West Florida. URL: <http://cmap.ihmc.us/> - Access: December 14, 2004.

¹⁸⁰ Internet - "Drag and Drop" - Java Drag and Drop team - Sun Microsystems - URL: <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/guide/dragndrop/> - Acesso: 15 de dezembro de 2004

dos conceitos. Durante a fase do projeto do sistema, os Mapas Conceituais mostram-se extremamente úteis na ordenação das informações, bem como na estruturação dos nodos e suas respectivas ligações. Podem ser facilmente utilizados, tanto por autores iniciantes, quanto por aqueles mais experientes, levando-se em consideração que a hierarquia entre os nodos é sempre definida de acordo com a estrutura cognitiva de cada autor.”

Capítulo 6

Metodologias de Autoria de Material

Instrucional para Internet

Este capítulo trata de metodologias¹⁸¹ e também de sua relação com a Educação em Engenharia. São consideradas apenas algumas das muitas metodologias já existentes para autoria de hipertexto e aulas para a Internet. Ressalta-se que inúmeras abordagens já se encontram disponíveis considerando o processo de desenvolvimento de aplicações hiperfídia, como o "Object-Oriented Hypermedia Design Method" (OOHDM)¹⁸². Neste capítulo, analisa-se em especial a Metodologia PGL, a qual posteriormente é adaptada no contexto da possível utilização do protótipo COMA desenvolvido neste projeto de mestrado.

De acordo com MISKULIN & MOURA (2003), as questões sobre usar ou não métodos de ensino previamente concebidos intrigam os pesquisadores por dois motivos principais. Primeiramente, estabelecer métodos é uma forma própria do modo de ser de nosso pensamento (mais especificamente, do pensamento matemático) pela necessidade de se utilizar mediações com a realidade que sejam mais ágeis, no sentido da universalidade da comunicação, e mais econômicas, no sentido do tempo físico do processo de comunicação. Em segundo lugar, o estabelecimento de métodos é uma forma própria no sentido da criação de regularidades de ações pela necessidade que temos de economizar energia de diversos tipos, tais como física, biológica e intelectual.

Além disso, contextos de ensino e pesquisa pressupõem signos próprios decorrentes do aspecto triádico do signo, no sentido que nos coloca Peirce - dimensões relacionadas aos sentidos, significados e valores que o professor mediando o processo de aprendizagem atribui, ao interagir com os alunos, e

¹⁸¹ Observação: Neste texto, entende-se metodologia como um conjunto de práticas e regras utilizado em um certo contexto. Nessa perspectiva, o conceito de metodologia se confunde, portanto, com o conceito de procedimento. No caso das metodologias envolvendo a utilização dos protótipos desenvolvidos, teríamos sugestões de conjuntos de passos ou etapas a serem seguidos.

¹⁸² Internet - The Object-Oriented Hypermedia Design Model (OOHDM) - SCHWABE, D. & ROSSI, G. - URL: <http://www.telemidia.puc-rio.br/oohtm/oohtm.html> - Instituto de Tecnologia de Software (ITS) do Departamento de Informática da PUC-Rio - Acesso: 3 de julho de 2003.

as diversas dimensões inerentes ao cenário de aprendizagem, que está incluído, tais como: proposta educacional, objetivos do curso, estratégias metodológicas, entre outros.

Decorre daí a necessidade do estabelecimento e adequação do método ao contexto. Um outro aspecto refere-se a uma dimensão sócio/política da utilização de um método pronto, delineado por terceiros, cujos signos não se identificam com os objetivos e sentidos daquele que utiliza o método, dimensão essa que pode ser concebida como exploração e manutenção do poder, no caso em que o usuário não cria sentidos próprios do método. Dessa forma, a utilização do método sem torná-lo signo para quem o usa incorre na ausência de autonomia e, portanto, na submissão a um poder estabelecido. Concluindo, a questão fundamental não reside em utilizar tal método ou não, mas sim, em entender que este consiste em uma mediação necessária ao processo comunicacional humano.

Então, para se ter um pensamento autônomo é necessário que cada processo interacional crie o seu próprio método. Este é inclusive um princípio que é importante ativar no contexto de sala aula, virtual ou presencial, para que alunos não se sirvam de métodos "mortos" mas dêem vida a seus próprios métodos.

6.1 Metodologias

DANTAS et al. (2004) indicam que, enquanto o ensino presencial enfatiza o contato entre professor e aluno, deste modo personalizando o processo de aprendizagem de acordo com as potencialidades deste aluno, o ensino a distância enfatiza a auto-aprendizagem sobre um conteúdo, sendo voltado a um público geral. Desta feita, na educação a distância surgem novas configurações cognitivas caracterizadas por elementos como conectividade relacional, hipertextualidade e interatividade, promovendo-se assim abordagens pedagógicas mais coerentes com as dinâmicas sociais e cognitivas da contemporaneidade, o que por sua vez potencializa as inovações educacionais. Estes autores também evidenciam que o processo de planejamento estratégico de um curso de educação a distância pode ser caracterizado em três diferentes etapas ou níveis hierárquicos: (1) concepção e pressupostos fundamentais de estruturação logística e pedagógica do curso, com a definição de conteúdos, aspectos didáticos e plataforma metodológica; (2) abordagem pedagógica do material a ser utilizado pelos alunos; e (3) avaliação da aprendizagem do aluno.

Após uma discussão inicial sobre a Metodologia PGL, discutem-se a Metodologia EDMC e a Metodologia para Organização e Preparação de Cursos a Distância, desenvolvida na USP. Também é discutida a Metodologia do Ciclo de Desenvolvimento de Projeto de Aprendizagem Eletrônica (CDPAE) proposta por SHACKELFORD (2002).

De qualquer modo, conforme salientado por MAGALHÃES (2001)¹⁸³, “*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.*”

6.1.1 Metodologia PGL

Através do "Partnership in Global Learning" (PGL)¹⁸⁴, uma iniciativa de escopo internacional projetada para produzir aprendizagem eletrônica ("e-learning") numa escala global, foi desenvolvida uma "metodologia para desenvolvimento de cursos a distância" (MENEGHEL, 2002). O objetivo do projeto PGL é criar uma infra-estrutura capaz de dar suporte ao desenvolvimento de um programa de ensino a distância entre as instituições participantes, como é o caso da UNICAMP.

A metodologia PGL considera uma equipe de projeto composta de três perfis de profissionais: "Instructional Designer" (projetista instrucional); "Content Expert" (especialista em conteúdo); e "Web Implementer" (implementador "Web"). São definidas oito fases para o desenvolvimento do projeto conceitual de um curso.

As fases seriam as seguintes (MENEGHEL, 2002):

1 - Decidir o assunto do curso: Nesta fase, o professor, a partir da sua área de domínio, decide qual assunto será abordado no módulo.

2 - Definir o perfil do aluno: Nesta fase, é feita uma análise do perfil de cada aluno para se obter um conhecimento detalhado do público-alvo do módulo.

3 - Descrever o módulo: Nesta fase, é feita a descrição: dos pré-requisitos que o aluno deverá ter para participar do módulo; dos objetivos de aprendizagem; e dos mecanismos de avaliação.

4 - Definir as estratégias: Nesta fase, são definidas as estratégias didáticas adotadas, de acordo com o assunto relacionado, o público-alvo e a descrição do módulo.

¹⁸³ Internet - MAGALHÃES, L. P. (Coordenador) (2001). "Sapiens: Sistema de Apoio à Aprendizagem e Ensino". Relatório final de projeto - Projeto SAPIENS - URL: <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/documentos.html>

¹⁸⁴ Internet - The Partnership in Global Learning (PGL) - URL: <http://grove.ufl.edu/~pgl/> - Access: January 23, 2004

5 - Relacionar conteúdos ao assunto escolhido: Nesta fase, aconselha-se fazer pesquisas sobre conteúdos relacionados ao assunto escolhido, através da Internet, CD-ROM, livros, jornais, revistas e outros. Essas informações serão utilizadas como referências para pesquisa em seu módulo e também, como leituras e atividades complementares.

6 - Alternativas para apresentação de conteúdo: Nesta fase, são apresentados os principais elementos de um conteúdo digital, que são: texto, imagem, animação, som e vídeo e, também, algumas dicas para apresentação de conteúdo na “Web”.

7 - Descrever a seqüência do módulo: Nesta fase, é projetada a estrutura do módulo ou, mapa de navegação, de acordo com sua seqüência. A estrutura do módulo pode ser considerada linear ou não-linear (hierárquica).

8 - Desenhar um esboço do módulo: Nesta última fase, é feito um esboço de cada página definida no mapa do site (Etapa seis). A “storyboard” serve para facilitar a decisão dos locais onde terá uma interatividade, uma imagem ou vídeo e a parte de áudio. Com isso, ajuda o professor a ter uma visão detalhada de cada página do módulo e também a apresentação do módulo como um todo, prevendo sua forma final.

Em educação em engenharia, por exemplo, supondo-se que o primeiro especialista (especialista em conteúdo) fosse um professor da área de engenharia com conhecimento sobre a teoria do tema que se quer ensinar, ainda seria necessário buscar mais dois especialistas diferentes para se viabilizar a organização e a preparação de cursos a distância: "Instructional Designer" (projetista instrucional) e "Web Implementer" (implementador “Web”).

Neste projeto de mestrado, busca-se uma metodologia alternativa com o intuito de se reduzir tal equipe de desenvolvimento para apenas um perfil de profissional: especialista em conteúdo, o qual muitas vezes é um professor de uma dada disciplina que não tem outra opção a não ser trabalhar sozinho. Tal proposta de metodologia alternativa será detalhada posteriormente.

Nas seções a seguir são descritas outras metodologias para desenvolvimento de cursos a distância.

6.1.2 Metodologia EDMC

Um resumo descritivo (PRATES & LOYOLLA, 2004)¹⁸⁵ da Metodologia de Educação a Distância Mediada por Computador (EDMC) encontra-se a seguir em itálico e dividido em seis partes: Premissas; Ferramental Tecnológico; Ferramental Pedagógico; Acompanhamento; Avaliação; e Unidade de Aprendizado.

- *Premissas: A metodologia EDMC parte de premissas estrategicamente estabelecidas, de forma a garantir a eficácia e o sucesso dos cursos, quais sejam, resumidamente:*
 - *Prevalência do projeto pedagógico*
 - *Adequação do projeto tecnológico ao projeto pedagógico*
 - *Maximizar o grau de virtualização do curso (presencialidade mínima)*
 - *Desenvolver processos de acompanhamento interativo do material didático*
 - *Enfatizar a articulação entre teoria e prática através de práticas investigativas*
 - *Enfatizar o trabalho/pesquisa em grupo (teamwork e groupware)*
 - *Maximizar a interação aluno-informação, aluno-professor e aluno-alunos*
 - *Maximizar a confiabilidade dos processos de avaliação*
- *Ferramental Tecnológico: A metodologia EDMC requer um conjunto apropriado de ferramentas tecnológicas de hardware e software adequado ao ferramental pedagógico.*
- *Ferramental Pedagógico: A metodologia desenvolvida de EDMC requer um conjunto de ferramentas pedagógicas baseada numa típica abordagem construtivista, percorrendo o processo interativo do aprender-a-aprender, ao invés da abordagem puramente cognitivista que domina os processos convencionais de ensino presencial. Assim, o projeto pedagógico de EDMC, que leva em conta basicamente o perfil do alunado-cliente, consta resumidamente de:*
 - *Parâmetros de seleção*
 - *Ementas e programa*

- *Objetivos (conhecimentos e habilidades a serem adquiridas)*
- *Metodologia de trabalho (acesso material didático e sistema acompanhamento)*
- *Ferramentas de interação (aluno-informação, aluno-professor e aluno-alunos)*
- *Parâmetros de avaliação (aluno, professores e curso)*
- *A ênfase na articulação entre teoria e prática foi aproveitada ao máximo na modulação de cada disciplina implantada*
- *Acompanhamento: Com relação ao acompanhamento das aulas virtuais do curso, a Metodologia EDMC faz o aluno percorrer a seguinte seqüência, no prazo de 15 dias, para cada uma das aulas virtualizadas:*
 - *1º) O aluno acessa o material didático da aula disponível na Home Page da disciplina, através do gerenciador de aprendizado, no caso o WebCT (licenciado pela Universidade de Manitoba, Canadá).*
 - *2º) O aluno estuda individualmente o material didático e procede às pesquisas induzidas pelo professor.*
 - *3º) O aluno faz um chat de discussão de dúvidas com os colegas de seu grupo de estudo/pesquisa (quatro a seis membros).*
 - *4º) O grupo, através de seu coordenador, envia as dúvidas remanescentes por e-mail ao professor*
 - *5º) O professor responde as dúvidas por e-mail e realiza um chat de orientação com o grupo de estudo/pesquisa*
 - *6º) O grupo envia ao professor, via e-mail, um relatório crítico sobre a aula em questão, contendo três sessões básicas: objetivos da aula, pontos mais interessantes da aula, conclusões mais importantes da aula.*
- *Avaliação: Com relação à avaliação do aproveitamento com a Metodologia EDMC, faz-se continuamente uma verificação comparativa entre alunos da opção presencial e da opção EDMC numa mesma disciplina.*

¹⁸⁵ Internet - PRATES, M. & LOYOLLA, W. (2004). "Resumo Descritivo da Metodologia EDMC" - URL: <http://www.edmc.com.br/edmc.htm> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004.

- Unidade de Aprendizado: A Metodologia EDMC envolve o conceito de Unidade de Aprendizado (UA), desenvolvido de forma a permitir a modulação do preparo de aulas virtuais. Neste conceito, define-se UA como a unidade mínima de aprendizado de uma aula virtual, ou seja, uma aula é formada por um conjunto lógico e encadeado de UAs. Este conceito baseia-se no fato de que, segundo a psicologia educacional, o primeiro contato do conhecedor com um objeto de conhecimento se dá em três fases sequenciais: (1º) Fase Difusa, (2º) Fase Analítica, e (3º) Fase Sintética. Dessa forma, uma UA é baseada em um slide de apresentação com indicativos genéricos, que facilitam ao aluno seu contato difuso inicial, no qual existem complementos tais como anotações (notes dos slide), links internos (documentos, hipertextos, etc.) e links externos (sites da Internet, Extranets, etc.). Dessa forma, um programa educacional baseado na Metodologia EDMC é formado por Temas (Cursos), que por sua vez são formados por Tópicos (Aulas), e que por sua vez são constituídos por UAs.

Chama atenção a preocupação com a viabilização de quatro abordagens diferentes de interface de interação, em uma busca pela adequação do conjunto de ferramentas tecnológicas ao conjunto de ferramentas pedagógicas:

- Abordagem 1: Participante e Informação, de modo síncrono;
- Abordagem 2: Participante e Informação, de modo assíncrono;
- Abordagem 3: Participante e Participante, de modo síncrono;
- Abordagem 4: Participante e Participante, de modo assíncrono.

Infelizmente, a composição ideal de uma equipe que viabilize tal metodologia não é sugerida por seus autores.

6.1.3 Metodologia USP

GONZÁLEZ et al. (2004), em sua "Metodologia para Organização e Preparação de Cursos à Distância", indicam que a elaboração de cursos à distância deve cumprir com os requisitos pedagógicos e as estratégias de ensino estabelecidas no processo ensino-aprendizagem tradicional. Contudo, adaptações desses requisitos e estratégias para o novo modelo de distribuição dos cursos devem ser feitas com o objetivo de garantir a interatividade entre os participantes. Buscando garantir as interações entre os participantes, ou seja, professores e alunos, certos passos são sugeridos quando se pretende a criação de cursos com conteúdo multimídia para serem distribuídos na Internet:

- Passo 1: Descrever o conteúdo do curso.
- Passo 2: Estabelecer a estrutura e organização do curso.
- Passo 3: Planejar o processo interativo entre aluno e professor e dos alunos entre si.
- Passo 4: Criar os recursos multimídia, tais como textos, gráficos, vídeo, imagens, sons.
- Passo 5: Integrar o sistema de mídias.
- Passo 6: Testar o curso como um produto terminado.

No que se refere ao passo 1, o conteúdo do curso deve estar dividido em unidades de aprendizagem, descritas através de conceitos elementares, exercícios e problemas relacionados com os conceitos, procedimentos, exemplos, entre outros.

No passo 2, a determinação da estrutura e organização de um curso são definidas segundo os objetivos educacionais e as mídias disponíveis para seu desenvolvimento.

No passo 3, uma vez definido o conteúdo, a estrutura e a organização do curso em termos de unidades, o próximo passo importante é planejar o processo interativo na realização das atividades educacionais previstas durante o curso. Inclui-se aí planejar como e quando devem ser permitidos os processos interativos de comunicação entre o aluno e o professor e entre os próprios alunos.

O passo 4 se justifica pelo fato das apresentações multisensoriais acelerarem e melhorarem a compreensão e poderem ajudar a manter por mais tempo a atenção e o interesse dos usuários. Em sua

metodologia, GONZÁLEZ et al. (2004) advogam a favor de uma equipe multidisciplinar cuja composição ideal seria a seguinte, com um total de sete especialistas:

- Primeiro especialista: conhecimento sobre a teoria do tema que se quer ensinar.
- Segundo especialista: conhecimento na parte prática e experimental da área do tema de estudo.
- Terceiro especialista: conhecimento em projeto instrucional, de preferência com formação em pedagogia.
- Quarto especialista: conhecimento em produção de simulações e animações.
- Quinto especialista: conhecimento em artes gráficas.
- Sexto especialista: conhecimento em psicologia.
- Sétimo especialista: conhecimento relativo a sons, vídeo e imagens.

No que se refere ao passo 5, os autores evidenciam que um sistema multimídia envolve a integração espacial e temporal de fontes de dados correspondentes a mídias heterogêneas, o que torna fundamental o estabelecimento de uma sincronização entre os diferentes elementos utilizados.

Testar o curso como um produto terminado, no passo 6, é importante para que sejam corrigidos alguns erros e para que sejam ajustados parâmetros de tempo e controles de interação com o usuário.

Conforme indicam os próprios autores, esta metodologia constitui uma adaptação da didática educacional tradicional ao novo contexto propiciado pela Internet e pela multimídia. Infelizmente, a composição ideal de uma equipe multidisciplinar, com um total de sete especialistas conforme sugere a metodologia, parece pouco viável no contexto vivenciado pela maioria dos educadores brasileiros.

Em educação em engenharia, por exemplo, supondo-se que o primeiro especialista fosse um professor da área de engenharia com conhecimento sobre a teoria do tema que se quer ensinar, ainda seria necessário buscar mais seis especialistas diferentes para se viabilizar a organização e a preparação de cursos a distância, o que parece inviável até mesmo nas melhores universidades brasileiras.

Conforme já se afirmou antes, busca-se nesta pesquisa de mestrado uma metodologia alternativa com o intuito de se reduzir tal equipe de desenvolvimento para apenas um perfil de profissional: especialista em conteúdo, o qual muitas vezes é um professor de uma dada disciplina que não tem outra

opção a não ser trabalhar sozinho. Tal proposta de metodologia alternativa será detalhada posteriormente.

6.1.4 Metodologia CDPAE

A Metodologia do Ciclo de Desenvolvimento de Projeto de Aprendizagem Eletrônica (CDPAE), do inglês “E-Learning Project Development Cycle”, é proposta por SHACKELFORD (2002). Este autor considera que a aprendizagem eletrônica é o uso da Internet e de outras tecnologias para criar experiências que educam os seres humanos buscando-se favorecer a interatividade.

Em linhas gerais, a Metodologia CDPAE permite que o produto para a aprendizagem eletrônica seja inicialmente definido, modelando-se suas características principais, para que em seguida o projeto seja dividido em pontos de entrega cronologicamente condicionados onde irão ocorrer as incorporações de tais características principais. Cada ponto de entrega anterior à entrega do produto final deve permitir que se reexaminem as características ainda não incorporadas de modo que novas prioridades possam ser estabelecidas, de modo que características definidas inicialmente possam ser substituídas por outras, se necessário. Tal metodologia é resumida a seguir em sete etapas fundamentais, onde se assume que exista um autor, que efetivamente realiza a autoria, e que exista um cliente, que encomenda um produto para a aprendizagem eletrônica tendo em mente um certo público-alvo para tal produto. Assim, no caso da educação em engenharia, o autor poderia ser um aluno de pós-graduação com conhecimentos técnicos específicos de autoria para a aprendizagem eletrônica, o cliente poderia ser um professor universitário, e o público-alvo poderia ser composto por alunos de graduação em engenharia.

Na etapa inicial, o(s) autor(es) trabalha(m) com o(s) cliente(s) para identificar os elementos que o produto para a aprendizagem eletrônica deve ter. Assim, investigam-se os recursos disponíveis, o produto desejado, os objetivos de aprendizagem a serem alcançados, as considerações técnicas para a entrega do material eletronicamente, etc. Também devem ser determinados os modos de documentação do projeto.

Na segunda etapa, ocorre uma sessão de definição do produto entre cliente(s) e autor (es) na qual se definem as características principais do produto de modo que se tenha uma visão preliminar deste produto. Em tal sessão, a metodologia de documentação do projeto, com seus padrões e formulários específicos, deve ser apresentada. Ao final da sessão, todos deverão estar a par do

propósito fundamental do produto para a aprendizagem eletrônica a ser desenvolvido, do público-alvo do produto, das características fundamentais deste produto e da prioridade da incorporação das características, das inovações específicas a serem incorporadas e dos requerimentos de interface com o(s) usuário(s), e, finalmente, dos requerimentos mínimos de software e hardware para o público-alvo do produto.

Na terceira etapa, têm-se o planejamento do primeiro ciclo para entrega das características iniciais já estabelecidas na sessão de definição do produto. Tal planejamento deve dividir o projeto em pequenos ciclos com duração fixa entre três e seis semanas, indicando-se quais características devem ser entregues ao final de cada ciclo. Também se deve definir como se lidará com mudanças de prioridade não apenas durante mas também ao final de cada ciclo.

Na quarta etapa, temos os ciclos de desenvolvimento e as sessões intermediárias de entrega. O(s) autor(es) deve(m) criar uma versão preliminar do produto que já tenha incorporadas as características definidas no primeiro ciclo. O ciclo deve culminar com outra sessão entre cliente(s) e autor(es) para se demonstrarem as funcionalidades dos produtos e para que sejam identificadas eventuais mudanças. Cada uma dessas sessões deve ser dedicada a avaliações e redefinições de prioridades relativas a características ainda não implementadas, inclusive permitindo-se negociações que considerem a adição de novas características, o que pode levar à eliminação de certas características previamente definidas e ao aumento do tempo de entrega ou do custo total de desenvolvimento. Então, na penúltima sessão, todos os envolvidos deverão chegar a um acordo sobre quais características deverão ser efetivamente entregues ao final do último ciclo.

Na quinta etapa, temos uma sessão final de aceitação que busca verificar se a lista final de características foi cumprida e se o produto está pronto para uso.

Na sexta etapa, o produto deve ser integrado ao currículo de aprendizagem eletrônica já existente na instituição.

Na sétima etapa, avalia-se o sucesso do projeto, identificando-se as melhores práticas e as lições aprendidas. Devem ser identificados também os possíveis riscos a serem considerados quando do desenvolvimento de futuros projetos.

O autor da Metodologia CDPAE ressalta que o ciclo de desenvolvimento se torna mais complexo conforme o tamanho do projeto aumenta. Ademais, deixa evidente que a principal razão para o insucesso da maioria dos projetos de aprendizagem eletrônica é a falta de suporte contínuo daqueles que, dentro da instituição, tem o poder de decisão sobre tais projetos.

Nesse sentido, é louvável a atitude de instituições como a UNICAMP de criar equipes específicas que oferecem suporte contínuo à sua comunidade no que se refere à educação a distância. Inclusive, ao priorizar e investir na capacitação dos professores com vistas ao desenvolvimento de competências (DANTAS et al., 2004) para organizar, planejar e produzir materiais didáticos inovadores e de qualidade para educação a distância, instituições como essa viabilizam a execução e o desenvolvimento de diferentes metodologias (MURARI & AMORIM, 2004), as quais se tornam cada vez mais adequadas aos seus contextos específicos.

6.2 Metodologias e Educação em Engenharia

Conforme já se afirmou antes neste texto, há dificuldades neste estágio inicial de utilização de novas tecnologias em educação, mesmo em instituições que são modelo de excelência na área como a UNICAMP. Nesse sentido, é de fundamental importância que se ofereçam aos professores interessados na utilização de computadores no processo educacional não apenas software e hardware, mas também metodologias, visto que métodos mais adequados a este novo contexto lhes permitiriam economizar tempo e ganhar eficiência, entre outros fatores que levariam a um aumento da produtividade.

Uma recente pesquisa realizada com professores de engenharia da UNICAMP por (PIVA JR. et al., 2003) destaca alguns obstáculos encontrados por estes professores na utilização de computadores no processo educacional. Em linhas gerais, os principais obstáculos no processo de ensino a distância apontados pelos professores de engenharia entrevistados, em ordem de importância, seriam cinco. O primeiro grande obstáculo, e também o mais importante de todos, seria o tempo requerido para o desenvolvimento de material instrucional e para a interação com estudantes. O segundo grande obstáculo seria a falta de habilidades técnicas no uso de tecnologias e limitações impostas por tais tecnologias. O terceiro grande obstáculo seria a falta de ferramentas específicas para a área tecnológica que facilite a publicação de material técnico. O quarto grande obstáculo seria a necessidade de se aprender uma nova postura de professor. O quinto grande obstáculo, ainda que menos importante que os quatro anteriores, é bastante relevante: seria a falta de um suporte efetivo da instituição a tais professores. A seguir discute-se cada um destes obstáculos na perspectiva do autor desta dissertação de mestrado.

O primeiro grande obstáculo poderia ser vencido, em parte, pelo uso de uma metodologia adequada ao novo contexto, a qual poderia buscar diminuir o tempo requerido para o desenvolvimento de material instrucional. Por outro lado, diminuir o tempo requerido para a interação com estudantes parece estar mais relacionado a tecnologias do que a metodologias; ainda assim, o uso de metodologias como RBC (PIVA JR. et al., 2002) somente se viabilizarão caso se adaptem metodologias mais tradicionais que não previam o uso de inteligência artificial.

O segundo grande obstáculo pode ser enfrentado pela formação de professores nas habilidades técnicas no uso de tecnologias mas também pelo desenvolvimento de novas tecnologias (ou ambientes) que sejam mais simples no uso ainda que mais poderosas em termos de resultados. Deve-se, portanto, buscar eliminar as limitações impostas por tais tecnologias.

O terceiro grande obstáculo, relativo à falta de ferramentas específicas para a área tecnológica que facilite a publicação de material técnico, já vem sendo enfrentado através do desenvolvimento de software de autoria tais como editores de MathML (AMORIM, 2003^B), linguagem cujo principal objetivo¹⁸⁶ é o de permitir que conteúdo matemático de qualquer área seja processado na Internet, codificando um determinado conteúdo de forma a garantir uma comunicação adequada nas áreas educacionais e científicas em todos os níveis.

O quarto grande obstáculo se refere à necessidade de se aprender uma nova postura de professor. Novas posturas são aprendidas, em parte, quanto se toma contato com novas metodologias educacionais. Nesse sentido, experiências relacionadas ao uso de novas tecnologias devem ser relatadas e, de tais experiências, devem ser derivadas novas metodologias que subsidiem a transição dos educadores para essa nova postura.

Finalmente, no que se refere ao quinto grande obstáculo, seria ideal que existisse um suporte efetivo de cada instituição aos professores interessados na utilização de computadores no processo educacional. Em uma situação ideal, poderíamos ter até mesmo equipes de seis especialistas auxiliando cada professor durante a autoria de cursos a distância, conforme sugere uma das metodologias descritas neste capítulo. Infelizmente, tal idealização parece inviável até mesmo nas melhores universidades brasileiras.

Assim, esta pesquisa de mestrado busca desenvolver um aplicativo de autoria e também adaptar metodologias e procedimentos já existentes ao novo contexto de uma possível utilização deste novo

¹⁸⁶ Internet - MathML Frequently Asked Questions - The World Wide Web Consortium (W3C) - URL: <http://www.w3.org/Math/mathml-faq.html> - Acesso: 8 de julho de 2002

software de modo a contribuir para a discussão em torno das metodologias de autoria em Educação em Engenharia.

Por consequência, busca-se nesta pesquisa investigar diferentes possibilidades tendo-se como foco, portanto, a Educação em Engenharia. Se é fato que o trabalho colaborativo é vantajoso em muitos sentidos, também é fato que a maioria dos docentes não conta com uma equipe à sua disposição. Desta feita, investiga-se como superar total ou parcialmente alguns dos obstáculos descritos, talvez até mesmo buscando-se reduzir a equipe de desenvolvimento para apenas um perfil de profissional (o professor). Tal abordagem pode inclusive levar a novas percepções que sugiram o desenvolvimento de metodologias mais simples e eficientes.

Capítulo 7

Aplicativos Desenvolvidos e Metodologia de Desenvolvimento Utilizada

Nesse capítulo, são descritos os aplicativos desenvolvidos nesta pesquisa assim como a metodologia de desenvolvimento utilizada na investigação das possibilidades pedagógicas e computacionais.

O primeiro protótipo foi chamado de COLA ("Content Object Linking Administration Tool"); já o segundo, foi chamado de COMA (Conceitos e Mapas). São descritas características e casos de uso¹⁸⁷; algumas conclusões preliminares são apresentadas.

7.1 Metodologia de Desenvolvimento Utilizada

Nesta pesquisa foram desenvolvidos dois protótipos: COLA ("Content Object Linking Administration Tool") e COMA (Conceitos e Mapas). São discutidos brevemente a seguir os aspectos mais fundamentais da metodologia de desenvolvimento utilizada, incluindo-se aí discussões relativas ao design.

ROCHA & BARANAUSKAS (2003) indicam que o processo de design em IHC (Interface Humano-Computador) tem sido naturalmente centrado no usuário e tem incorporado questões relativas a modelos cognitivos do processamento humano. Indicam também que, para possibilitar o sentimento de engajamento direto na interface, o design deve remover a percepção do computador como um intermediário, possibilitando a execução e avaliação diretas, representação contínua do estado do sistema e linguagens de entrada/saída inter-referencias, para se criar a "ilusão" de manipulação direta dos objetos; deve-se também buscar a redução na carga cognitiva para manter mentalmente informação relevante. Ainda, no que se refere aos aspectos semióticos, indicam que a representação deve ter

significado preciso para o usuário. Finalmente, indicam que são muitos os modelos de design de software e que as abordagens de engenharia de software e IHC possuem forças e fraquezas complementares; a combinação destas abordagens formaria o que se pode chamar de arquitetura de software, onde os três pilares seriam (1) o conjunto de princípios e regras de design, (2) as ferramentas de prototipagem e (3) os testes de usabilidade, o que incluiria testes com usuários. Assim, algumas das várias sugestões a serem consideradas para se ter um bom design incluiriam: (1) estudar a natureza das ações de um grupo de pessoas para se definir como um software imitaria padrões de ação, (2) criar protótipos o mais cedo possível e observar a reação deste grupo e (3) manter a comunicação com tal grupo.

NORMAN (1990) investiga diferentes aspectos do design, incluindo-se aí a diferenciação entre “conhecimento no mundo” e “conhecimento na cabeça”. Nem todo o conhecimento requerido para se realizar um comportamento com precisão precisa estar na “cabeça”; se a informação necessária para se realizar uma tarefa está facilmente disponível no “mundo”, a necessidade de aprendizagem diminui, o que garante vantagens e desvantagens. A seguir, são analisadas as cinco propriedades principais explicitadas por tal autor: (1) recuperação do conhecimento, (2) aprendizagem, (3) eficiência do uso, (4) facilidade de utilização no primeiro encontro e (5) estética.

No caso da recuperação do conhecimento, o “conhecimento no mundo” é recuperado quando visível ou audível, enquanto o “conhecimento na cabeça” não é facilmente recuperável. Neste último caso, são requeridas buscas na memória ou lembranças. Já no caso da aprendizagem, o “conhecimento no mundo” não a envolve, visto que a interpretação substitui a aprendizagem; assim, a facilidade de interpretação da informação depende em quão bem se exploram mapeamentos naturais e restrições. Já o “conhecimento na cabeça” requer aprendizagem, a qual pode ser considerável; tal aprendizagem pode ser facilitada se existe significado na estrutura do material ou se existe um bom modelo mental. A eficiência do uso tende a ser maior para o “conhecimento na cabeça”, visto que a eficiência relativa ao “conhecimento no mundo” tende a ser desacelerada pela necessidade de se encontrar e interpretar a informação externa. A facilidade de utilização no primeiro encontro tende a ser mais alta no caso do “conhecimento no mundo” por razões óbvias. A estética tende a ser deselegante ao se considerar o “conhecimento no mundo”, em especial se houver a necessidade de se manter uma quantidade muito grande de informação; deste modo, o apelo estético dependeria fortemente da habilidade do designer.

¹⁸⁷ Observação: Neste trabalho, a menos que seja feita menção em contrário, "caso de uso" significa experimento envolvendo a utilização de software educacional em situações de ensino e/ou aprendizagem.

Ao se considerar o “conhecimento na cabeça”, nada precisa estar visível, o que dá mais liberdade ao designer e, certamente, pode garantir melhores resultados em termos de estética.

Conforme se indicou antes, o objetivo (ou objeto) do sistema educacional é a aprendizagem. O efeito de uma nova tecnologia como o computador na Educação deve ser analisado considerando-se também a comunidade, as regras implícitas e explícitas desta comunidade e a divisão do trabalho (NARDI, 1996). Assim, os usuários finais para os quais a tecnologia está sendo desenvolvida devem estar envolvidos no processo de desenvolvimento, em uma abordagem interativa. Uma abordagem possível seria a de se estudar em um primeiro momento o protótipo inicial em situações práticas de aplicação para que depois se realizem alterações no projeto inicial. Com isso, se garante à comunidade a oportunidade de pensar e projetar tanto a tecnologia como a situação na qual esta tecnologia será efetivamente utilizada, o que pode permitir que um software educacional se diferencie dos que já existem, como ocorreu no caso do projeto TelEduc, o qual foi desenvolvido de forma participativa segundo necessidades relatadas por seus usuários.

No contexto desta pesquisa, definiu-se como objetivo geral desenvolver um aplicativo útil à autoria de material instrucional em hipertexto que também considera-se aspectos da modelagem por diagramas. Realizados casos de uso iniciais envolvendo o primeiro protótipo, chamado COLA, optou-se pelo desenvolvimento de um segundo protótipo, chamado COMA, que fosse ainda mais adequado a fins educacionais que o primeiro. O processo de design foi centrado no usuário e buscou incorporar, inclusive, questões relativas a modelos cognitivos do processamento humano.

Ao se considerar as cinco propriedades explicitadas por NORMAN (1990), foram tomadas as seguintes decisões no que se refere ao desenvolvimento dos protótipos: na medida do possível, a recuperação do conhecimento deveria ser facilitada e a aprendizagem não deveria ser requerida, enfatizando-se o “conhecimento no mundo”; a eficiência do uso envolveria encontrar e interpretar a informação externa, e por isso a interface deveria ter apenas um conjunto enxuto de funcionalidades que fossem essências às tarefas em questão; a facilidade de utilização no primeiro encontro foi considerada prioritária, ainda que a estética do software educacional em desenvolvimento fosse comprometida. Por certo, tais decisões foram consideradas no caso do primeiro protótipo, mas foi apenas no caso do segundo que se atingiu mais efetivamente um melhor equilíbrio entre as funcionalidades consideradas essenciais e o design mais adequado. Na perspectiva de interatividade apontada por NARDI (1996), diferentes estudos de caso permitiram envolver a comunidade de usuários no desenvolvimento de um aplicativo útil à Educação em Engenharia e à Educação de um modo geral;

a abordagem interativa garantiu uma melhoria contínua da interface, em especial no caso no segundo protótipo.

Com relação ao primeiro protótipo, chamado COLA, confirmou-se a expectativa inicial do pesquisador de que os usuários prefeririam utilizar um software com interface em sua língua nativa, o português, ao invés de utilizar o inglês. Constatou-se também que era fundamental aos usuários ter maior flexibilidade no momento da autoria de hipertexto, ao invés de se ter sugestões de formatação dos parágrafos na forma de um modelo (“template”) com título (“title”), autores (“authors”), resumo (“abstract”), etc. Ainda, foi constatado que o grande número de botões na barra de ferramentas desmotivava e, muitas vezes, confundia os usuários, dada a sua relativa complexidade em situações de uso em um primeiro encontro. Um outro problema detectado foi a falta de portabilidade do software, visto que este funcionava apenas no sistema operacional da Microsoft, o Windows. Estes fatores, dentre muitos outros, levaram ao desenvolvimento do segundo protótipo.

O segundo protótipo, chamado COMA, buscou, deste modo, ser ainda mais flexível e completo que o primeiro, ainda que a interface fosse simplificada enormemente; tal interface passou a ser oferecida não apenas em português, mas também em inglês e em espanhol. No que se refere à autoria de hipertexto, foi dada liberdade total ao usuário para formatar cada parágrafo de modo totalmente independente dos demais. O problema da portabilidade foi resolvido pela utilização da linguagem Java, a qual é mais adequada ao contexto da Internet.

Desde a primeira disponibilização do COMA, os diferentes usuários vêm sendo considerados com o intuito de melhorar continuamente tal protótipo. As três figuras seguintes dão uma boa noção de como o protótipo tem evoluído de acordo com as necessidades colocadas pela comunidade. Na primeira figura, temos a primeira versão da janela de edição de conceitos do COMA, que não permitia cores para as palavras, para a moldura e para o fundo da caixa de texto dos conceitos dos mapas conceituais. Esta versão inicial também não permitia uma fácil visualização do hipertexto, visto que não havia um botão específico para ativar um navegador (“browser”) de modo a exibir a página HTML relativa ao conceito sob consideração; com isso, o usuário se via obrigado a utilizar um software como o Windows Explorer para acessar o arquivo HTML correspondente, comprometendo-se assim a produtividade durante a autoria.

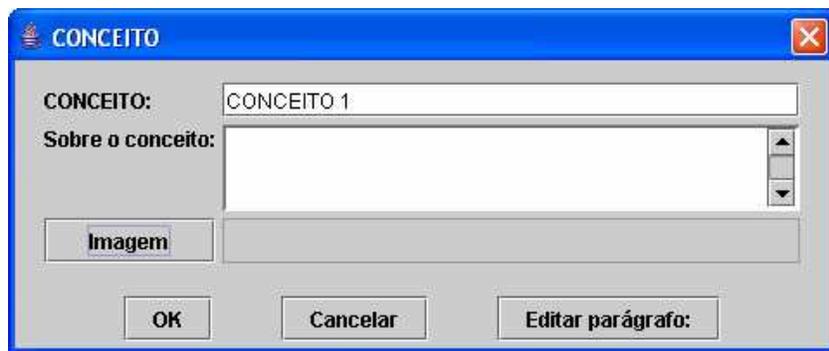


Figura 7.1 - Primeira versão da janela de edição de conceitos do COMA.

Na figura seguinte, uma versão posterior da mesma janela, que passou a considerar a possibilidade de se utilizar cores para os conceitos do mapa conceitual. A possibilidade de utilização de cores foi um pedido comum de vários usuários.



Figura 7.2 - Segunda versão da janela de edição de conceitos do COMA.

Na figura seguinte, uma terceira versão da mesma janela, a qual passou a permitir uma mais fácil visualização do hipertexto associado a cada conceito com a criação de um botão específico. Neste caso, basta clicar no botão “Visualizar hipertexto” para que o navegador escolhido pelo usuário mostre o hipertexto associado ao conceito. A partir daí, utilizando as funcionalidades do navegador, é possível, por exemplo, imprimir separadamente cada página do hipertexto.



Figura 7.3 - Terceira versão da janela de edição de conceitos do COMA.

As duas figuras seguintes, mostrando diferentes versões da mesma janela para edição dos parágrafos de um hipertexto, também dão noção de como o protótipo tem evoluído de acordo com as necessidades colocadas pela comunidade.

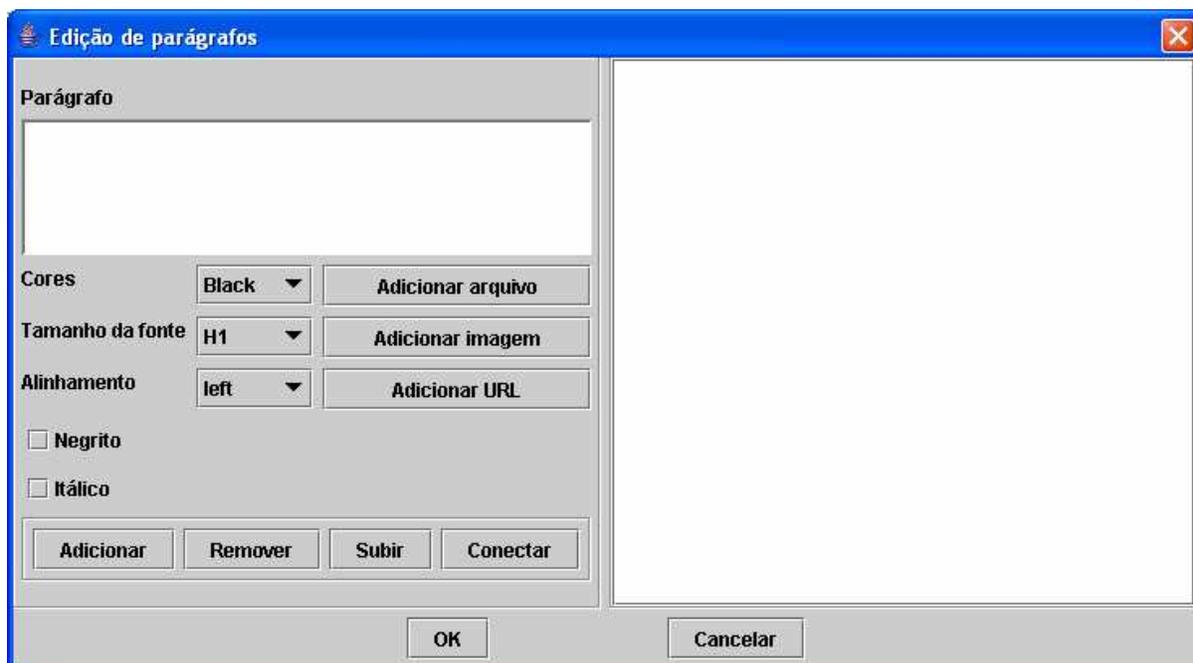


Figura 7.4 - Primeira versão da janela para edição dos parágrafos de um hipertexto no COMA.

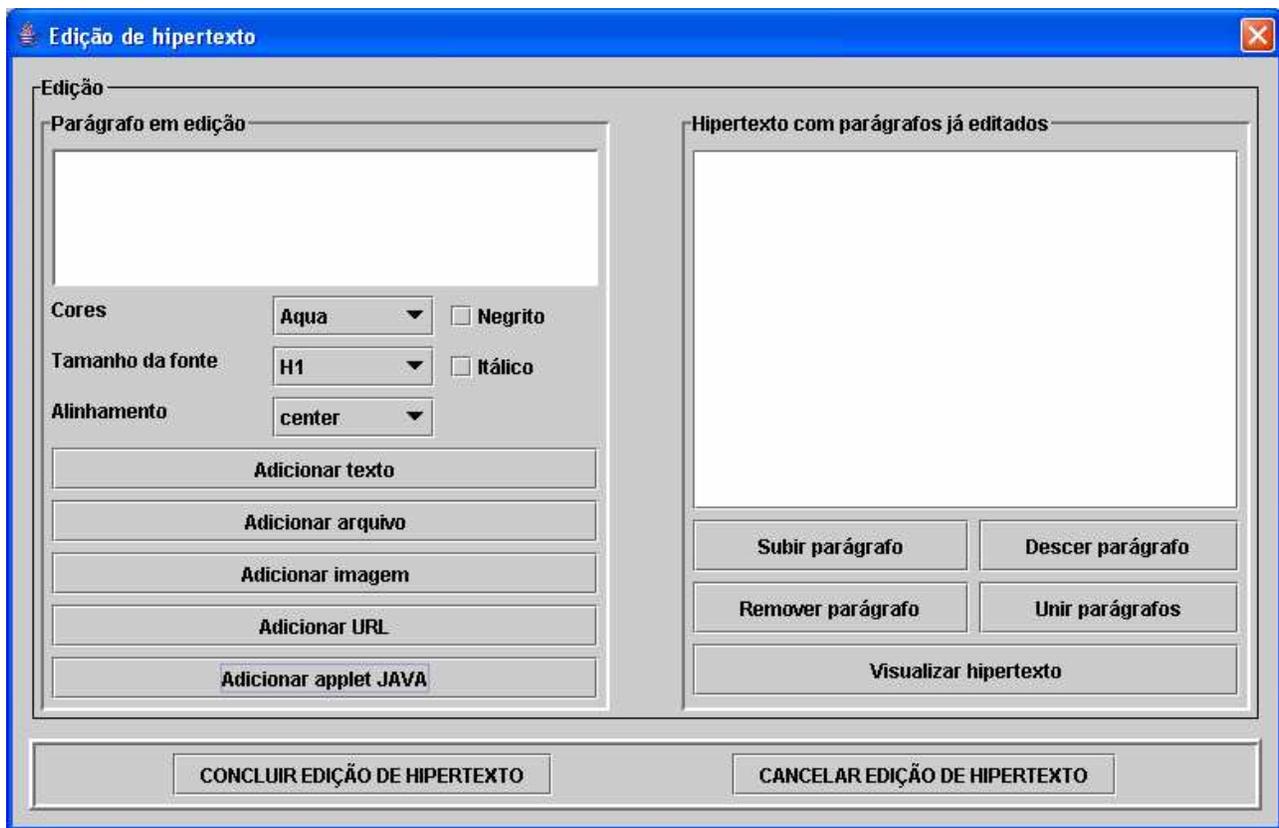


Figura 7.5 - Terceira versão da janela para edição dos parágrafos de um hipertexto no COMA.

Diferentes estudos de caso foram realizados e permitem um melhor entendimento da metodologia de desenvolvimento utilizada, descrita neste capítulo.

7.2 Primeiro Protótipo: Aplicativo COLA

O primeiro aplicativo desenvolvido, ou seja, o primeiro protótipo, foi chamado COLA ("Content Object Linking Administration Tool") e se inspirava inicialmente na idéia de objetos de aprendizagem reutilizáveis.

No contexto educacional, tem grande importância a "Advanced Distributed Learning Initiative"¹⁸⁸ com o SCORM ("Sharable Content Object Reference Model"), ao sugerir a definição de objetos de aprendizagem reutilizáveis. O SCORM permite que se agreguem material didático e metadados para a importação e exportação; estas especificações em XML oferecem uma ligação crucial

¹⁸⁸ Internet - URL: <http://www.adlnet.org/> - Advanced Distributed Learning (ADL) - Acesso: 3 de julho de 2003.

entre os repositórios para conteúdo de aprendizagem e os sistemas de gerenciamento de aprendizagem. A maior vantagem do XML neste contexto é a de oferecer aos desenvolvedores a habilidade de definir como os aplicativos devem interpretar os dados; estas especificações permitem a reutilização de conteúdo de aprendizagem baseado na WWW através de múltiplos ambientes e produtos¹⁸⁹.

No caso do aplicativo COLA, os objetos de aprendizagem seriam simplesmente arquivos de texto, planilhas, imagens, animações, apresentações, etc. com quaisquer formatações e passíveis de serem incluídos como “hyperlinks” (ligações) em um hipertexto em HTML.

7.2.1 Características

O aplicativo COLA foi desenvolvido com interface em inglês, utilizando-se da linguagem C++. O aplicativo busca gerar hipertexto em HTML, o qual pode conter “hyperlinks” (ligações) para arquivos de vários tipos, o que deste modo auxilia o seu usuário na construção do hipertexto. A área de trabalho do aplicativo COLA permite que se utilizem diagramas para modelagem. Cada nó do diagrama representa uma parte do módulo, ou seja, uma página HTML referente ao hipertexto; as flechas indicam qual a seqüência em que o hipertexto será lido, definindo-se a priori uma leitura linear do mesmo. Percebe-se, portanto, que o diagrama não era um mapa conceitual e tinha como funções principais permitir a modelagem inicial e ordenar a leitura do produto final.

Por possuir tais características, o aplicativo pode ser utilizado por professores ao preparar aulas ou tutoriais assim como por alunos ao construir páginas para Internet com trabalhos escolares, por exemplo. Por certo, quando são utilizados ambientes como o TelEduc em educação mediada por computador, faz bastante sentido se utilizar um aplicativo como o COLA para disponibilizar um trabalho no portfólio de um aluno, por exemplo, ou para se realizar a autoria de atividades por parte de um professor, já que o hipertexto em HTML é facilmente navegável em um “browser” (navegador) como aqueles normalmente utilizados para se acessar o TelEduc via Internet.

A seguir, na figura, temos uma imagem mostrando a área de trabalho do aplicativo COLA com um diagrama utilizado na modelagem de um tutorial sobre como utilizar este mesmo aplicativo. Cada nó do diagrama representa, deste modo, uma parte do módulo, ou seja, uma página HTML referente ao hipertexto. As flechas, por sua vez, indicam qual a seqüência em que o hipertexto será lido caso se

¹⁸⁹ Internet - URL: <http://xml.coverpages.org/> - The Cover Pages - Acesso: 3 de julho de 2003.

deseje uma leitura linear do mesmo. Isso é importante, muitas vezes, pois se existir uma parte inicial que seja introdutória esta deverá ser lida antes das outras, como na figura a seguir.

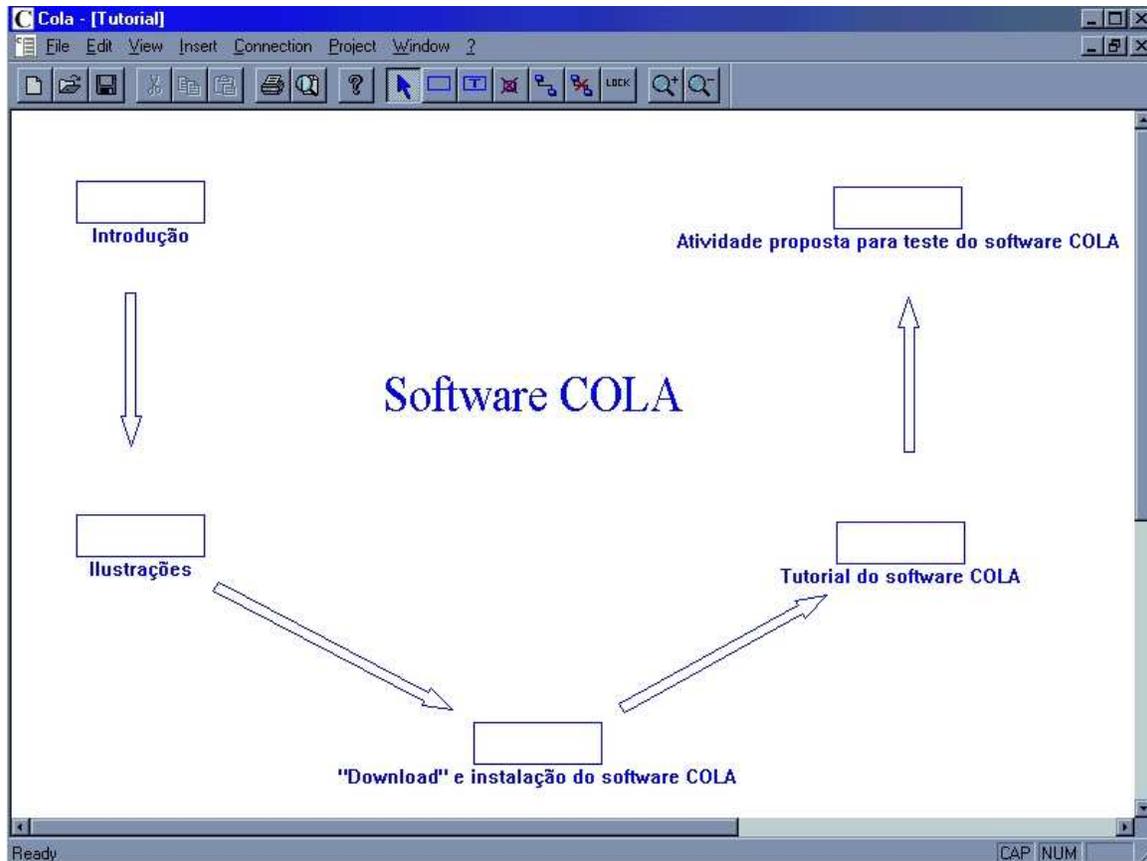


Figura 7.6 - Imagem mostrando a área de trabalho do aplicativo COLA com um diagrama utilizado na modelagem de um tutorial sobre como utilizá-lo.

Na figura com a imagem mostrando a área de trabalho, acima, percebe-se que o tutorial se divide em cinco partes, sendo que a cada parte se refere uma página em hipertexto a ser gerada pelo aplicativo COLA: (1) Parte 1 do tutorial, com a "Introdução"; (2) Parte 2 do tutorial, com as "Ilustrações"; (3) Parte 3 do tutorial, com "'Download' e instalação do software COLA"; (4) Parte 4 do tutorial, como o "Tutorial do software COLA"; (5) Parte 5 do tutorial, com a "Atividade proposta para teste do software COLA".

Deste modo, percebe-se pela figura anterior a indicação explícita de que a parte 1, "Introdução", vem antes da parte 2, "Ilustrações", e assim por diante. Cada nó do diagrama, na forma de um retângulo, representa uma página (com texto, imagens, "links", etc.) e deve ser incluído utilizando-se a ferramenta na forma de retângulo da barra de ferramentas. Em seguida, deve-se ocorrer o

posicionamento adequado deste primeiro nó na área de trabalho, para que então o processo se repita e seja inserido o segundo nó relativo à segunda página.

Para se indicar qual página vem antes, utiliza-se uma flecha (arco) entre retângulos que representam páginas (nós). Utiliza-se para tanto a ferramenta na forma de um botão com dois retângulos conectados presente na barra de ferramentas.

Desta feita, para o tutorial dividido em cinco partes em consideração, seriam geradas cinco páginas, sendo uma para cada parte do tutorial. Adicionalmente, uma outra página, com o índice, também seria gerada, conforme se vê na figura seguinte.



Figura 7.7 - Página HTML com índice, gerada automaticamente, com “links” para as demais páginas.

Seguindo-se o modelo (“template”) sugerido para a construção de cada página HTML, o usuário poderia incluir cabeçalho (“header”), título (“title”), autores (“authors”), resumo (“abstract”) e palavras-chave (“key-words”), conforme se indica a seguir na figura.

The image shows a dialog box titled "Content Object template". It contains the following elements:

- Header: [Empty text field]
- Title: [Introdução]
- Authors: [Empty text field]
- Abstract: [Large empty text area]
- Keywords: [Empty text field]
- [Add] [Remove] buttons next to the Keywords field.
- Sections: [Empty list box]
- [Add / Edit] [Remove] [Up] buttons next to the Sections list.
- [OK] [Cancel] buttons at the bottom.

Figura 7.8 - Modelo ("template") sugerido para a construção de cada página HTML.

Cada texto (ou hipertexto) pode ser dividido em partes, chamadas seções. O modelo ("template") sugerido também permitia que fossem inseridas as diversas seções do hipertexto separadamente, conforme se vê na próxima figura, com a inserção de título ("title"), texto ("text"), ligações ("links") e subseções do texto.

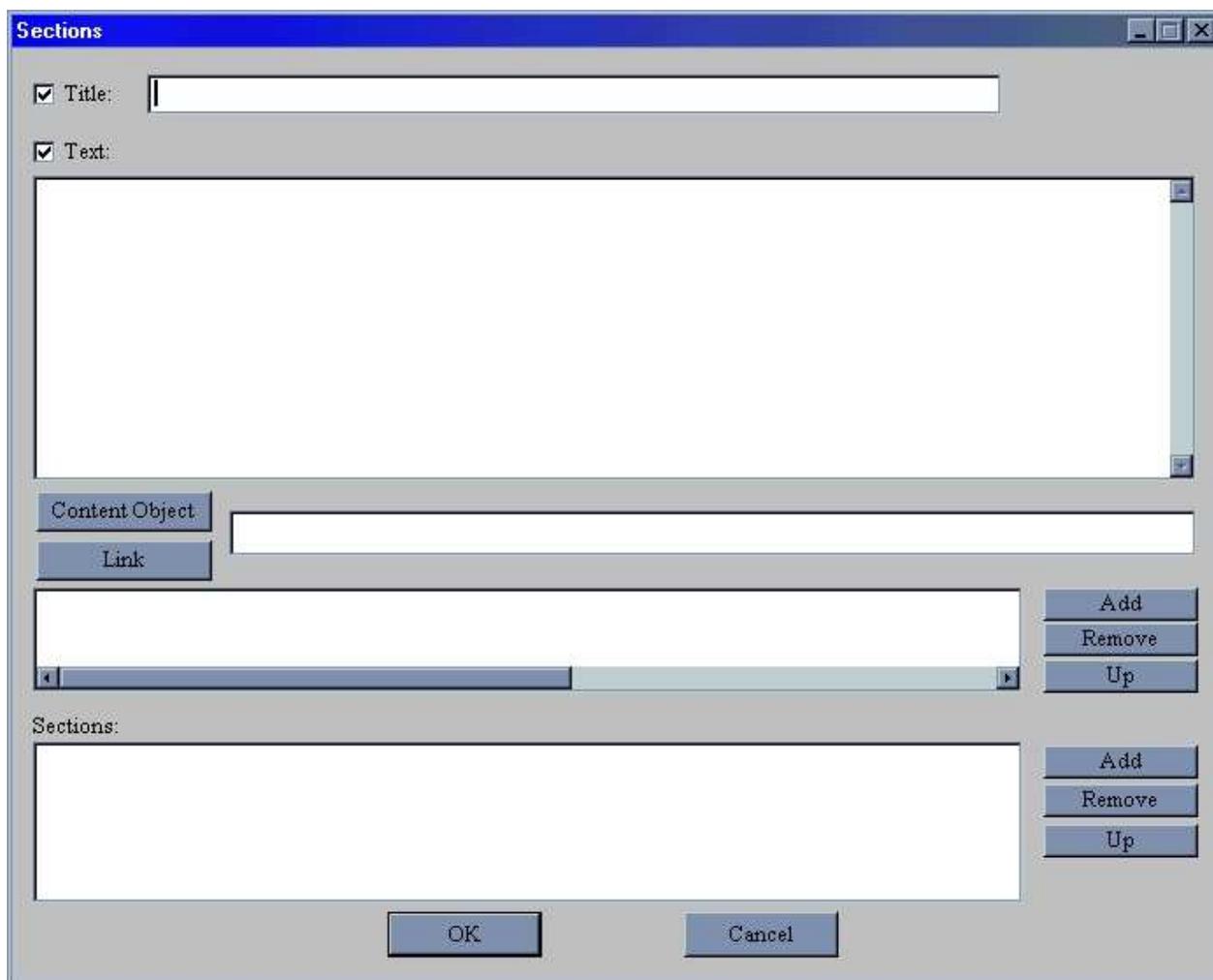


Figura 7.9 - Inserção das diversas seções do hipertexto separadamente.

A figura seguinte mostra a construção da parte 2 do tutorial, chamada "Ilustrações".

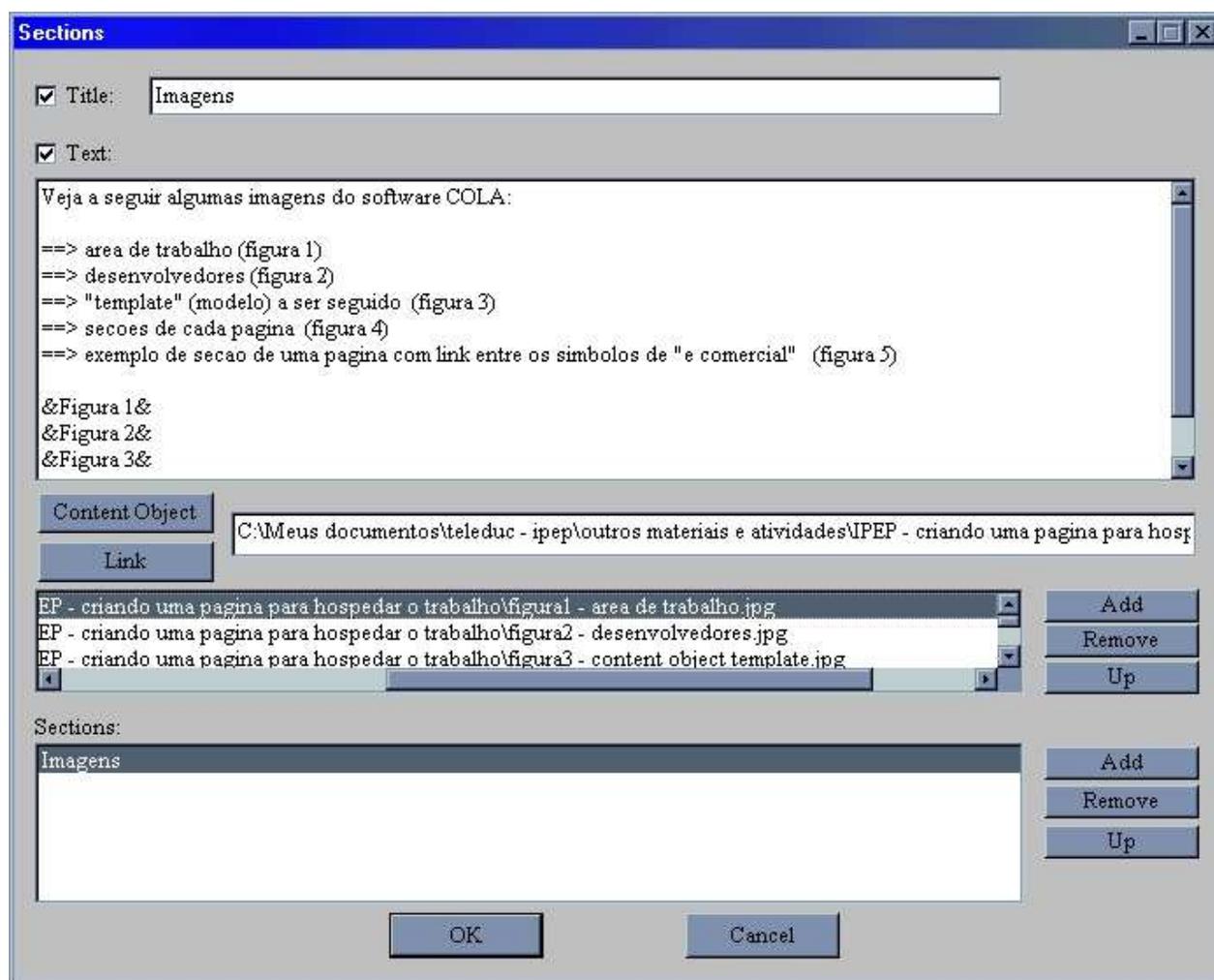


Figura 7.10 - Construção da parte 2 do tutorial, chamada "Ilustrações".

A próxima figura mostra como fica a página HTML gerada após a construção da parte 2 do tutorial, chamada "Ilustrações".

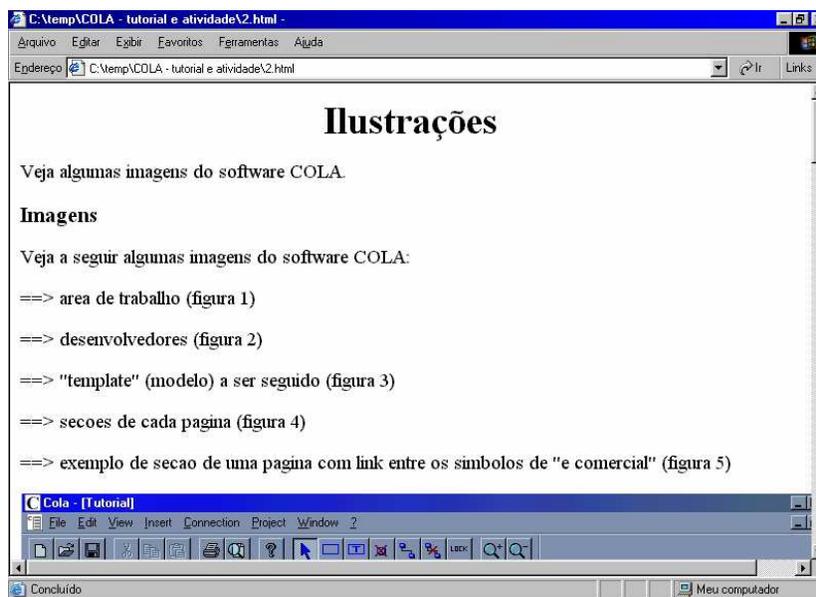


Figura 7.11 - Página HTML gerada após a construção da parte 2 do tutorial, chamada "Ilustrações".

Ao final de cada página gerada, no seu rodapé, o aplicativo automaticamente coloca “links” para o índice, para a página anterior e para a página posterior. O usuário, ao realizar a autoria, indica qual a primeira página para uma leitura linear, qual a segunda, e assim por diante, ao colocar flechas a partir da primeira no diagrama utilizado na modelagem, ainda na área de trabalho do aplicativo. Por certo, tais flechas poderiam ser retiradas ou colocadas a qualquer momento mas o seu uso tem importância inclusive para a construção da página com o índice.

Para que seja mais fácil colocar o conjunto de páginas em um domínio qualquer da Internet, na forma de um "site", pode salvar-se a página de índice do conjunto com o nome "index", já que há a necessidade de que alguma página seja o índice do "site".

No caso de uma atividade a ser colocada por um professor em um ambiente como o TelEduc, por exemplo, é fundamental que exista uma página de índice para que os demais arquivos possam ser ocultados (“escondidos”), de modo que fique disponível apenas um “link” quando se busca o conjunto de páginas.

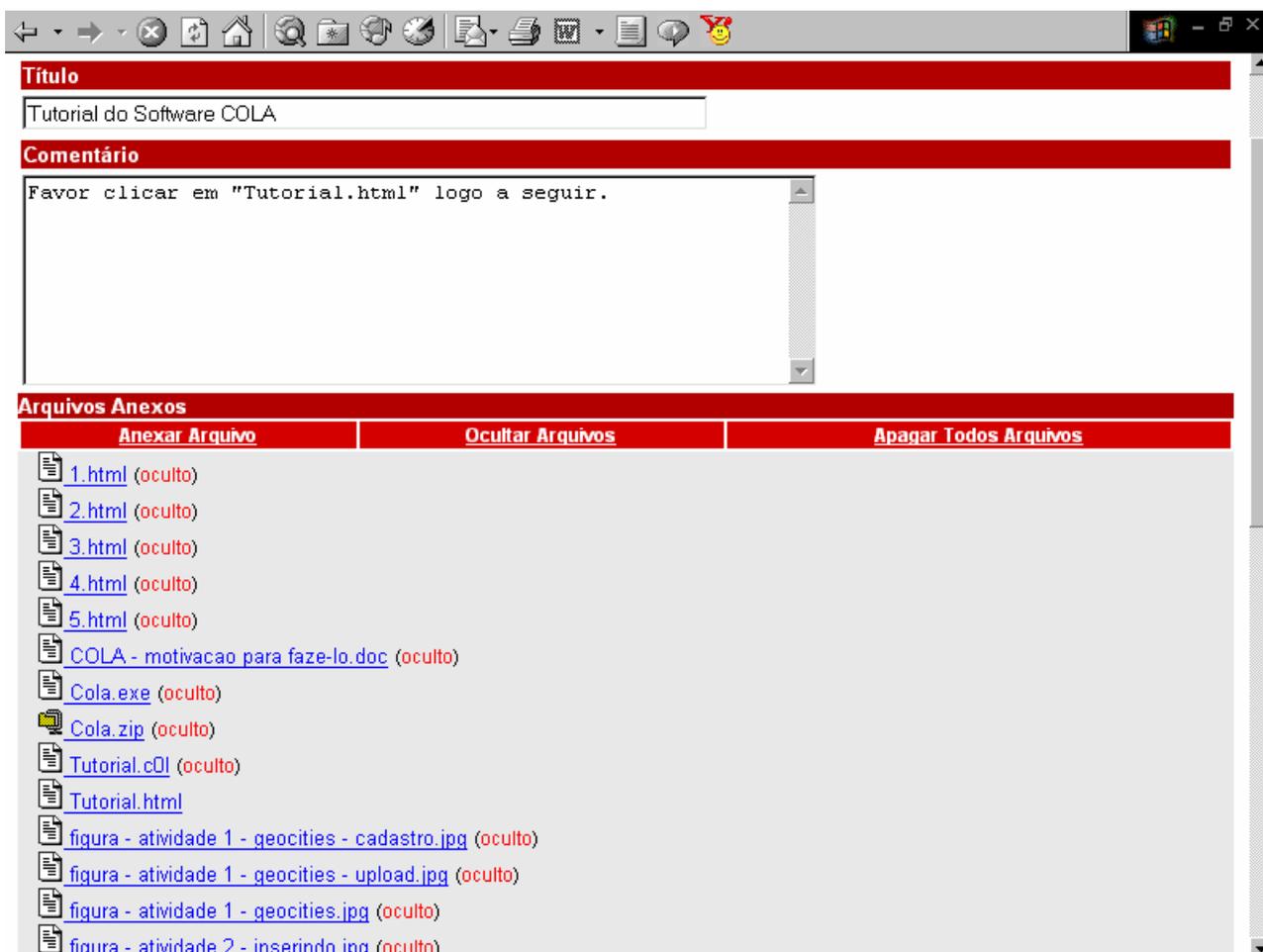


Figura 7.12 - Uma página de índice chamada "Tutorial.html" permite o acesso às demais, que são ocultadas, assim como são ocultados os arquivos que não sejam HTML.

Descreve-se a seguir um caso de uso do aplicativo COLA ("Content Object Linking Administration Tool") em um contexto de ensino/aprendizagem.

7.2.2 Casos de Uso

Os casos de uso do aplicativo COLA ("Content Object Linking Administration Tool") ocorreram durante o segundo semestre de 2002 com cerca de 180 alunos do curso de graduação em Administração das Faculdades Integradas IPEP de Campinas. Através de uma cooperação com o NIED da UNICAMP, criou-se um espaço intitulado "IPEP – Introdução à Informática", o qual foi utilizado

por tais alunos na disciplina “Introdução à Informática”, a qual contava com três horas de aula no período noturno, semanalmente.

A ferramenta "Parada Obrigatória" do TelEduc foi utilizada tanto para a disponibilização do arquivo com o aplicativo para carregamento (“download”) como também para a disponibilização de um tutorial que contava com atividades para os alunos. Tais alunos participaram de três fóruns de discussão sobre o aplicativo utilizando a ferramenta “Fóruns de Discussão” do TelEduc, os quais receberam os seguintes nomes: (1) COLA sem tutorial; (2) COLA com tutorial; (3) COLA - Sugestões e comentários.

De modo a se verificar até que ponto seria fácil utilizar o aplicativo sem um tutorial, este foi disponibilizado sem o tutorial inicialmente. Ao participar do fórum “COLA sem tutorial”, muitos alunos deixaram evidente a necessidade do tutorial. As instruções iniciais do professor, na forma de mensagem dentro do fórum, foram as seguintes:

“Caro(a) Aluno(a), em breve o tutorial do software COLA será disponibilizado. Este software será utilizado para que você possa disponibilizar o seu trabalho em grupo sobre comércio eletrônico na Internet. Contudo, antes de ler o tutorial, você tentará utilizar o software sem receber quaisquer instruções. Porque? Para saber se realmente a interface é de fácil entendimento, o que faria com que não precisássemos de tutoriais detalhados. Assim, após tentar utilizar o software COLA sem tutorial, escreva aqui sobre as dificuldades encontradas e indique também por quanto tempo você teve paciência de tentar utilizar o software. Muito obrigado.”

Algumas das mensagens escritas pelos alunos no fórum “COLA sem tutorial” são apresentadas a seguir.

Um dos alunos deixou evidente a dificuldade com a língua ao escrever “...encontramos muitas dificuldades no idioma e na montagem da página...”

Outro, mencionou a necessidade de um tutorial ao escrever que “o software em questão é de fácil utilização, porém, sem o tutorial encontramos algumas dificuldades...” Em resposta a esta mensagem, outro aluno escreveu que, apesar do tutorial ser importante, este não seria tão intensamente utilizado: “...concordo com você... Mas você há de concordar comigo que depois de termos o tutorial ninguém vai ler...” Outra evidência da necessidade de um tutorial: “Sentimos um pouco de dificuldade, para utilizar este software, sem o tutorial pois, para um primeiro contato sem ter os passos a seguir ,

as dificuldades são maiores. Após 15 min e com a ajuda do prof, conseguimos entender um pouco do software.”

Enquanto alguns alunos indicavam claramente que não haviam gostado do software, como no caso do aluno que escreveu que *“Toda essa enrolação para dizer delicadamente que não gostou do programa...”*, outros pareciam ter se interessado bastante, como no caso do aluno que escreveu que *“...o software me parece ser muito bom, porém não disponibilizamos neste momento de tempo para melhor explorá-lo, visto que a aula está terminando, mas estaremos usando em casa ou nas próximas aulas...”*

Alguns alunos chegaram a tentar utilizar o software por mais de meia hora, sem sucesso: *“...socorro, não consigo utilizar este programa!!!! ...e minha paciência é curta!!!! ...tentei durante 30 min. mas desisti...”* Outro caso: *“Achei o software ‘COLA’ legal, porém não guardei muito bem a ordem dos ‘cliques’. Quando eu souber mexer, tenho certeza que será bem útil. A propósito, tive muita paciência, estou desde as 19:15 fazendo isso. Agora são 20h e 25 min.”*

A maioria dos alunos escreveu frases que indicavam que uma simplificação da interface do software era necessária, como em *“Achamos complicado...”* ou em *“o software COLA parece muito bom, mas achei um pouco complexo...”*. Também, a maioria indicou a importância de um tutorial: *“A idéia do software é bastante interessante. Entretanto, a ausência do tutorial é notória desde os primeiros passos. Há a necessidade de um tutorial, mesmo que escrito no idioma original do programa. Tentei durante quinze minutos executar algumas tarefas dentro do programa, mas não obtive muito sucesso.”* Outra menção ao tutorial: *“Achei muito interessante este software, embora tive algumas dificuldades em manuseá-lo por não ter seguido um tutorial, mas pretendo explorá-lo melhor.”*

Ainda que muitos alunos tivessem dificuldade na utilização do software sem um tutorial, outros conseguiram utilizá-lo sem problemas: *“Achei o software muito bom com bons recursos. É uma nova opção de software para criação de nossas páginas. Sugestão: envie este software para o Superdownloads.”* Em um outro caso, um aluno indica que, mesmo tendo compreendido como utilizar o software, sentia a necessidade de um tutorial: *“tive um pouco de dificuldade por não ter muito conhecimento, mas consegui me familiarizar com a barra de ferramentas. ...depois que lermos o tutorial eu acredito que poderei produzir algo”*

Por mais que os alunos tivessem dificuldades na utilização do software, ficou evidente a motivação dos mesmos em dominar a interface para poder utilizá-lo: *“Houve dificuldades, pois não*

tivemos nenhum conhecimento anterior ao Software. Vamos tentar aprimorar nossos conhecimentos nos dedicando no trabalho em casa.”

Aspectos da aprendizagem colaborativa ficam evidentes ao se perceber a resposta à mensagem seguinte: *“Eu acho que deve ser uma ferramenta legal, mais já faz 15 minutos que estou tentando escrever e não consigo.”* Na resposta a esta mensagem, um aluno escreveu: *“Vou lhe dar esta dica: Basta utilizar o teclado que já está instalado no micro. Não é difícil. Brincadeira... Basta clicar duas vezes na caixa de texto que vc adicionou e editar o texto, antes de sair clique em add (adicionar).”* Em outra mensagem, mais uma vez comparece a idéia de colaboração, desta vez no que se refere a compartilhar idéias: *“O software é bastante interessante, porém para mim um pouco complicado, pois não tenho muito afinidade com informática. Mas acho que se funcionar irá facilitar bastante, poderemos estar incluindo trabalhos, e consultando trabalhos dos outros e compartilhando as idéias.”*

Paradoxalmente, alguns alunos consideraram o software simples, mesmo que considerassem a barra de ferramentas um tanto complexa: *“Como foi a primeira vez que usei esse software não consegui produzir nada, mas pude conhecer algumas funções e me familiarizar com a barra de ferramentas, acredito que depois que ler o tutorial eu poderei produzir algo. Mas o software é bem interessante, por que tem um visual simples.”*

Muitos dos alunos, mesmo que informalmente ao interagir com o professor no laboratório de informática, indicaram que gostariam de ter uma aula demonstrativa sobre como utilizar o software, de modo a se demonstrar o potencial de uso. Um aluno registrou essa opinião em uma mensagem: *“Achei um software bom, porém deve ser demonstrado de forma mais detalhada dentro do que ele realmente é capaz de trazer para nós, usuários finais.”*

Em resumo, pode-se dizer que os alunos tinham interesse em poder acessar um tutorial sobre o software COLA. As instruções iniciais do professor, na forma de mensagem dentro do fórum "COLA com tutorial", foram as seguintes:

“Caro(a) Aluno(a), o tutorial do software COLA já foi disponibilizado em ‘Parada Obrigatória’. Este software será utilizado para que você possa disponibilizar o seu trabalho em grupo sobre comércio eletrônico na Internet. Após ler o tutorial, escreva aqui sobre as dificuldades encontradas no entendimento deste tutorial e no uso do software em questão. Muito obrigado.”

Algumas das mensagens escritas pelos alunos no fórum "COLA com tutorial" são apresentadas a seguir.

Muitos dos alunos puderam compreender melhor o potencial do software após a leitura do tutorial, como se percebe na mensagem seguinte: *“Chegamos a conclusão que ele (tutorial) nos ensina como aprender a utilizar o software, como incluir arquivos feitos no Word, no Excel e PowerPoint, em uma página HTML, com o pouco esforço.”* Similarmente, outro aluno escreve que o *“(COLA) é um programa que facilita a colocação de textos e figuras, que podem ser trabalhos, materiais de divulgação, pesquisas, que poderão ser colocados diretamente numa página criada para visitação de usuários da Internet.”* Outro exemplo: *“Achamos muito interessante este software, pois permite a cria o de arquivos do Word, Excel, PowerPoint, possibilitando a cria o de links para anexar fotos, trabalhos escolares, etc.”*

Nas cinco mensagens seguintes, alunos indicam que o software   de fácil utiliza o, desde que acompanhado do tutorial: (1) *“Nós achamos que a idéia do software COLA muito interessante, pois ajudara a formular nossos trabalhos escolares em pagina da Web.”* (2) *“O Software COLA   de fácil utiliza o e o tutorial veio ajudar muito o desenvolvimento de trabalhos com o mesmo.”* (3) *“O software   de fácil uso, o tutorial vem somar algumas dicas importantes. Achei o programa bem interessante. Se a cópia não for protegida por leis, vou reproduzir e vender.”* (4) *“Com o tutorial sentimos maior facilidade na utiliza o do software que será muito útil em trabalhos futuros.”* (5) *“Após a leitura do tutorial, pude verificar que o software COLA   de grande utilidade para confec o de trabalhos da faculdade. Aprovado!!!! Onde posso comprar?”*

Outros, entretanto, parecem ter se confundido ainda mais depois de lerem o tutorial: *“Particularmente, eu não entendi como fazer com que os trabalhos feitos no Word, Excel, etc. podem ser colocados no COLA... E se pode, como fazer?”* Em mais um exemplo, um aluno indica que *“Tivemos algumas dificuldades para utilizar o programa”*, mesmo com o auxílio do tutorial.

Alunos menos habituados a utilizar computadores continuaram a enfatizar a necessidade da media o por parte do docente: *“Estou com dificuldades, não consigo entender como fazer essas paginas sozinho.”* Em mensagem similar, outro aluno indica que *“Nós achamos que o tutorial está dando uma visão melhor do COLA; mesmo assim, ainda   muito vago; professor, por favor, gostaríamos de uma aula explicativa, com o Sr. na frente da sala, explicando passo a passo para todos; assim, acompanhamos de forma única a utiliza o do software, podendo ter maior compreensão sobre o dito cujo.”* Em resposta a esta última mensagem, um outro aluno escreve que *“Achei*

interessante sua sugestão. Acho que poderíamos entender melhor como funciona.” Alguns alunos chegavam a demonstrar certa irritação ao não conseguir utilizar o software mesmo com o auxílio do tutorial: *“Professor, eu achei muito complicado, usar este programa. Para eu que sou leigo em alguns assuntos referentes a informática, operar este programa é o mesmo que levar uma surra. Mas também é como o Sr. disse: só mexendo para aprender.”*

Os próprios alunos indicaram em várias mensagens que a sua falta de familiaridade no uso de recursos computacionais poderia ser o maior problema: *“Achei interessante porém precisaríamos de mais informações práticas de como mexer no programa, pois assim como eu vários alunos têm dificuldades para mexer nos programas do computador.”* Outro exemplo: *“...estou um pouco confuso devido as minhas próprias dificuldades...”*

Por outro lado, havia alunos que acreditavam que o software poderia ser utilizado até mesmo por pessoas sem grandes conhecimentos de informática: *“O software COLA é uma das maneiras mais simples de implementar arquivos na Web... Embora o sistema esteja em desenvolvimento a idéia é muito boa, permitindo a usuários (leigos) utilizarem sem maiores problemas.”*

Para alguns, o tutorial pareceu incompleto: *“Eu achei meio vago, gostaria que o professor desse um pouco mais de informações para os alunos sobre esse software, assim quem tiver interesse vai aprender a usar suas ferramentas que parece ser muito interessante.”* Outro comentário sobre a falta de profundidade do tutorial: *“...complicado; precisamos de explicações mais detalhadas...”* Outros, por sua vez, indicaram que a solução poderia ser a confecção de um manual, com mais detalhes que um tutorial: *“Particularmente eu não entendi como utilizar este programa, talvez seja pela falta de um manual explicativo.”*

Certos alunos, mesmo tendo compreendido o tutorial, não gostaram do software: *“Apesar de ser um recurso para nos ajudar na construção de páginas, pude observar que o programa é deficiente...”* Outros gostaram bastante: *“O software é muito bom, nos ajuda a construir nosso site com simplicidade, basta dedicar um pouco de nosso tempo usando o software COLA.”* Outro exemplo de mensagem indicando que o usuário gostou do software: *“Podemos perceber que esta ferramenta nos facilita bastante a criação de páginas na Internet.”*

O fórum "COLA - Sugestões e comentários" ocorreu após a última atividade envolvendo o aplicativo COLA. As instruções iniciais do professor, na forma de mensagem dentro do fórum, foram as seguintes: *“Caro(a) Aluno(a), coloque aqui seus comentários e sugestões relativamente ao software COLA. Muito obrigado.”*

Algumas das mensagens escritas pelos alunos no fórum "COLA - Sugestões e comentários" são apresentadas a seguir.

Alguns alunos gostariam de aprender mais sobre como utilizar o software: *“Achei interessante esse software, mas ao mesmo tempo um pouco difícil de operar; gostaria de aprender mais sobre o COLA.”* Outro exemplo: *“Achei um pouco confuso, com o tutorial fica mais fácil, mas temos que fazer vários exercícios para melhor absorção.”*

Boa parte dos alunos gostou do software: *“Achei que o COLA facilitou muito a abordagem da aula: é um software prático e razoavelmente fácil de se usar.”* Mais um exemplo: *“Eu achei que neste modo de criação para página mais rápido e abrangente, pois em uma única página você tem a oportunidade de criar vários links, como: trabalho de escola, particulares, currículo, entre outros... Vou tentar praticar mais em casa.”*

Alguns, infelizmente, não chegaram a concluir as tarefas propostas: *“Prof. eu tentei fazer o exercício no COLA porém tive dificuldades, espero que você possa novamente dar uma lembrada sobre a aula em que você explicou sobre o assunto pois muitos alunos, assim como eu, ficaram com dúvidas.”*

A preferência por uma interface em Português ficou evidente em um grande número de mensagens, como a que segue: *“Realmente o COLA é muito complicado, até com o tutorial não foi fácil entender... O idioma atrapalhou um pouco e deveria ter mais exemplos no tutorial.”*

A seguir, algumas conclusões preliminares relacionadas a esta experiência.

7.2.3 Conclusões Preliminares

Após análise dos fóruns de discussão e de entrevistas informais com os alunos, percebeu-se uma grande dificuldade em se utilizar o aplicativo COLA sem explicações iniciais e sem um tutorial. Mesmo após a disponibilização do tutorial, muitos alunos ainda continuaram a ter dificuldades pois o tutorial era pouco detalhado e a interface do software estava na Língua Inglesa. De modo geral, os alunos ficaram motivados com a idéia de poder utilizar um aplicativo que gerasse o hipertexto que comporia suas páginas na Internet, o que lhes permitiria evitar o estudo mais aprofundado de HTML.

Em entrevistas informais, os alunos se queixaram do fato de ter que representar cada página na área de trabalho por um retângulo, e não por uma figura, por exemplo. Também se queixaram de não poder utilizar cores de fundo em cada página e de não poder escolher a formatação (itálico, negrito, sublinhado, cores, tamanho, etc.) das letras. Em especial, ficavam desapontados com a página de índice, pois esta não era editável.

Em entrevistas informais com alguns professores que tiveram contato com o aplicativo, ficou evidente que o tipo de diagramação permitida pelo aplicativo era muito limitada e somente servia para a criação de um módulo educacional ou de uma página, por exemplo. O uso do aplicativo como uma simples ferramenta de diagramação por aqueles não interessados em gerar hipertexto não era possível.

Outras deficiências encontradas foram as seguintes: (1) Como o aplicativo foi desenvolvido em C++ para Microsoft Windows, sua utilização em outros sistemas operacionais como Linux não era imediata. (2) Ao se cogitar uma possível integração do aplicativo COLA enquanto funcionalidade (ferramenta) do ambiente TelEduc, parecia ser mais viável uma integração de um “applet” Java ao TelEduc do que uma ferramenta com código em C++. Ademais, a maior velocidade oferecida pelo C++ relativamente ao Java não chegava a ser uma vantagem diante do tipo de aplicação em consideração. (3) O uso de “templates” (modelos) não era viável pois a maioria dos usuários, em especial alunos, prefere utilizar a sua criatividade para melhor organizar o conteúdo e a disposição de parágrafos em suas páginas. (4) A interface da área de trabalho do aplicativo COLA era desnecessariamente complicada, com muitos botões na barra de ferramentas, o que confundia seus usuários.

Por estes e por outros motivos, optou-se pelo desenvolvimento de um segundo protótipo, desta vez chamado de COMA (Conceitos e Mapas), o qual permitiria, entre outras coisas, a autoria de mapas conceituais e não apenas de diagramas simples que indicassem a ordem de leitura linear do texto, como no caso do aplicativo COLA. Mapas conceituais, podem ser aplicados até mesmo na avaliação da aprendizagem dos estudantes, desde avaliações diárias até a exploração de conhecimentos especializados por estudantes avançados.

Em outras palavras, este segundo protótipo permitiria que se trabalhasse com mapas conceituais independentemente da possível autoria posterior de hipertexto, o que conferiu maior flexibilidade ao uso do aplicativo COMA, o qual é descrito a seguir.

7.3 Segundo Protótipo: Aplicativo COMA

Como realizar a geração de conteúdo para a Educação a Distância de forma colaborativa utilizando computadores? Como reutilizar e/ou compartilhar diferentes conteúdos gerados para diferentes ambientes de gerenciamento de educação via Internet como o brasileiro TelEduc?

Por certo, parece viável propor um software educacional de compartilhamento e reutilização de conteúdo hipermedia que seja flexível quanto à posterior distribuição e publicação do conteúdo. Neste software, o conteúdo hipermedia poderia ser desenvolvido colaborativamente tanto por professores no seu processo de preparação de material para o ensino como também por alunos durante seu processo de aprendizagem, seguindo a abordagem de aprendizagem colaborativa e ao mesmo tempo promovendo redução de custos via reutilização e compartilhamento posteriores, entre outros fatores de importância (PIVA JR. et al., 2002).

Portanto, sugere-se nesse contexto que o software de geração de conteúdo hipermedia para Educação a Distância seja intuitivo e abrangente em sua aplicabilidade, com interface gráfica simplificada e personalizável e com um ambiente visual de criação, o qual permitisse, entre outros, que professores de disciplinas de quaisquer níveis de ensino gerassem conteúdo hipermedia que pudesse ser utilizado em diferentes ambientes computacionais. Esse software deve ser desenvolvido seguindo uma semântica pedagógica, ou seja, deve permitir que o usuário desenvolva o conteúdo através de descrições e definições em alto nível. Ele deve reunir todas as etapas do processo de desenvolvimento de conteúdo (desde a concepção inicial até a sua apresentação na Internet) para que seja aumentada a produtividade do usuário (aluno ou professor).

A formalização na geração de conteúdo deve permitir que o mesmo seja reutilizável, possa ser definido em alto nível de abstração, ser consistente e interoperável. A reutilização tem como objetivo permitir que um objeto de conteúdo possa ser adaptado a diferentes perfis de estudante e materiais didáticos. O alto nível de abstração permite que o usuário construa o conteúdo didático sem ater-se à especificação técnica do conteúdo. Deve pretender-se, portanto, um foco didático e portanto intuitivo para o educador. A consistência permite manter a fidelidade e confiabilidade da informação contida no conteúdo apesar de sua reutilização em diferentes contextos, o que obriga adaptações na sua forma. A interoperabilidade permite que o conteúdo possa ser lido e alterado em diferentes ambientes computacionais. Diferentes ambientes significa, dentre outras coisas, diferentes sistemas operacionais,

variados tipos de software para geração de conteúdo hiperfídia e software para reprodução desse conteúdo. Portanto, é preciso um modelo e uma metodologia para geração de conteúdo hiperfídia. Várias padronizações estão sendo propostas. Uma padronização que vem sendo difundida na comunidade internacional é o modelo de referência SCORM (ADL, 2001)¹⁹⁰ para objetos de conteúdo.

Há outros aspectos adicionais de suma importância. O software que se propõe deve ter uma "máquina" de busca de objetos de conteúdo didático; alguns aspectos já foram investigados por PIVA JR. et al. (2002). Com a aprendizagem colaborativa, muitos usuários podem contribuir para um crescimento expressivo da base de dados, o que torna imprescindível um algoritmo de procura de conteúdo seguindo critérios definidos pelo usuário. Esse recurso é importante, por exemplo, na reutilização de conteúdos na formação de disciplinas, cursos e treinamentos pois permite ao professor recuperar os objetos de aprendizagem necessários na composição de novos conteúdos.

Um conteúdo didático de qualidade é submetido a revisões e atualizações frequentes. Se a base de conteúdo cresce, o esforço de revisão e atualização também cresce. Por exemplo, se uma figura é suprimida de um conteúdo, a referência a essa figura deve ser analisada e suprimida. Se uma figura é adicionada, em algum lugar essa figura deve ser referenciada. Se o título do objeto de conteúdo é alterado, as referências de outros objetos a ele devem ser atualizadas. Portanto é importante que as atualizações e revisões do conteúdo devam ser feitas de forma eficiente. As futuras alterações não devem prejudicar a consistência da base de objetos de conteúdo.

Com a abordagem colaborativa, as fontes de conteúdo didático serão variadas, ou seja, diferentes educadores em diferentes localidades poderão contribuir na construção, atualização, revisão e reutilização de conteúdos. Portanto o software de suporte a estas atividades deve ser transparente quanto às fontes distribuídas de conteúdo. Para o professor que utiliza um conteúdo na elaboração de uma disciplina, curso ou treinamento, não importa se o objeto utilizado está no computador local ou disponível em alguma URL (endereço da Internet). O importante é que esse objeto possa ser recuperado quando o material didático for utilizado pelos estudantes.

Um software de geração de conteúdo hiperfídia para Educação a Distância conforme o sugerido apresentaria enorme complexidade. Uma solução alternativa seria a de se desenvolver um software de menor complexidade no qual se buscaria colocar em prática parte do que se propôs nos parágrafos anteriores desta seção. A seguir, descrevamos o aplicativo COMA, um protótipo desenvolvido na perspectiva delineada.

¹⁹⁰ Internet - ADL - ADVANCED DISTRIBUTED LEARNING INITIATIVE (2001). The SCORM Overview. URL:

7.3.1 Características

Nesta seção, são descritas tanto as funcionalidades do aplicativo chamado COMA, abreviação de Conceitos e Mapas, assim como também as características computacionais e pedagógicas do mesmo.

Após a realização dos casos de uso com o aplicativo COLA, desenvolveu-se um novo protótipo implementado em Java¹⁹¹, desta vez chamado de COMA. Já com suporte multilíngue, incluindo Português, Espanhol e Inglês, o aplicativo busca se tornar mais atraente a brasileiros no contexto da educação apoiada pela Internet, seguindo a tendência iniciada pelo software educacional brasileiro TelEduc de oferecer interfaces em diversas línguas.

A escolha da linguagem Java foi baseada nos seguintes aspectos: (1) O desempenho computacional não é um fator crítico para o tipo de software educacional que se considera no contexto desta pesquisa. Essa preocupação surge do fato da linguagem Java não ser normalmente compilada em código nativo; entretanto, as versões recentes das Máquinas Virtuais Java têm melhorado o desempenho da linguagem sensivelmente, detectando partes críticas do programa e compilando-as em código nativo em tempo de execução. Esse recurso é chamado de compilador "just-in-time". (2) O fator portabilidade é crítico, pois a aprendizagem colaborativa exige um ambiente distribuído e multiplataforma. Tal portabilidade é possível com a instalação da Máquina Virtual Java disponível para os principais sistemas operacionais. (3) O foco da linguagem Java é a Internet, o que traz novamente a importância dessa escolha uma vez que a Internet é cada vez mais difundida na educação a distância. (4) A facilidade de manipulação de objetos multimídia referenciados por URL na linguagem Java também é um fator importante pois flexibiliza a forma de apresentação dos conteúdos dando mais liberdade aos educadores. (5) A possibilidade do aplicativo se apresentar com um "applet" no navegador permite integrar conteúdo didático (HTML com XML e diferentes URL referenciadas como textos, figuras, vídeos, etc.) com o ambiente de aprendizagem de forma mais natural e também permite integrá-lo mais facilmente a ambientes de educação a distância como o software livre TelEduc. (6) A linguagem permite associar a chamada do método de um objeto ao corpo do método em tempo de execução ("late binding"), recurso utilizado em polimorfismo. A importância do polimorfismo será

<http://www.adlnet.org/>. 1 de Outubro, 2001.

¹⁹¹ Internet - Java Technology - Sun Microsystems - URL: <http://java.sun.com/> - Acesso: 3 de julho de 2003

explicada adiante. (7) A disponibilidade de várias plataformas abertas de multi-agentes em Java é um aspecto que também influenciou a decisão pois permitirá no futuro utilizar a tecnologia de agentes no aplicativo.

Com suporte multilíngue, incluindo Português, Espanhol e Inglês, o usuário escolhe inicialmente qual língua quer utilizar (figura a seguir).



Figura 7.13 - O aplicativo COMA apresenta suporte multilíngüe, contemplando desde a sua primeira versão o Português, o Inglês e o Espanhol.

No aplicativo COMA, temos uma interface que busca ser a mais simples possível, com apenas sete botões na barra de ferramentas para que se dê a autoria de um mapa conceitual: símbolo de uma flecha para indicar seleção com cursor; letra C para inclusão de um conceito; letra C com uma letra X sobreposta para exclusão de um conceito; letra R para inclusão de uma relação; letra R com uma letra X sobreposta para exclusão de uma relação; símbolo de lente de aumento com o sinal + para indicar ampliação do mapa (“zoom in”); e símbolo de lente de aumento com o sinal - para indicar diminuição do mapa (“zoom out”). A figura a seguir mostra o aplicativo e um mapa conceitual bastante simples, com apenas quatro conceitos, sendo “triângulo” o conceito principal.

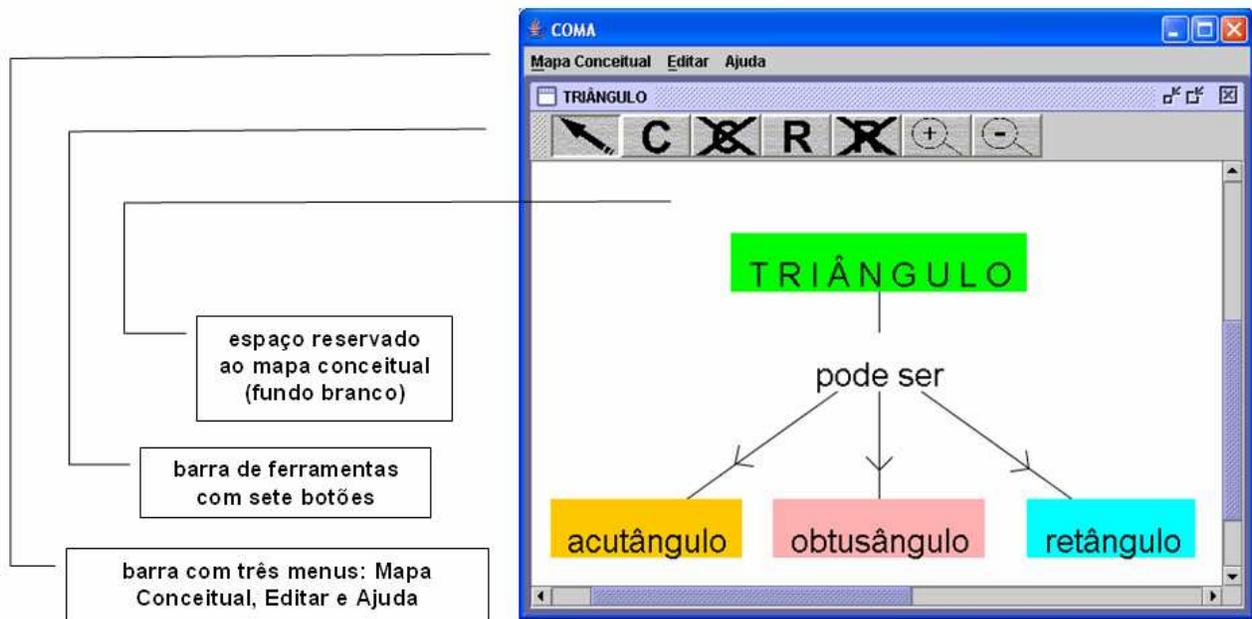


Figura 7.14 - Exemplo bastante simplificado de mapa conceitual com quatro conceitos.

No menu “Ajuda” da barra de menus, há um “link” para uma página da Internet com ajuda aos usuários e exemplos de utilização do software. No menu “Mapa Conceitual” há várias funcionalidades, inclusive diferentes opções de como salvar o mapa conceitual e os hipertextos associados. No menu “Editar”, pode-se editar e visualizar o índice do conjunto de páginas de hipertexto que são geradas pelo software. O espaço reservado ao mapa conceitual cresce conforme novos conceitos são incluídos. Na figura seguinte, indica-se em detalhe a função de cada botão da barra de ferramentas mostrada na figura anterior.

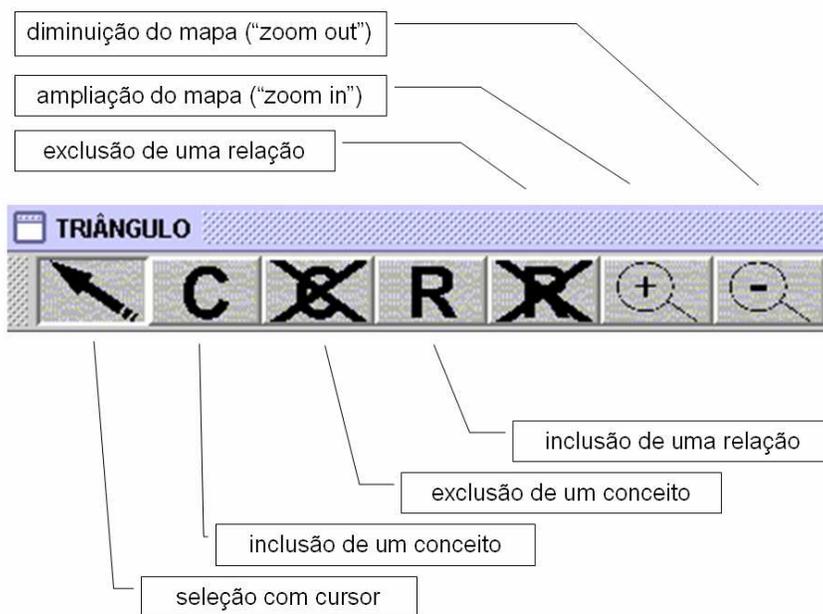


Figura 7.15 - Detalhe indicando a função dos sete botões na barra de ferramentas.

Pedagogicamente, o aplicativo permite ao usuário utilizar mapas conceituais para representar o conhecimento. Tais mapas, sejam eles simples ou de grande complexidade, podem ser utilizados em uma sistemática de aprendizagem colaborativa, onde alunos poderiam, por exemplo, trocar mapas entre si. Podem também ser utilizados individualmente em uma sistemática de aprendizagem significativa, onde, por exemplo, um professor poderia oferecer um mapa incompleto a seus alunos para que estes associassem conceitos adicionais ao mesmo. NOVAK & GOWIN (1984) enumera inúmeras possibilidades educacionais do uso de mapas conceituais tanto por alunos como por professores em diferentes contextos. O uso de mapas permite ainda, no caso do aplicativo COMA, que um sistema de hipertexto seja modelado antes de sua criação, atitude que pode garantir um melhor entendimento das relações entre os conceitos em consideração, favorecendo a assimilação dos conceitos por estudantes.

No aplicativo COMA, para cada nó do grafo, ou seja, para cada conceito do mapa conceitual, pode-se incluir uma ou mais palavras e também uma imagem; opcionalmente, pode ser colocada apenas uma simples caixa de texto para cada nó, o que confere maior flexibilidade durante a criação de cada mapa conceitual. A figura a seguir mostra a janela de edição do conceito “triângulo”: há um espaço reservado para que se escreva um breve comentário sobre o conceito; há um botão para que se inclua uma imagem; há opções de seleção de cores para o texto, para a borda da caixa de texto e para o fundo da caixa de texto; há um botão para se editar o hipertexto associado ao conceito; e, finalmente, há um botão para se visualizar o hipertexto associado ao conceito.



Figura 7.16 - Escolha da palavra e da imagem associadas a cada conceito do mapa conceitual.

Os nós (ou conceitos) podem ser movidos livremente e editados sem restrição no espaço reservado ao mapa conceitual. Vários tipos de relacionamento são possíveis, com flechas bidirecionais e unidirecionais além de uma simples linha para cada arco do grafo; sobre cada relacionamento do mapa conceitual (arcos do grafo) pode-se colocar uma ou mais palavras.

Após a criação do grafo, que é um mapa conceitual com conceitos e relações, tem início a confecção das páginas HTML associadas a cada conceito segundo um modelo para edição de parágrafos mostrado na figura a seguir.

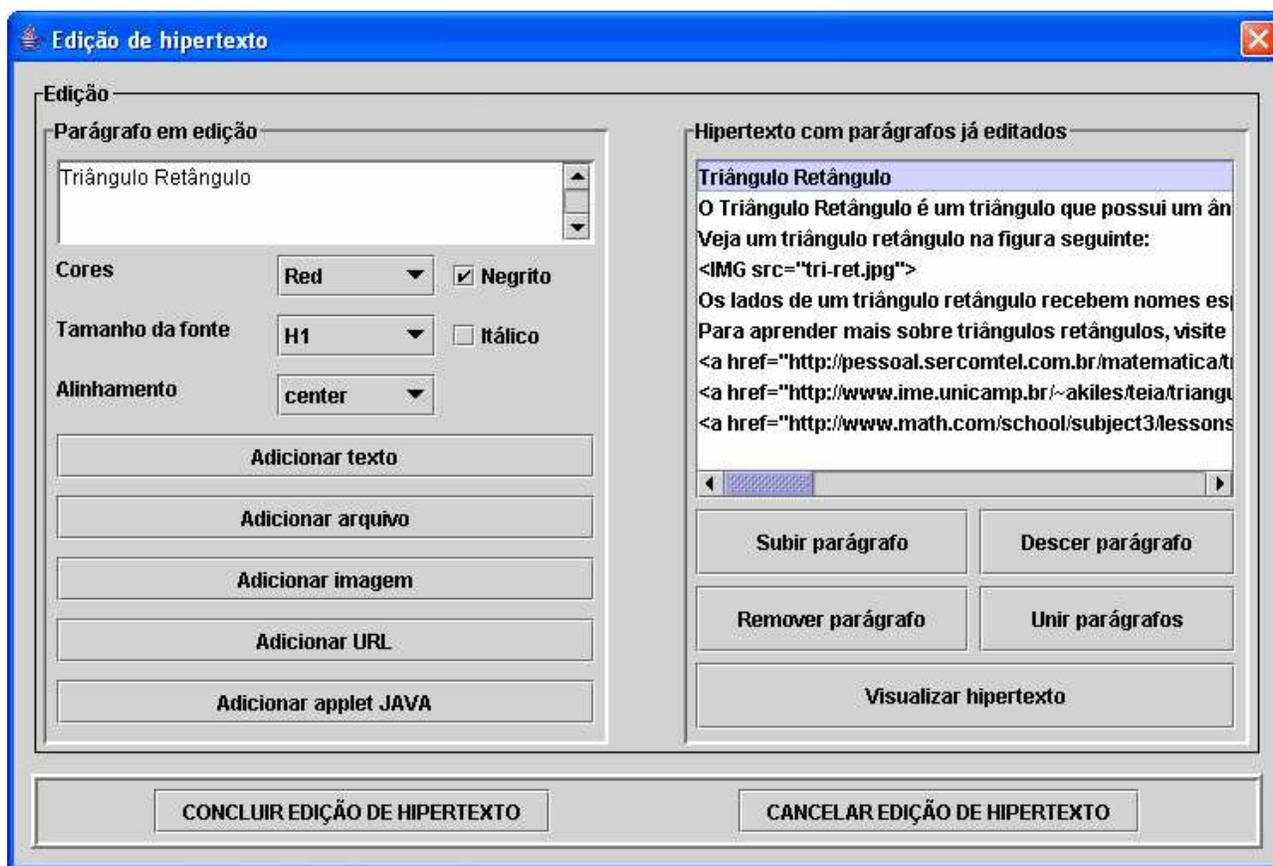


Figura 7.17 - Edição dos diversos parágrafos com possíveis imagens, endereços da Internet e "links" a arquivos que compõem cada página HTML associada a cada conceito.

Durante a edição dos parágrafos associados a cada página de hipertexto, são incluídos textos com várias opções de tamanho de letra e cores, imagens, "links" para arquivos de qualquer tipo, etc. Os arquivos anexados, sejam eles quais forem, são automaticamente copiados para a pasta criada quando teve início a autoria do respectivo mapa conceitual. Pode-se, opcionalmente, copiar um texto de algum editor de textos e colá-lo como sendo um ou mais parágrafos do hipertexto em edição, sendo que cada parágrafo tem formatação independente e tamanho ilimitado, de modo a se oferecer total liberdade ao usuário.

SCHIMIGUEL & ARAÚJO JR. & AMARAL (2004) indicam que certas regras básicas devem ser obedecidas por todos os "Web sites" (hipertextos na Internet) para garantir a legibilidade pois, se os usuários não conseguem ler o texto, de nada adianta todo o resto: projeto, velocidade, conteúdo, etc. Dentre tais regras básicas, temos o uso de cores com alto contraste entre o texto e o fundo. O chamado texto positivo, com texto preto em um fundo branco, ofereceria a legibilidade ótima. Tais autores

também indicam que elementos aleatórios como imagens no fundo da página dificultam o entendimento do conteúdo ao tirar a atenção da leitura; ademais, tornam o carregamento da página ("download") mais lento, o que pode levar a um aumentando do desinteresse do usuário.

Nesse sentido, optou-se por utilizar apenas fundo branco nas páginas HTML geradas pelo COMA. O texto, por padrão, é preto; por certo, outras cores de texto são possíveis e a escolha fica a critério do usuário.

No COMA, títulos e subtítulos, por exemplo, são tratados com parágrafos, algo que torna a interface bastante simples (cada página será um conjunto de parágrafos com formatação independente). Os arquivos podem ser animações, textos de diferentes formatações, planilhas, sons, vídeos, etc. o que permite que cada página indexe inúmeros arquivos relacionados a um dado conceito. É importante, entretanto, que se anexem apenas arquivos com extensões válidas para que os navegadores possam "abrir" tais arquivos nos respectivos aplicativos quando ocorrer um "clique" do "mouse" sobre o "link".

O aplicativo cria uma página HTML (figura a seguir) para cada nó do grafo além de uma página adicional que serve de índice, com "link" para as demais.

retângulo - Mozilla

Triângulo Retângulo

O Triângulo Retângulo é um triângulo que possui um ângulo reto. Ou seja: um dos seus ângulos mede noventa graus. Considerando-se que a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo é igual a 180° , então os outros dois ângulos medirão 90° e serão denominados complementares.

Veja um triângulo retângulo na figura seguinte:

Letra	Lado	Triângulo	Vértice = Ângulo	Medida
a	Hipotenusa		A = Ângulo reto	$A=90^\circ$
b	Cateto		B = Ângulo agudo	$B<90^\circ$
c	Cateto		C = Ângulo agudo	$C<90^\circ$

FONTE: <http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/trigonometria/trigonometria/mod114.htm>

Os lados de um triângulo retângulo recebem nomes especiais. Estes nomes são dados de acordo com a posição em relação ao ângulo reto. O lado oposto ao ângulo reto é a hipotenusa. Os lados que formam o ângulo reto (adjacentes a ele) são os catetos.

Para aprender mais sobre triângulos retângulos, visite alguns endereços da Internet:

[URL 1: Matematica Essencial: Trigonometria do triangulo retangulo](#)

[URL 2: Relações no Triângulo Retângulo](#)

[URL 3: Relations and sizes - Right triangle facts - In Depth](#)

Figura 7.18 - Exemplo de página HTML gerada pelo aplicativo COMA.

Exemplificando: para um mapa com 10 conceitos, teríamos 10 nós no grafo e portanto 11 páginas associadas já que a décima primeira seria um índice para as demais.

Ainda, no rodapé de cada página HTML associada a um conceito, há três "links": um para a página anterior (se existir), outro para a página posterior (se existir) e ainda um outro para o índice de páginas. Há ainda uma ferramenta de ordenação das páginas dentro do editor do índice de apresentação que permite que a ordem de aparecimento de páginas no índice seja definida pelo autor independentemente da ordem de criação dos nós que compõem o grafo, o que garante, entre outras coisas, que uma leitura linear do conjunto de páginas seja indicada. Como resultado, o aplicativo COMA permite não apenas o trabalho com mapas conceituais, mas também a confecção de páginas HTML que podem ser úteis para autoria de "sites", tutoriais, trabalhos escolares, aulas virtuais ou até mesmo para a simples indexação de arquivos sobre um dado tema.

A importância da página adicional que serve de índice se deve ao fato de que um dos problemas mais sérios para o uso de sistemas de hipertexto seja o de navegação. Conforme indica SALGADO et al. (1992), *“é muito comum que o usuário siga referências e depois de algum tempo não mais saiba onde está, nem onde e o quanto se desviou da trilha que percorria inicialmente”*. No mesmo texto, indica-se que há diversos tipos de interface que podem ser usados para ajudar o processo de navegação, como “visão hierárquica”, “visão olho de peixe”, “definição de viagens” e “mapas”.

No COMA, temos a “definição de viagens” com a página adicional que serve de índice, onde a ordem com que as páginas comparecem define um roteiro ou caminho que serve de guia de navegação. Temos ainda o uso de “mapas” de navegação, neste caso mapas conceituais em nível de detalhe a ser definido pelo autor do hipertexto; inclusive, os mapas conceituais podem comparecer na página adicional que serve de índice, como no exemplo da figura seguinte.



Figura 7.19 - Exemplo simplificado de página de índice gerada pelo aplicativo COMA.

Ao concluir a autoria do mapa conceitual e a edição do hipertexto correspondente, o usuário pode escolher entre três opções de salvamento: “salvar”, “salvar como” e “salvar e visualizar hipertexto”. No primeiro caso, salva-se o mapa conceitual e o hipertexto correspondente, incluindo-se aí os arquivos anexados, na pasta criada ao se iniciar a autoria. No segundo caso, salva-se em uma nova pasta a ser definida pelo usuário, a qual pode estar em um disquete ou em um DVD regravável, por exemplo, de modo que todos os arquivos incluídos no hipertexto ou gerados pelo software são copiados para o novo destino. No terceiro caso, todos os arquivos são salvos na pasta criada ao se iniciar a autoria e, em seguida, a página de índice do conjunto de hipertextos é visualizada no software de navegação escolhido pelo usuário. Neste caso, o software de navegação é iniciado pelo próprio COMA. Deve-se salientar que o usuário pode utilizar qualquer navegador para visualizar as páginas HTML

geradas pelo COMA, incluindo-se aí o Internet Explorer¹⁹², o Opera¹⁹³ e o Mozilla¹⁹⁴; isso permite a este mesmo usuário imprimir tais páginas a partir do navegador, além de realizar buscas por palavras nestas mesmas páginas, entre tantas outras possibilidades já previstas nos principais navegadores de páginas de hipertexto.

Ao utilizar o COMA, na fase de edição do hipertexto, o usuário pode optar por visualizar na tela de seu computador ao menos três janelas simultaneamente, conforme é mostrado na figura seguinte. Na primeira janela, no canto superior esquerdo, teríamos o mapa conceitual; na segunda, no canto inferior esquerdo, a edição de hipertexto; finalmente, na terceira, à direita, o hipertexto correspondente em uma janela do navegador escolhido pelo usuário.

¹⁹² Internet - Navegador Internet Explorer - Microsoft - URL: http://www.microsoft.com/windows/ie_intl/br/support/ - Acesso: 16 de dezembro de 2004

¹⁹³ Internet - Navegador Opera - The OpenSSL Project - URL: <http://www.opera.com/> - Acesso: 16 de dezembro de 2004

¹⁹⁴ Internet - Navegador Mozilla - Mozilla Project - URL: <http://www.mozilla.org/releases/mozilla1.7.3/> - Acesso: 16 de dezembro de 2004

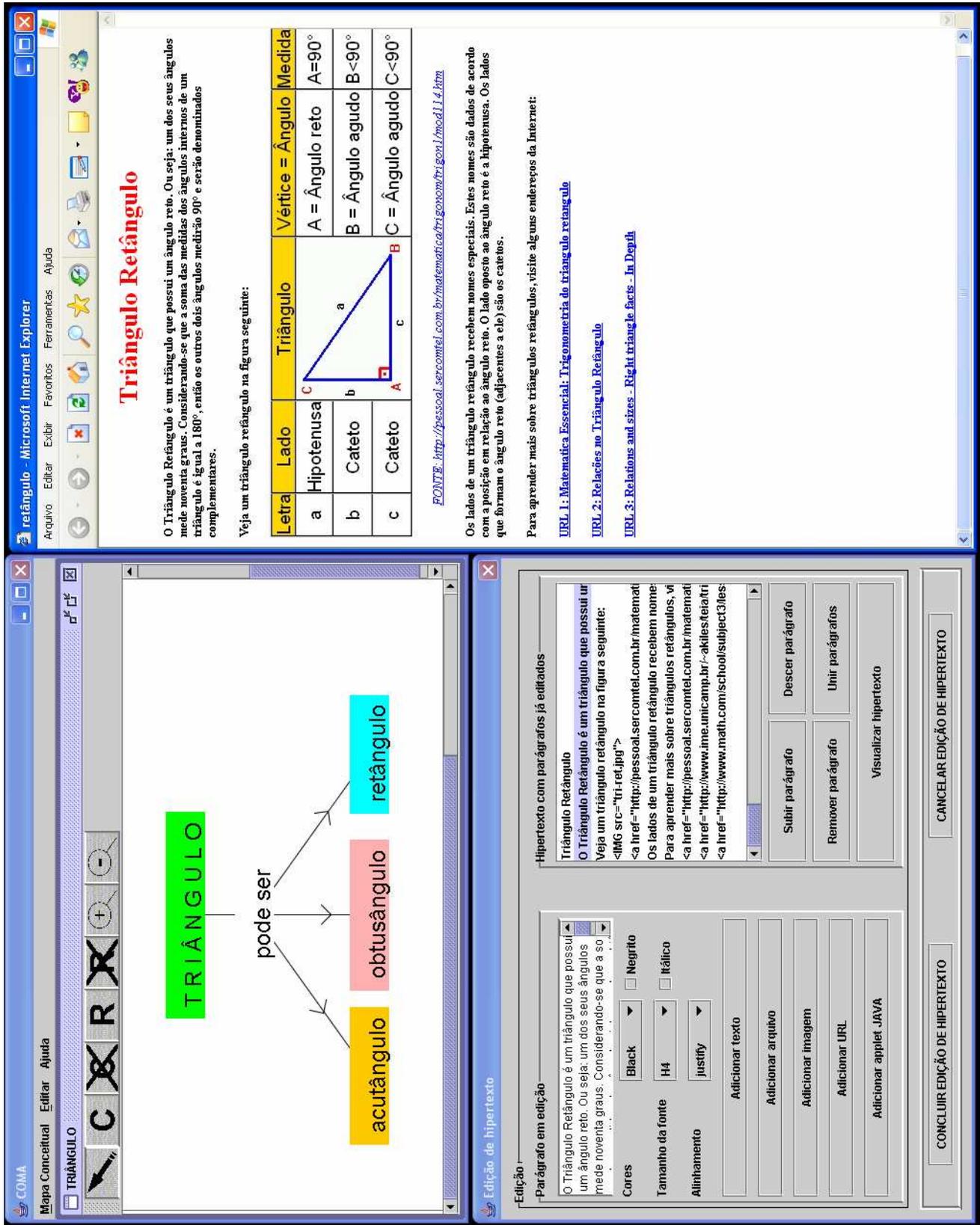


Figura 7.20 - Possível configuração da área de trabalho na fase de edição do hipertexto, com três janelas.

Ao utilizar o COMA, o usuário, o qual já deve ter a Máquina Virtual Java instalada em seu computador, tem acesso a uma pasta com diferentes arquivos. O arquivo "clique_aqui.bat" é o "script" do MS-DOS que executa o COMA no Microsoft Windows utilizando o comando seguinte: "java -jar coma.jar". O arquivo "coma.ini" guarda os parâmetros de configuração com os caminhos dos últimos mapas que foram abertos e/ou gravados na última utilização do software COMA. O arquivo "coma.jar" é uma compactação de um conjunto de arquivos: "bytecode" (com extensão ".class"), sendo que cada arquivo do código-fonte em Java gera um ou mais arquivos ".class"; arquivos tipo texto com mensagens nas várias línguas; e arquivos com figuras de extensão ".gif" da barra de ferramentas. O arquivo "coma.sh" é o "script" que executa o COMA no Linux utilizando o comando seguinte: "java -jar coma.jar". Todos estes arquivos, excetuando-se a Máquina Virtual Java, podem ser gravados em um disquete de 3,5 polegadas. Foram realizados testes tanto no sistema operacional Windows como no sistema operacional Linux e o software funcionou conforme o esperado.

7.3.2 Casos de Uso

Inúmeros casos de uso relacionados ao aplicativo COMA foram realizados, indicando que muitas das deficiências apresentadas pelo primeiro protótipo, COLA, foram superadas. Posteriormente, no capítulo que trata de metodologias associadas ao uso do aplicativo COMA, são descritos em detalhes alguns dos casos de uso.

7.3.3 Conclusões Preliminares

Quando tratamos da utilização do hipertexto como ferramenta para educação, devemos considerar que um hipertexto requer abordagens diferentes das tradicionais na hora de se produzir conteúdo por tratar-se de uma escrita não-linear e, portanto, diversa da tradicional. A estruturação da informação pelo autor para uma autoria em consonância com uma estratégia pedagógica pode ser facilitada pela modelagem via mapas conceituais. Sugere-se, nesse contexto, que aplicativos e ambientes de geração de conteúdo hipermídia para educação mediada por computador devam ser intuitivos, flexíveis, abrangentes no uso e que reúnam todas as etapas do processo de desenvolvimento

de conteúdo (desde a concepção inicial até a disponibilização na Internet) para que o aluno e o professor sejam assistidos pela ferramenta em todo esse processo. Alguns requisitos para esses aplicativos e ambientes foram apresentados, porém esse trabalho merece uma ampla discussão.

Um software mais simples e que abarca parte das idéias mencionadas foi descrito; trata-se do COMA, um aplicativo que se baseia no uso de mapas conceituais e reúne as etapas de concepção inicial via mapas conceituais assim como a geração de páginas HTML que indexam os inúmeros arquivos de texto, imagem, animação, etc. de uma aula ou tutorial, por exemplo, de forma que seja aumentada a produtividade do usuário.

Conclusões preliminares advindas do uso inicial do aplicativo COMA em processos de ensino e aprendizagem confirmaram a necessidade do desenvolvimento de metodologias flexíveis associadas ao uso deste aplicativo que sugerissem aos potenciais usuários como poderia se dar o uso do mesmo em sala de aula ou dentro de ambientes como o TelEduc. Tais metodologias são descritas a seguir.

Capítulo 8

Propostas de Uso do Aplicativo COMA

Este capítulo considera propostas gerais associadas ao uso do aplicativo COMA por alunos e também por professores, com ênfase na área de engenharia. Os casos de uso são também descritos.

Cabe notar que o aplicativo COMA pretende, antes de tudo, ser flexível, de forma a permitir desde um simples trabalho com mapas conceituais até a elaboração de um módulo educacional em hipertexto, de modo a servir não apenas a professores que preparam aulas e atividades para a Internet, mas também a alunos que desenvolvem atividades.

Dessa forma, diferentes metodologias ou procedimentos de uso seriam possíveis, e não apenas aqueles aqui descritos. Mais ainda, deve-se notar que em alguns momentos sugere-se a utilização do COMA em conjunto com o ambiente TelEduc, o qual tem sido cada vez mais utilizado pelos professores de Engenharia da UNICAMP; contudo, outro ambiente similar para ensino via Internet com funcionalidades análogas às do TelEduc, como aqueles descritos neste texto, poderia ser utilizado em conjunto com o aplicativo COMA, levando eventualmente a resultados semelhantes. O requisito fundamental seria o de permitir a anexação de arquivos dentro de uma pasta, com a possibilidade de se escolher um destes arquivos como índice e de se ocultar os demais.

8.1 Uso do Aplicativo por Alunos

NOVAK (1998) descreve, em etapas, como construir mapas conceituais. Busca-se aqui adaptar tal procedimento ao contexto de utilização do aplicativo COMA tanto em conjunto com o ambiente TelEduc como em separado. Por certo, estas metodologias que surgiram da adaptação, assim como quase qualquer outra metodologia da área educacional, servem tão somente como um guia geral e devem ser convenientemente adaptadas para cada contexto.

8.1.1 Criando Mapas Conceituais com o COMA

Descrevemos aqui uma metodologia segundo a qual mapas conceituais são criados no aplicativo COMA sem o uso conjunto do ambiente TelEduc. As etapas propostas são as seguintes:

- Etapa 1
 - Inicie o uso do software COMA, escolhendo inicialmente a opção para língua.



Figura 8.1 - Ao se iniciar o uso do COMA, escolhe-se inicialmente a opção por língua; neste caso, as opções disponíveis são Inglês, Espanhol e Português.

- Então, no menu “Mapa Conceitual”, escolha a opção “Novo” para iniciar a construção de um novo mapa conceitual, indicando um nome para tal mapa; ao fazê-lo, o software cria uma pasta com este nome no local indicado pelo usuário. A partir daí, todos os arquivos criados pelo software ou anexados ao hipertexto gerado pelo software estarão reunidos nesta mesma pasta (veja a figura a seguir).

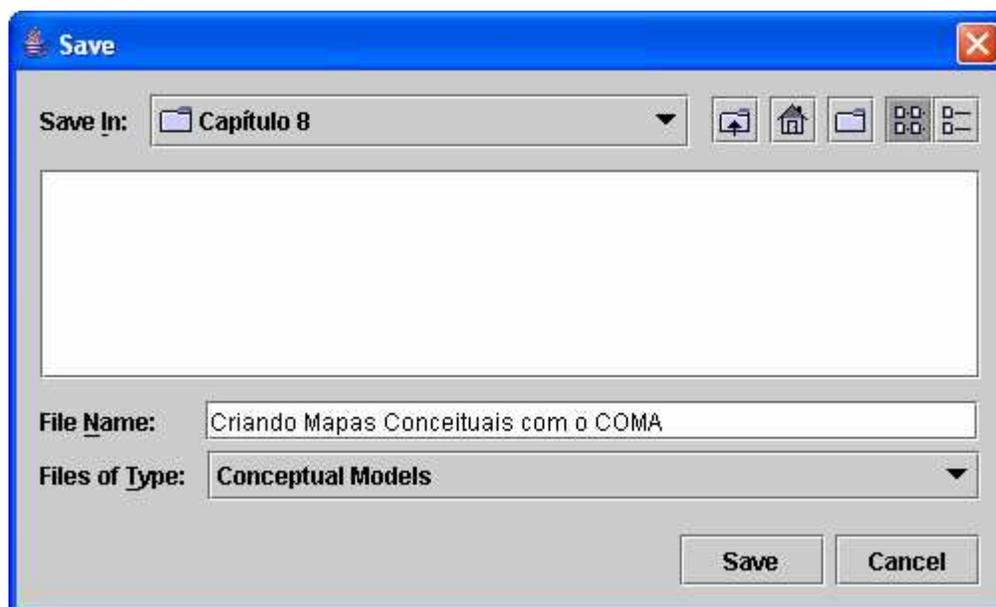


Figura 8.2 - Janela do COMA, em Inglês, que surge após a escolha da opção “Novo” no menu “Mapa Conceitual”.

- Identifique uma questão fundamental que englobe o problema, as questões ou o domínio de conhecimento que você deseja mapear. Se a questão for comparecer no mapa conceitual, clique duas vezes na região em branco reservada para o mapa conceitual com o botão esquerdo do “mouse” ou clique no botão para inclusão de conceitos, indicado pela letra C na barra de ferramentas, para poder colocar uma caixa de textos com tal questão; em se tratando de uma frase muito grande, basta colocar dois espaços entre duas palavras quaisquer para dividir tal frase em duas linhas. Opcionalmente, utilize o editor de textos de sua preferência ou papel e lápis para escrever a questão fundamental e para fazer outras anotações, se considerar conveniente.
- Identifique e liste de dez a vinte conceitos que sejam pertinentes a tal questão. Se a questão for comparecer no mapa conceitual, utilize o campo para comentários, intitulado “Sobre o conceito” na janela de edição do conceito para colocar tais estes dez ou mais conceitos. Se for o caso, aumente a janela para poder visualizar todos ao mesmo tempo (veja a figura a seguir).

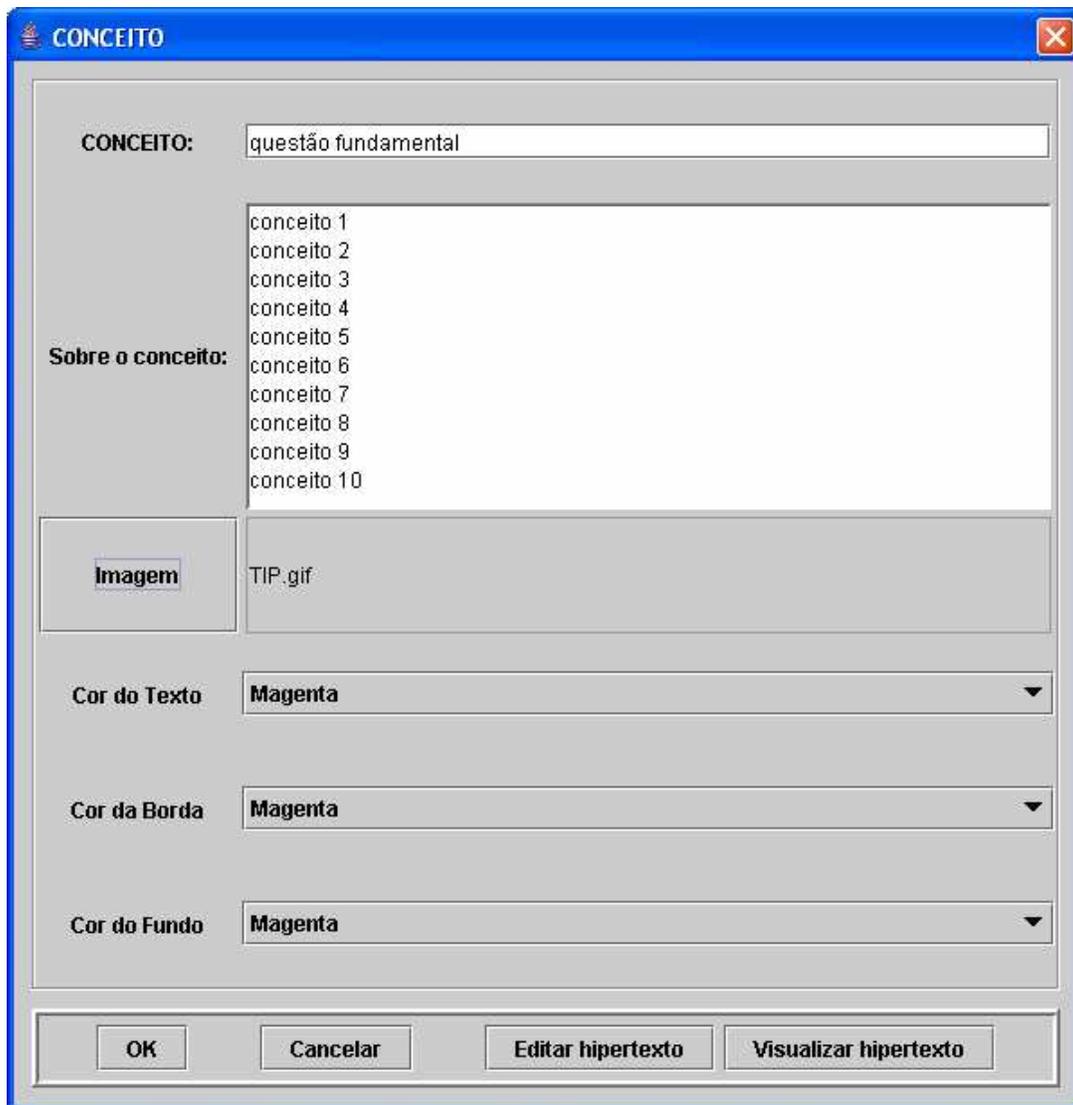


Figura 8.3 - Janela do COMA, em Português, que surge após a escolha da opção “Inserir Conceito” ao se clicar no botão com a letra C na barra de ferramentas.

- Tente utilizar uma, duas ou, no máximo, três palavras para expressar cada conceito; tais palavras serão rótulos de nós de um diagrama em uma próxima etapa.
- Etapa 2
 - Ordene os conceitos por abrangência, colocando os mais abrangentes no topo da lista.

- Havendo dificuldade em se ordenar os conceitos por abrangência, vale reavaliar a questão fundamental utilizada e, se necessário, altere-a.
- Etapa 3
 - Avalie a lista de conceitos e, se necessário, adicione mais alguns.
- Etapa 4
 - Comece a construir o seu mapa colocando os conceitos mais abrangentes ou gerais no topo do mapa. No COMA, o mapa pode ser construído colocando-se palavras dentro de caixas de texto de modo a rotular os diferentes nós do diagrama (veja a figura a seguir).

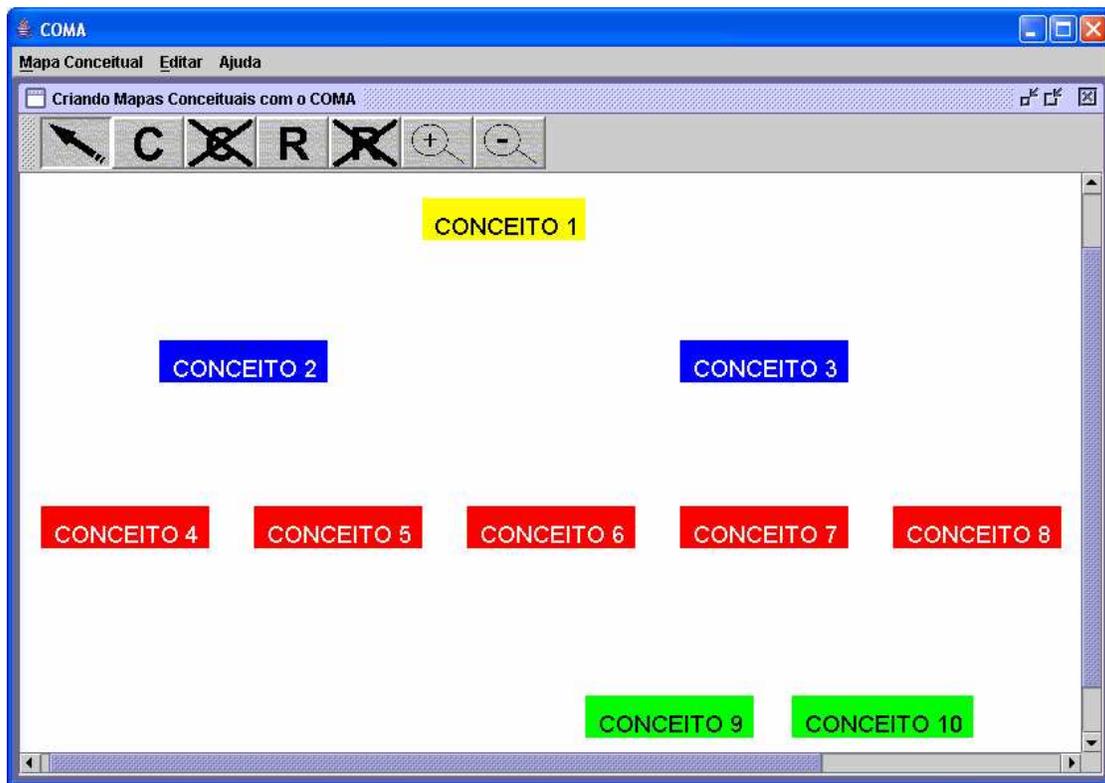


Figura 8.4 - Janela do COMA, em Português, após a inserção de dez conceitos.

- De modo geral, haverá um, dois ou, no máximo, três conceitos mais gerais no topo do mapa (nível mais alto da hierarquia).

- Etapa 5
 - Selecione dois, três ou até mesmo quatro subconceitos que serão colocados um nível abaixo de cada conceito mais abrangente ou geral; ou seja, selecione aqueles subconceitos que irão compor o segundo nível mais alto da hierarquia.
 - Caso se tenha cinco ou mais conceitos que pareçam ser subconceitos de algum conceito, busque criar um nível hierárquico intermediário entre eles utilizando algum conceito de abrangência intermediária.

- Etapa 6
 - Conecte os conceitos do mapa com arcos, utilizando um arco para cada dois conceitos sempre que conveniente. No COMA, clique no botão para inclusão de relações, indicado pela letra R na barra de ferramentas, para poder colocar uma relação entre conceitos; você deve escolher o tipo de arco entre quatro opções de flechas ou linhas, conforme o tipo de relação para, em seguida, digitar as palavras relativas à relação, se conveniente (veja a figura a seguir).

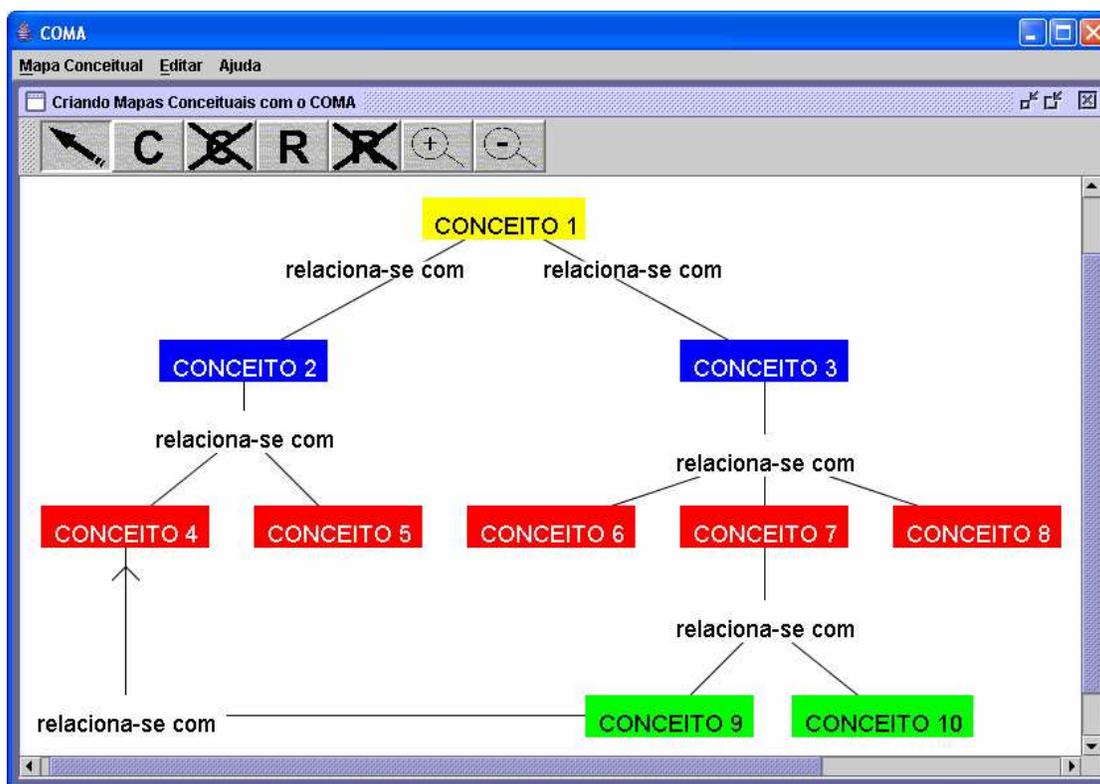


Figura 8.5 - Janela do COMA, em Português, após a inserção de relações entre os dez conceitos do mapa.

- Rotule tais arcos com uma ou mais palavras que indiquem o relacionamento entre tais conceitos formando declarações ou proposições válidas.
- As conexões entre tais conceitos criam significados. Assim, a estrutura de significado para um dado assunto ou domínio de conhecimento passa a se evidenciar conforme um grande número de idéias relacionadas são conectadas umas às outras no mapa.
- Etapa 7
 - Avalie e altere a estrutura hierárquica do mapa tantas vezes quanto for necessário de acordo com os novos conhecimentos ou novas percepções (“insights”) que forem surgindo; ou seja: adicione, subtraia ou mude a posição dos conceitos na hierarquia, buscando sempre garantir que conceitos mais abrangentes ou gerais sejam colocados mais proximamente ao topo do mapa. No caso de mapas conceituais muito grandes (ou complexos), utilize os botões de “zoom” da barra de ferramentas para aumentar ou diminuir o mapa conceitual, de modo a poder visualizar melhor cada setor do mesmo.

- Nesta etapa, é fundamental que os conceitos (ou caixas de texto, no caso do COMA), possam ser movidos ou eliminados com facilidade. Para eliminar um conceito do mapa conceitual no COMA, deve-se clicar no botão para exclusão de conceitos, indicado pela letra C com uma letra X sobreposta na barra de ferramentas, para poder excluir a caixa de textos; em se tratando de uma relação, esta pode ser excluída de modo análogo, utilizando-se o botão indicado pela letra R com uma letra X sobreposta.
- Etapa 8
 - Busque interligações entre conceitos em diferentes partes do mapa, conecte-os com arcos e rotule tais arcos. Interligações freqüentemente permitem que se percebam novas e criativas relações no domínio de conhecimento.
- Etapa 9
 - Exemplos específicos dos conceitos podem agora ser anexados aos conceitos (veja a figura a seguir).

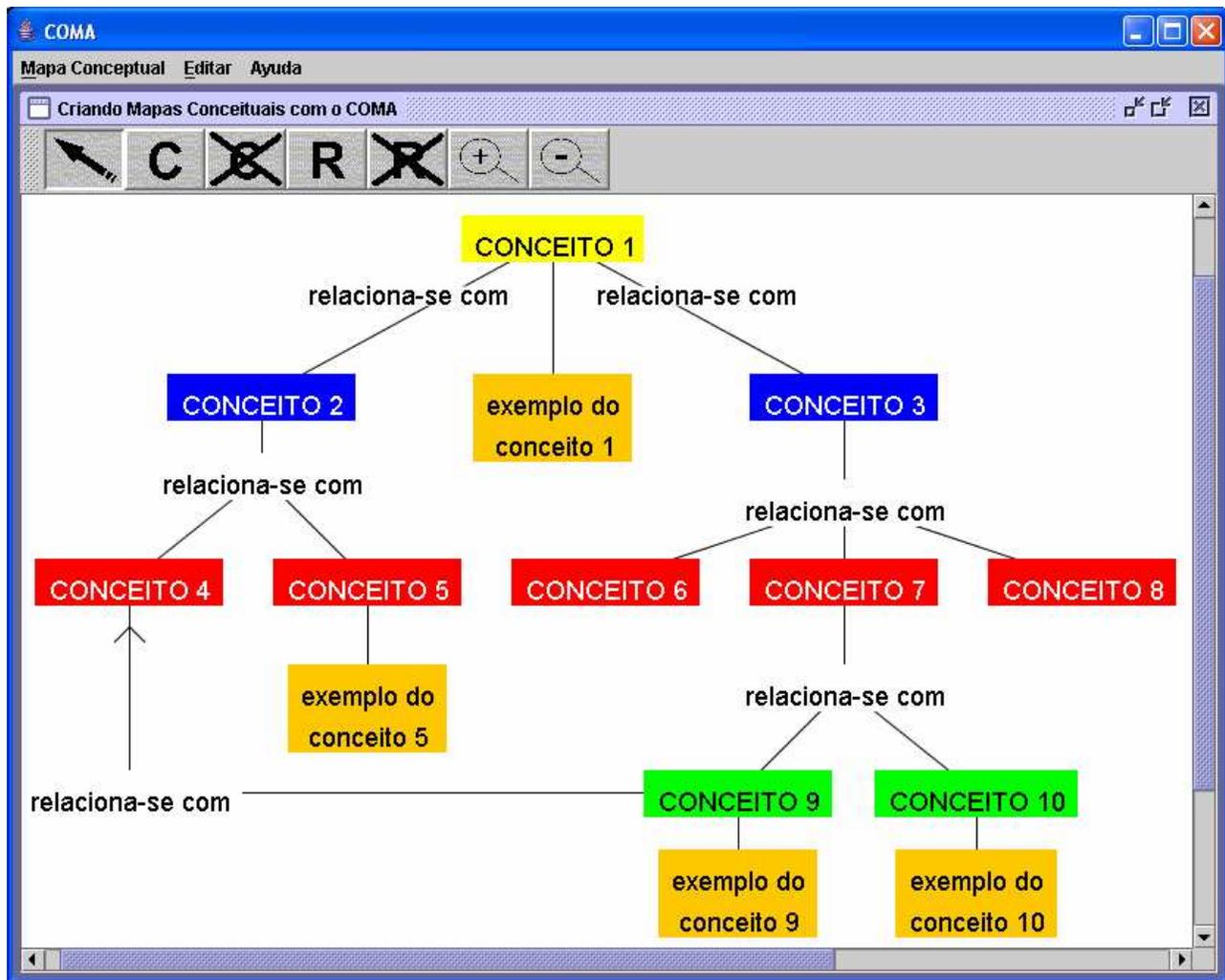


Figura 8.6 - Janela do COMA, em Português, após a inserção de exemplos como caixas de texto na cor laranja.

- Etapa 10
 - Mapas conceituais podem ser feitos de inúmeras maneiras para um mesmo conjunto de conceitos. Isso significa que, conforme aumenta o seu entendimento dos relacionamentos entre os conceitos, também aumenta a chance de que seu mapa sofra mudanças.
 - Conseqüentemente, após reavaliações de um mesmo mapa em diferentes momentos, alterações não apenas serão possíveis, como serão até mesmo esperadas; tais alterações ocorrerão tantas vezes quanto for necessário conforme se busquem novos conhecimentos ou novas percepções (“insights”).

Na seção seguinte, esta metodologia é alterada de modo a incluir a autoria de hipertexto associado ao mapa conceitual.

8.1.2 Criando Mapas Conceituais e Hipertexto com o COMA

Descrevemos aqui uma metodologia segundo a qual mapas conceituais e hipertexto são criados no aplicativo COMA sem o uso conjunto do ambiente TelEduc. Esta metodologia difere da anterior, que conta com dez etapas, por também considerar a autoria de hipertexto. Neste caso, teríamos uma página de hipertexto em HTML para cada conceito do mapa conceitual e mais uma página adicional para servir de índice. Com relação à metodologia da seção anterior, as etapas são as mesmas até a décima; a partir da décima primeira etapa tem início a autoria das páginas do hipertexto. A etapa onze proposta é a seguinte:

- Etapa 11
 - Mapas conceituais podem ser feitos de inúmeras maneiras para um mesmo conjunto de conceitos; do mesmo modo, caso se associe uma página HTML a cada conceito, inúmeras são as possibilidades. Assim, supondo-se que uma primeira versão do mapa conceitual está pronta, teria início a autoria das páginas associadas aos conceitos, buscando-se incluir em cada página os arquivos ou endereços da Internet com recursos relacionados ao conceito. Para se iniciar a autoria de uma página qualquer, deve-se clicar duas vezes sobre um determinado conceito do mapa conceitual, de modo que a janela de edição do conceito seja aberta (veja a figura a seguir).

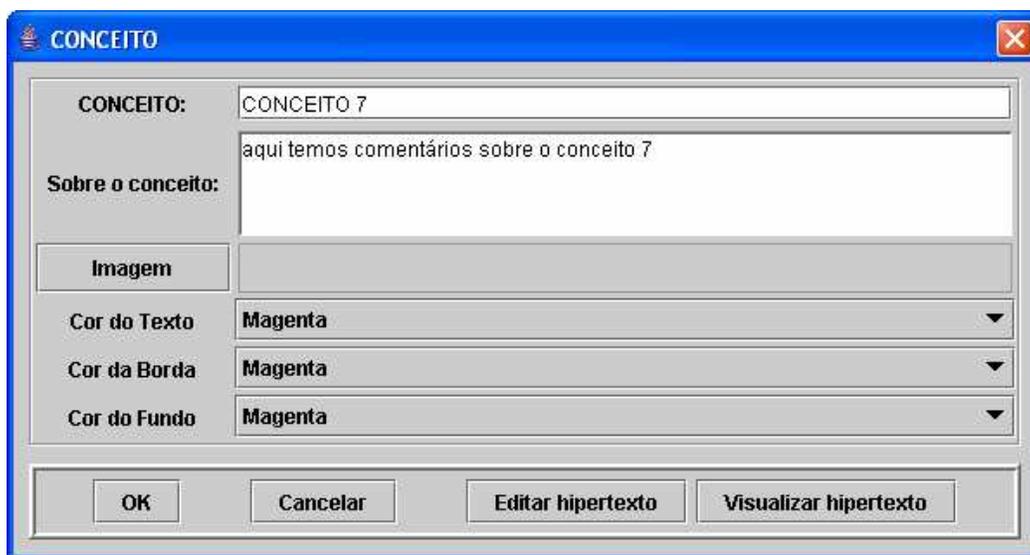


Figura 8.7 - Janela do COMA, em Português, que surge após clicar-se duas vezes sobre um conceito do mapa conceitual.

- Na janela de edição do conceito deve-se clicar no botão que permite editar o hipertexto para que uma janela de edição de hipertexto seja aberta (veja a figura a seguir).

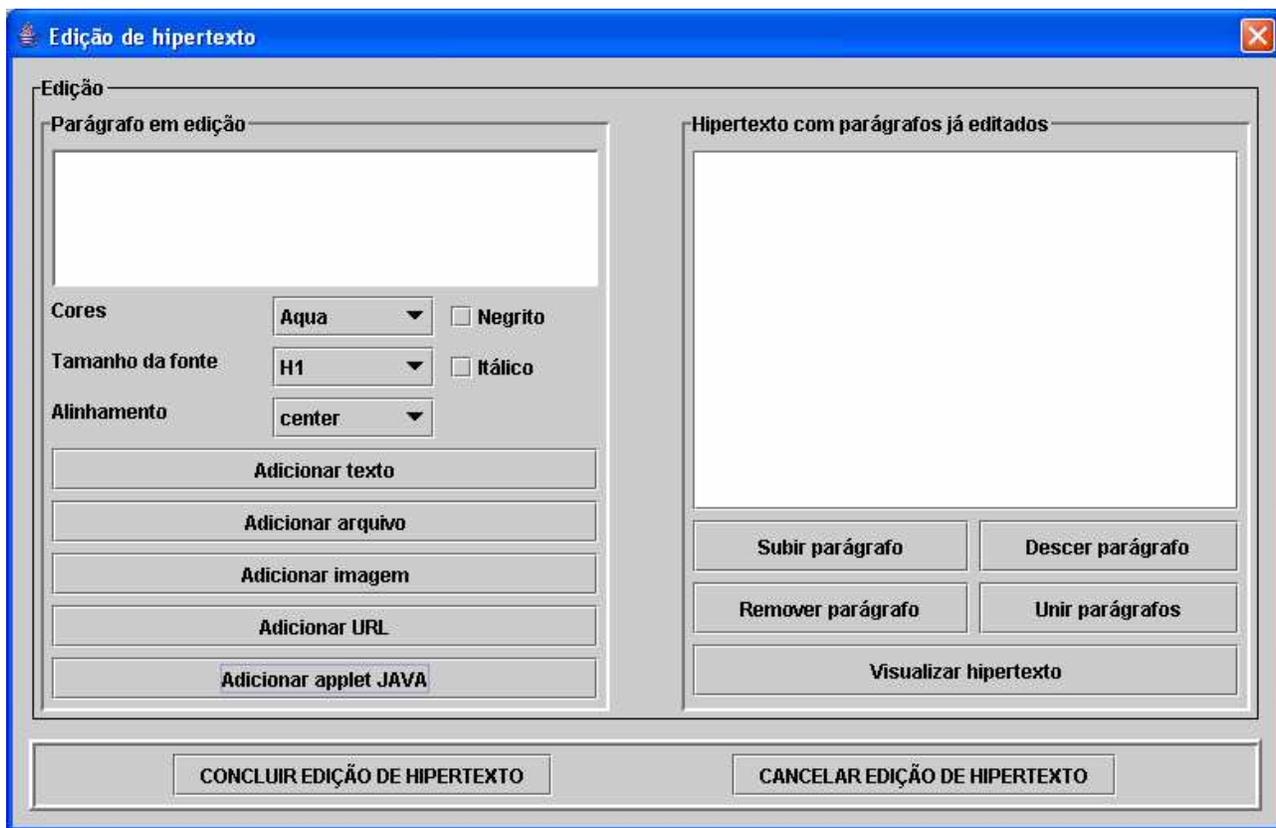


Figura 8.8 - Janela do COMA, em Português, que surge após clicar-se no botão que permite editar o hipertexto na janela de edição de um conceito.

- Durante a edição do hipertexto associado a um conceito, adicione textos, imagens, endereços de recursos da Internet e quaisquer arquivos relacionados ao conceito em consideração, sejam eles textos, animações, sons ou imagens. Em seguida, ao se clicar no botão, nesta mesma janela, que permite a visualização do hipertexto em um navegador, pode-se ter uma idéia de como vai ser o hipertexto se concluída a edição naquele momento (veja a figura a seguir).

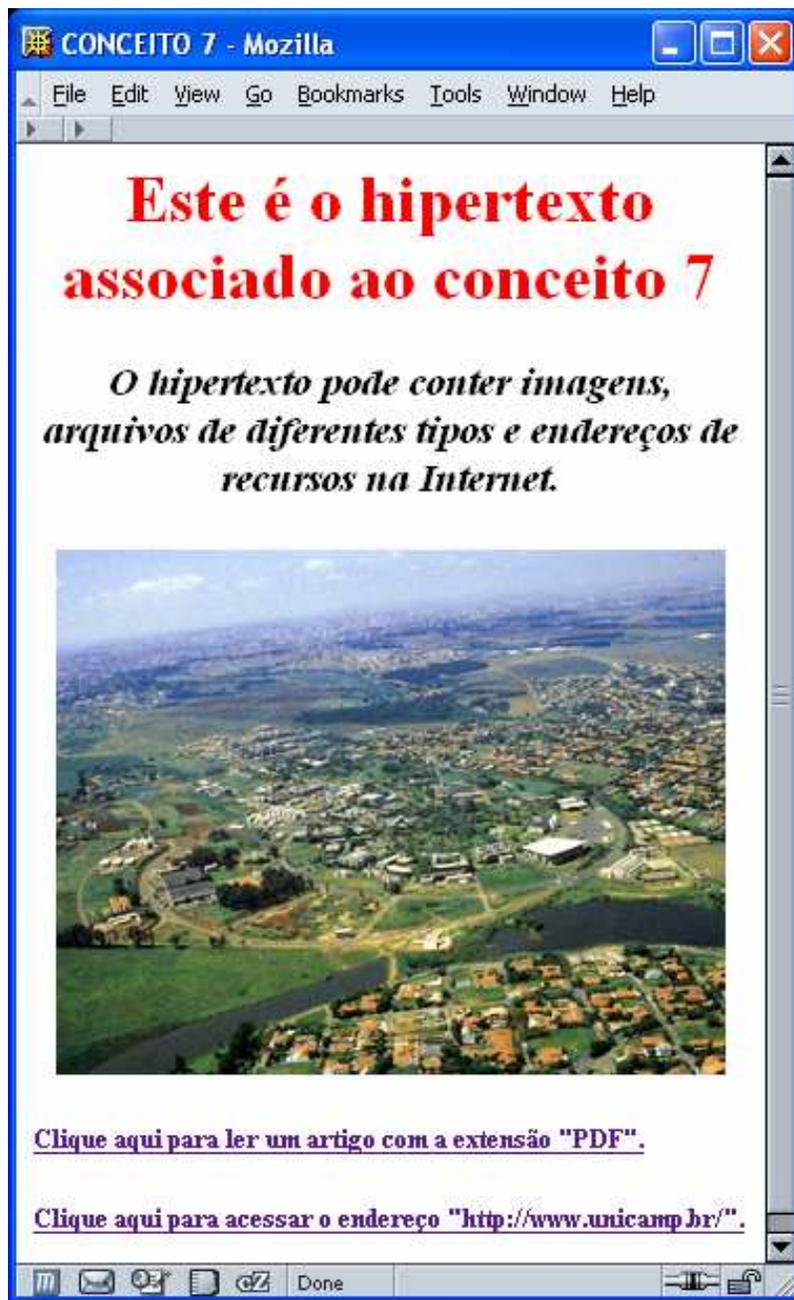


Figura 8.9 - Janela de um software de navegação para Internet que mostra a página HTML associada a um conceito do mapa conceitual.

- Repita o processo de autoria de hipertexto para os demais conceitos do mapa conceitual.
- Quando as páginas de hipertexto associadas aos conceitos do mapa conceitual estiverem prontas, inicie a edição do índice. No menu “Editar”, na janela principal onde se encontra o mapa conceitual, escolha a opção “Editar índice de apresentação” para que seja aberta uma janela de edição específica para o índice onde poderá ser editado o

índice do conjunto de páginas HTML. O processo de autoria do índice é análogo ao processo de edição das páginas HTML associadas aos conceitos, exceto pelo fato de estarem incluídos “links” para as demais páginas, de modo que uma leitura linear do conjunto de páginas possa ser indicada no índice pelo autor do mapa conceitual (veja a figura a seguir).

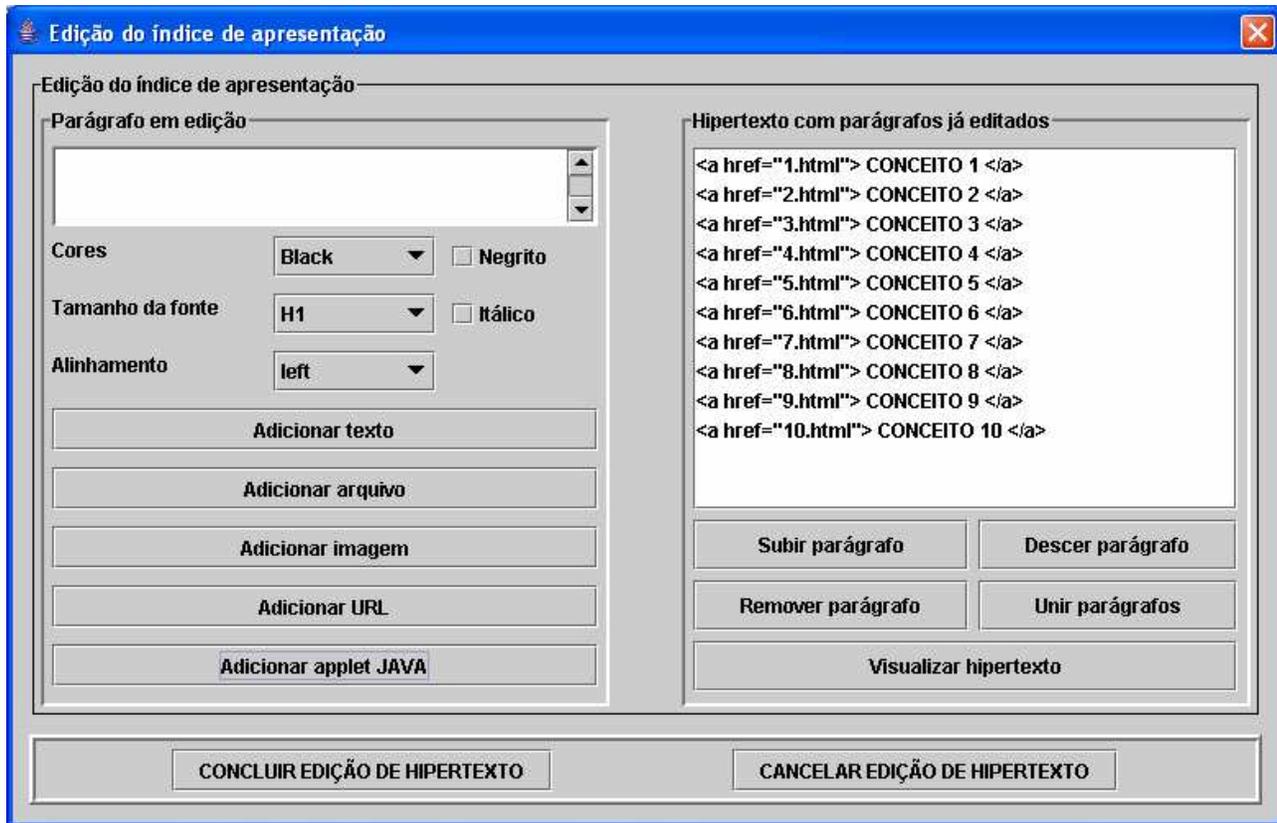


Figura 8.10 - Janela do COMA, em Português, que permite a edição do índice.

- Concluída uma primeira versão do hipertexto, é aconselhável que o mapa conceitual seja revisado, dado que pode surgir a necessidade de que o mesmo seja alterado diante dos diferentes recursos consultados durante a autoria do hipertexto. Ou seja: durante o processo de autoria do hipertexto é possível que se percebam novas relações entre os conceitos do mapa ou até mesmo a necessidade de inclusão de novos conceitos, o que leva à edição do mapa conceitual.

8.1.3 Criando Mapas Conceituais e Hipertexto com o COMA dentro do TelEduc

Descrevemos aqui uma metodologia segundo a qual mapas conceituais e hipertexto são criados no aplicativo COMA, ainda que na perspectiva do uso conjunto do ambiente TelEduc. Deve ficar evidente, entretanto, que não apenas o TelEduc mas também outros ambientes de ensino via Internet poderiam ser utilizados em conjunto com o aplicativo COMA nestas circunstâncias. Ademais, considerando-se que o TelEduc normalmente funciona via Internet, sugere-se desde a primeira etapa que se utilize o portfólio para, por exemplo, se incluir endereços de recursos (URL) disponíveis na rede mundial. As etapas propostas são as seguintes:

- Etapa 1
 - Inicie o uso do software COMA, escolhendo inicialmente a opção para língua.
 - Então, no menu “Mapa Conceitual”, escolha a opção “Novo” para iniciar a construção de um novo mapa conceitual, indicando um nome para tal mapa; ao fazê-lo, o software cria uma pasta com este nome no local indicado pelo usuário. A partir daí, todos os arquivos criados pelo software ou anexados ao hipertexto gerado pelo software estarão reunidos nesta mesma pasta.
 - No TelEduc, inclua um novo item no seu portfólio; nesse novo item você vai colocar informações e arquivos relacionados ao seu objeto de estudo neste momento, incluindo-se aí o mapa conceitual a ser criado.
 - Identifique uma questão fundamental que englobe o problema, as questões ou o domínio de conhecimento que você deseja mapear. Coloque esta questão como título do novo item do portfólio. Caso utilize a Internet para buscar mais informações no processo de formulação da questão fundamental, inclua tais endereços no portfólio.
 - Identifique e liste de dez a vinte conceitos que sejam pertinentes a tal questão. Coloque esta lista de conceitos na parte reservada ao texto do novo item no seu portfólio (veja as figuras a seguir).

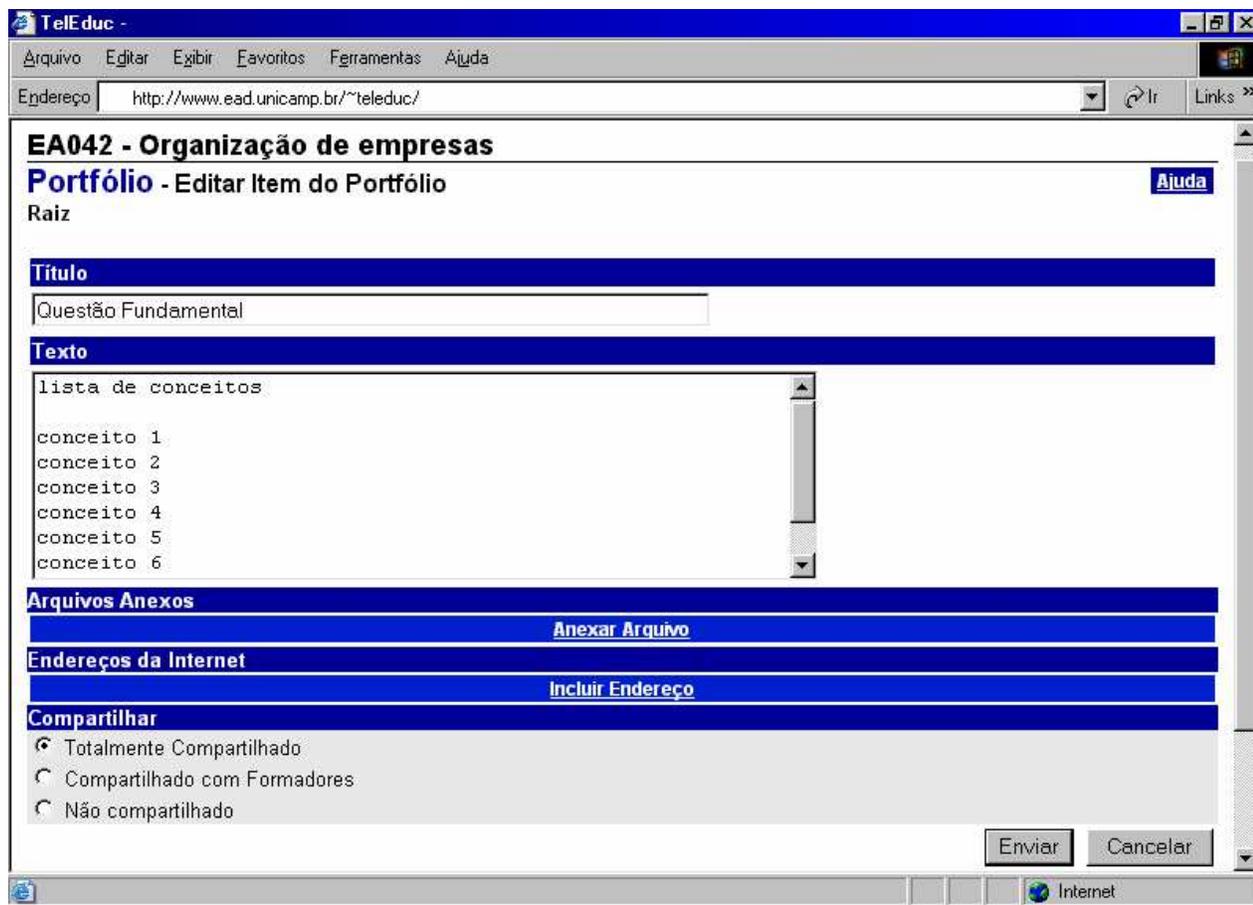


Figura 8.11 - Questão fundamental como título do novo item do portfólio e lista de conceitos em parte reservada para o texto.

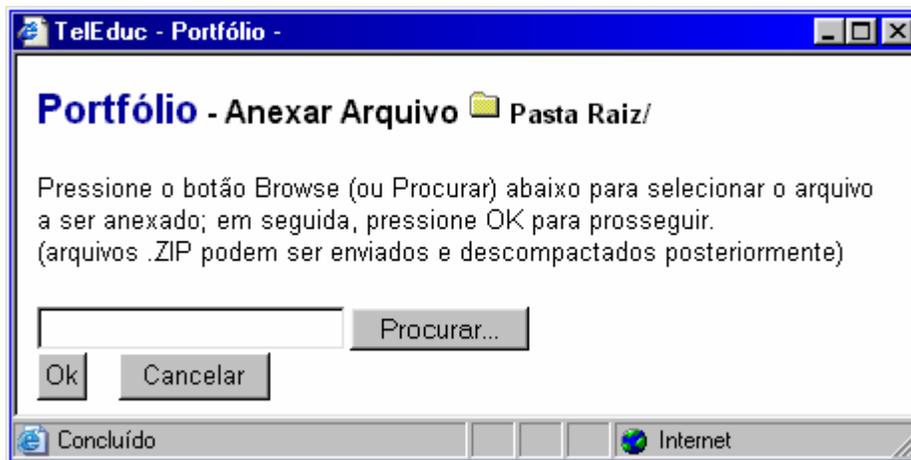


Figura 8.12 - A anexação de arquivos no TelEduc é possível para qualquer item do portfólio.

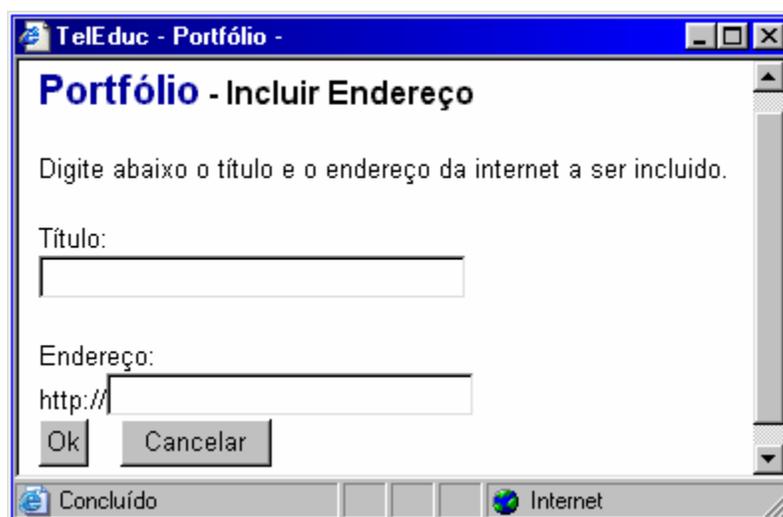


Figura 8.13 - A inclusão de endereços no TelEduc é possível para qualquer item do portfólio.

- Tente utilizar uma, duas ou, no máximo, três palavras para expressar cada conceito; tais palavras serão rótulos de nós de um diagrama em uma próxima etapa.
- Etapa 2
 - Ordene os conceitos por abrangência, colocando os mais abrangentes no topo da lista.
 - Havendo dificuldade em se ordenar os conceitos por abrangência, vale reavaliar a questão fundamental utilizada e, se necessário, altere-a. Caso utilize a Internet para buscar informações adicionais no processo de reformulação da questão fundamental, inclua tais endereços no portfólio.
- Etapa 3
 - Avalie a lista de conceitos e, se necessário, adicione mais alguns.
- Etapa 4
 - Comece a construir o seu mapa colocando os conceitos mais abrangentes ou gerais no topo do mapa. No COMA, o mapa pode ser construído colocando-se palavras dentro de caixas de texto de modo a rotular os diferentes nós do diagrama.
 - De modo geral, haverá um, dois ou, no máximo, três conceitos mais gerais no topo do mapa (nível mais alto da hierarquia).

- Etapa 5
 - Selecione dois, três ou até mesmo quatro subconceitos que serão colocados um nível abaixo de cada conceito mais abrangente ou geral; ou seja, selecione aqueles subconceitos que irão compor o segundo nível mais alto da hierarquia.
 - Caso se tenha cinco ou mais conceitos que pareçam ser subconceitos de algum conceito, busque criar um nível hierárquico intermediário entre eles utilizando algum conceito de abrangência intermediária.

- Etapa 6
 - Conecte os conceitos do mapa com arcos, utilizando um arco para cada dois conceitos sempre que conveniente. No COMA, clique no botão para inclusão de relações, indicado pela letra R na barra de ferramentas, para poder colocar uma relação entre conceitos; você deve escolher o tipo de arco entre várias opções de flechas ou linhas, conforme o tipo de relação para, em seguida, digitar as palavras relativas à relação, se conveniente.
 - Rotule tais arcos com uma ou mais palavras que indiquem o relacionamento entre tais conceitos formando declarações ou proposições válidas.
 - As conexões entre tais conceitos criam significados. Assim, a estrutura de significado para um dado assunto ou domínio de conhecimento passa a se evidenciar conforme um grande número de idéias relacionadas são conectadas umas às outras no mapa.

- Etapa 7
 - Avalie e altere a estrutura hierárquica do mapa tantas vezes quanto for necessário de acordo com os novos conhecimentos ou novas percepções (“insights”) que forem surgindo; ou seja: adicione, subtraia ou mude a posição dos conceitos na hierarquia, buscando sempre garantir que conceitos mais abrangentes ou gerais sejam colocados mais proximamente ao topo do mapa. No caso de mapas conceituais muito grandes (ou complexos), utilize os botões de “zoom” da barra de ferramentas para aumentar ou diminuir o mapa conceitual, de modo a poder visualizar melhor cada setor do mesmo.
 - Nesta etapa, é fundamental que os conceitos (ou caixas de texto, no caso do COMA), possam ser movidos ou eliminados com facilidade. Para eliminar um conceito do mapa conceitual no COMA, deve-se clicar no botão para exclusão de conceitos, indicado pela letra C com uma letra X sobreposta na barra de ferramentas, para poder excluir a caixa

de textos; em se tratando de uma relação, esta pode ser excluída de modo análogo, utilizando-se o botão indicado pela letra R com uma letra X sobreposta.

- Etapa 8
 - Busque interligações entre conceitos em diferentes partes do mapa, conecte-os com arcos e rotule tais arcos. Interligações freqüentemente permitem que se percebam novas e criativas relações no domínio de conhecimento.
- Etapa 9
 - Exemplos específicos dos conceitos podem agora ser anexados aos conceitos.
- Etapa 10
 - Mapas conceituais podem ser feitos de inúmeras maneiras para um mesmo conjunto de conceitos. Isso significa que, conforme aumenta o seu entendimento dos relacionamentos entre os conceitos, também aumenta a chance de que seu mapa sofra mudanças.
 - Conseqüentemente, após reavaliações de um mesmo mapa em diferentes momentos, alterações não apenas serão possíveis, como serão até mesmo esperadas; tais alterações ocorrerão tantas vezes quanto for necessário conforme se busquem novos conhecimentos ou novas percepções (“insights”).
- Etapa 11
 - Mapas conceituais podem ser feitos de inúmeras maneiras para um mesmo conjunto e conceitos; do mesmo modo, caso se associe uma página HTML a cada conceito, inúmeras são as possibilidades. Assim, supondo-se que uma primeira versão do mapa conceitual está pronta, teria início a autoria das páginas associadas aos conceitos, buscando-se incluir em cada página os arquivos ou endereços da Internet com recursos relacionados ao conceito; tais endereços podem estar ou não no portfólio do TelEduc. Para se iniciar a autoria de uma página qualquer, deve-se clicar duas vezes sobre um determinado conceito do mapa conceitual, de modo que a janela de edição do conceito seja aberta.
 - Na janela de edição do conceito deve-se clicar no botão que permite editar o hipertexto para que uma janela de edição de hipertexto seja aberta.

- Durante a edição do hipertexto associado a um conceito, adicione textos, imagens, endereços de recursos da Internet e quaisquer arquivos relacionados ao conceito em consideração, sejam eles textos, animações, sons ou imagens. Em seguida, ao se clicar no botão, nesta mesma janela, que permite a visualização do hipertexto em um navegador, pode-se ter uma idéia de como vai ser o hipertexto se concluída a edição naquele momento.
- Repita o processo de autoria de hipertexto para os demais conceitos do mapa conceitual.
- Quando as páginas de hipertexto associadas aos conceitos do mapa conceitual estiverem concluídas, inicie a edição do índice. No menu “Editar”, na janela principal onde se encontra o mapa conceitual, escolha a opção “Editar índice de apresentação” para que seja aberta uma janela de edição específica para o índice onde poderá ser editado o índice do conjunto de páginas HTML. O processo de autoria do índice é análogo ao processo de edição das páginas HTML associadas aos conceitos, exceto pelo fato de estarem incluídos “links” para as demais páginas, de modo que uma leitura linear do conjunto de páginas possa ser indicada no índice pelo autor do mapa conceitual. O mapa conceitual é incluído como imagem, com “links” para as páginas HTML geradas, mas pode eventualmente ser eliminado na edição do hipertexto.
- Concluída uma primeira versão do hipertexto, é aconselhável que o mapa conceitual seja revisado, dado que pode surgir a necessidade de que o mesmo seja alterado diante dos diferentes recursos consultados durante a autoria do hipertexto. Ou seja: durante o processo de autoria do hipertexto é possível que se percebam novas relações entre os conceitos do mapa ou até mesmo a necessidade de inclusão de novos conceitos, o que leva à edição do mapa conceitual.
- Quando o conjunto de páginas na forma de hipertexto e o mapa conceitual estiverem prontos, anexe todos os arquivos associados ao seu projeto no COMA ao respectivo portfólio do TelEduc; de modo geral, deve-se anexar todos os arquivos que estejam na pasta relativa ao projeto criado. No portfólio do TelEduc, oculte todos os arquivos, exceto aquele que serve de índice.

8.2 Uso do Aplicativo por Professores

A Metodologia PGL (MENEGHEL, 2002) considera uma equipe de projeto para o desenvolvimento de cursos a distância composta de três perfis de profissionais: "Instructional Designer" (projetista instrucional); "Content Expert" (especialista em conteúdo); e "Web Implementer" (implementador "Web"). São definidas 8 fases para o desenvolvimento do projeto conceitual de um curso.

Neste trabalho, buscamos adaptar tal metodologia com o intuito de se reduzir tal equipe de desenvolvimento para apenas um perfil de profissional: "Content Expert" (especialista em conteúdo), o qual muitas vezes é um professor de uma dada disciplina que não tem outra opção a não ser trabalhar sozinho. A seguir, são definidas fases para o desenvolvimento do projeto conceitual de um curso (ou módulo de um curso) na perspectiva de utilização do aplicativo COMA, após adaptação do modelo PGL:

1 - Decisão sobre assunto do curso: o professor, a partir da sua área de conhecimento, decide qual assunto será abordado no módulo.

2 - Definição do perfil do aluno: é feita uma análise do perfil de cada aluno para se obter um conhecimento detalhado do público-alvo do módulo.

3 - Descrição do módulo: é feita a descrição dos pré-requisitos que o aluno deverá ter para participar do módulo; dos objetivos de aprendizagem; e dos mecanismos de avaliação.

4 - Definição das estratégias: são definidas as estratégias didáticas adotadas, de acordo com o assunto relacionado, o público-alvo e a descrição do módulo.

5 - Relacionamento dos conteúdos ao assunto escolhido: aconselha-se fazer pesquisas sobre conteúdos relacionados ao assunto escolhido, através da Internet, CD-ROM, livros, jornais, revistas e outros; essas informações serão utilizadas como referências para pesquisa no módulo e também como leituras e atividades complementares.

6 - Busca de alternativas para apresentação de conteúdo: analisa-se a apresentação de conteúdo na "Web" para que se decida qual o melhor formato a ser utilizado (texto, imagem, animação, som, vídeo, etc.); neste momento, alternativas como MathML para formatação de arquivos relacionados a matemática, por exemplo, podem ser consideradas; de qualquer modo,

pelo uso do COMA, qualquer arquivo pode ser incluído como "link" em qualquer página HTML, o que livra o professor de tais considerações caso não lhe seja de interesse.

7 - Descrição dos tópicos fundamentais do módulo em um mapa conceitual: é projetado um mapa conceitual no aplicativo COMA onde os conceitos fundamentais e seus relacionamentos são explicitados, em uma estruturação que pode ou não ser linear; tal mapa conceitual também pode servir como mapa de navegação.

8 - Desenho de um esboço do módulo: é feito um esboço de cada página definida no mapa conceitual (uma página HTML por conceito no mapa), o que serve para que se incluam os inúmeros arquivos de imagem, texto, atividades, animações, "links", etc. que compõem o módulo em questão; a geração automática das marcações do HTML, o que leva portanto à confecção das páginas, permite ao autor do módulo uma visão detalhada de cada página HTML do módulo e também a apresentação do módulo como um todo, prevendo sua forma final.

9 - Descrição da seqüência do módulo: deve ser indicado ao usuário qual é a sugestão de leitura linear do hipertexto; pode-se indicar a seqüência de páginas no editor de índice; tal índice é uma página adicional gerada pelo aplicativo COMA, página esta que contém "links" para as inúmeras páginas do módulo, as quais estão ordenadas segundo indicação de seu autor.

10 - Revisão do módulo: após a conclusão de uma primeira versão do módulo, deve ocorrer uma revisão deste módulo, com o intuito de que se altere a disposição de parágrafos em páginas, o seqüenciamento de páginas no índice, inclusão ou exclusão de arquivos, etc.; tais alterações ocorrem de forma natural dentro do aplicativo COMA, dadas as facilidades de edição presentes no mesmo.

11 - Publicação do módulo: quando finalizado, o conjunto de páginas HTML associado aos arquivos nelas referenciados poderia ser publicado na Internet como um módulo auto-suficiente (um "site", por exemplo) ou ser incluído como uma "leitura" e/ou "atividade" dentro de um ambiente como o TelEduc via "upload" (carregamento).

Conforme já se afirmou anteriormente, a utilização do aplicativo COMA pode permitir, portanto, que a metodologia PGL seja adaptada para que se reduza a equipe de desenvolvimento para apenas um perfil de profissional: "Content Expert" (especialista em conteúdo), o qual muitas vezes é

um professor. Por certo, a validação desta e de outras metodologias apresentadas deve partir de casos de uso, os quais são descritos a seguir.

8.3 Casos de Uso

Alguns casos de uso são descritos a seguir, na perspectiva de que o teste com usuários é um método fundamental de usabilidade. Vale ressaltar que, do ponto de vista desta pesquisa, o propósito do teste é avaliar o sistema e não o usuário (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003). Deste modo, o foco deve ser a melhoria da interface do protótipo.

8.3.1 Uso na FEEC da UNICAMP

A utilização do ambiente TelEduc na disciplina "EA042 - Organização de empresas"¹⁹⁵, da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação (FEEC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é descrita por AMORIM & ARMENTANO & MISKULIN & MISKULIN (2005). Tal disciplina ocorre presencialmente para alunos de graduação de diversas áreas, como engenharia e matemática, em conjunto com a disciplina EA044, tendo como tema a “Pesquisa Operacional”.

Nesta seção, descrevemos a utilização conjunta do TelEduc e do aplicativo COMA pelos alunos de graduação desta disciplina de “Pesquisa Operacional” (EA042/EA044). O caso de uso aqui descrito ocorreu em novembro de 2004, contando com a participação de 44 alunos dentre os 52 matriculados na disciplina; descreve-se apenas o caso de uso do aplicativo COMA e seus resultados. Algumas fotos, tomadas no dia da atividade, são mostradas a seguir.

¹⁹⁵ Internet - Catálogos de Graduação - Diretoria Acadêmica - Universidade Estadual de Campinas - URL: <http://www.unicamp.br/prg/dac/catalogo/> - Acesso: 20 de Dezembro de 2003



Figura 8.14 - Fotos mostrando parte dos alunos da disciplina “Pesquisa Operacional”.

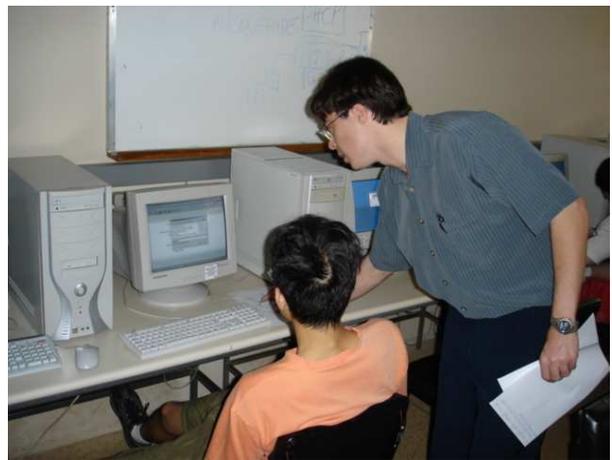
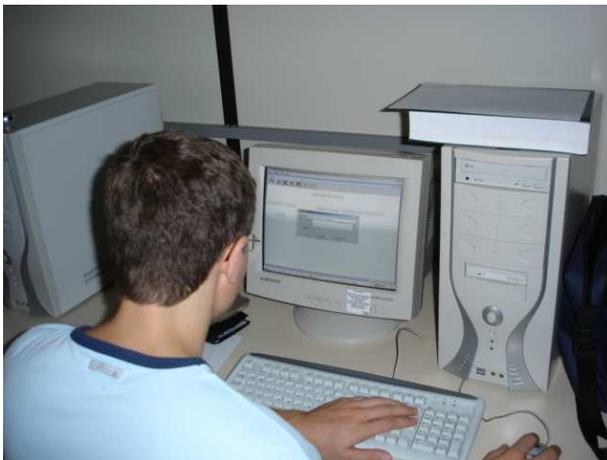


Figura 8.15 - Foto mostrando aluno utilizando o aplicativo COMA, à esquerda; foto mostrando aluno contando com o auxílio do pesquisador, à direita.

O roteiro da agenda indicava que a atividade seria dividida em quatro partes. Na Parte 1, com duração prevista de 30 minutos, seria apresentada pelo pesquisador uma visão geral e alguns exemplos de mapas conceituais; também seria exposta uma metodologia de autoria de mapas conceituais, apresentando-se por etapas as ferramentas do COMA. Ainda na Parte 1, se explicitaria aos alunos como utilizar a tecla “Print Screen” do computador para capturar a tela com o diagrama quando este estivesse pronto. Na Parte 2, com duração prevista de 25 minutos, os alunos eram convidados a fazer um mapa conceitual sobre algum assunto de pesquisa operacional. Na Parte 3, com duração prevista de 25 minutos, os alunos eram convidados a fazer um diagrama sobre algum procedimento de pesquisa operacional. Finalmente, na Parte 4, com duração prevista de 10 minutos, os alunos eram convidados a responder um questionário.

A figura seguinte mostra a ferramenta “Material de Apoio” do TelEduc, a qual mostra os arquivos que foram disponibilizados para os alunos, tais como: pasta compactada com o software COMA, apresentação da Parte 1 e diversos arquivos com imagens e “help” (“ajuda”).



Figura 8.16 - A ferramenta “Material de Apoio” do TelEduc foi utilizada para a disponibilização dos arquivos para os alunos.

Na antevéspera da realização da atividade no laboratório, o pesquisador enviou uma mensagem via TelEduc para os endereços de correio eletrônico de cada um dos alunos dando conta da realização da atividade. A aula ocorreu em laboratórios de informática que contam com inúmeros computadores e conexão de banda larga à Internet, além de canhão projetor multimídia e outros recursos, como impressoras. A Parte 1 foi realizada com o auxílio do canhão projetor multimídia e, em seguida, os alunos passaram a utilizar os computadores individualmente, contando com o auxílio do pesquisador durante a Parte 2 e a Parte 3.

Para realizar a Parte 2, os alunos receberam como exemplo o mapa conceitual sobre “Pesquisa Operacional” mostrado na figura a seguir, já impresso.

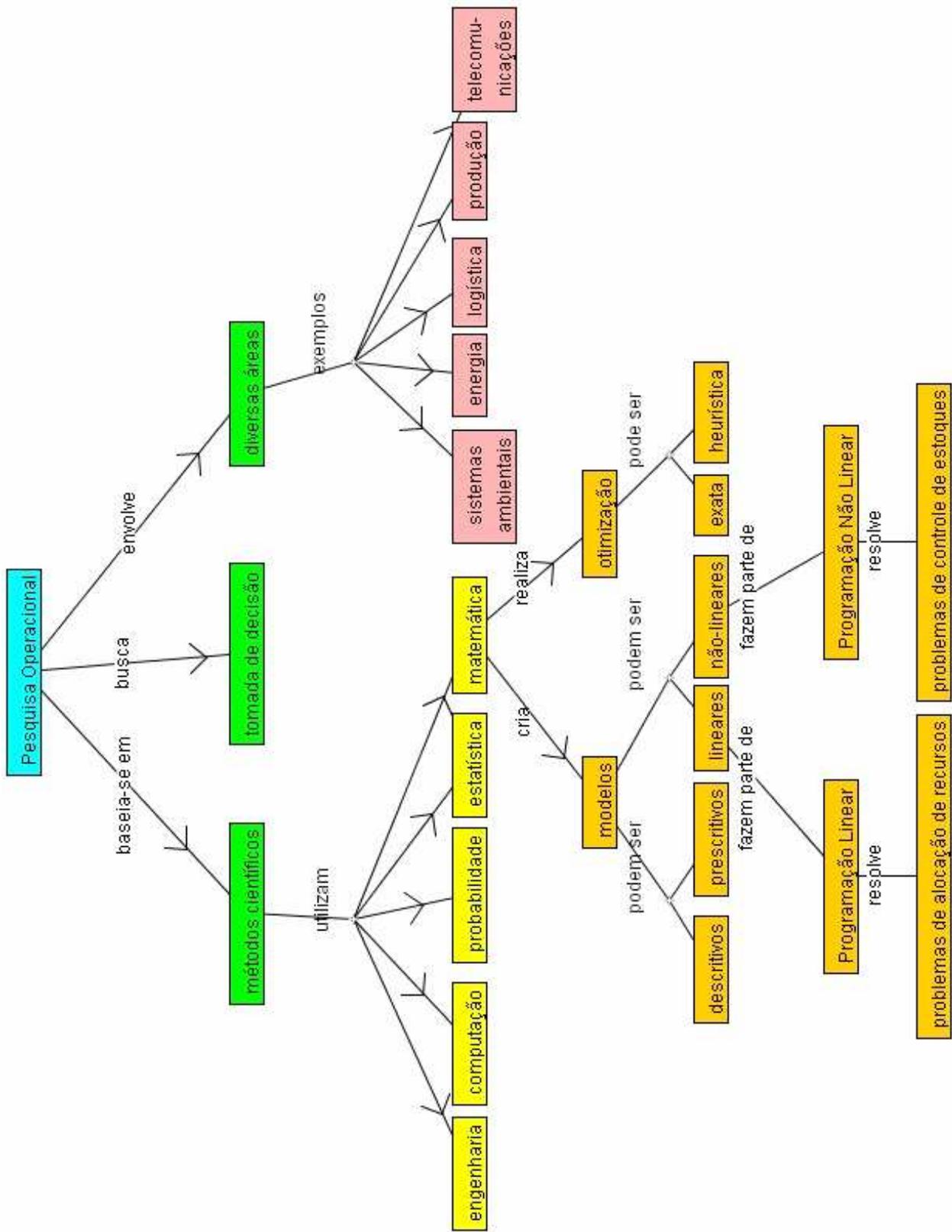


Figura 8.17 - Mapa Conceitual sobre “Pesquisa Operacional” feito com o aplicativo COMA.

Para realizar a Parte 3, os alunos receberam como exemplo o diagrama mostrado na figura a seguir, também já impresso. Este diagrama, chamado “Mapa Conceitual para Localização de Extremos”¹⁹⁶, resume o procedimento para localização de extremos de funções.

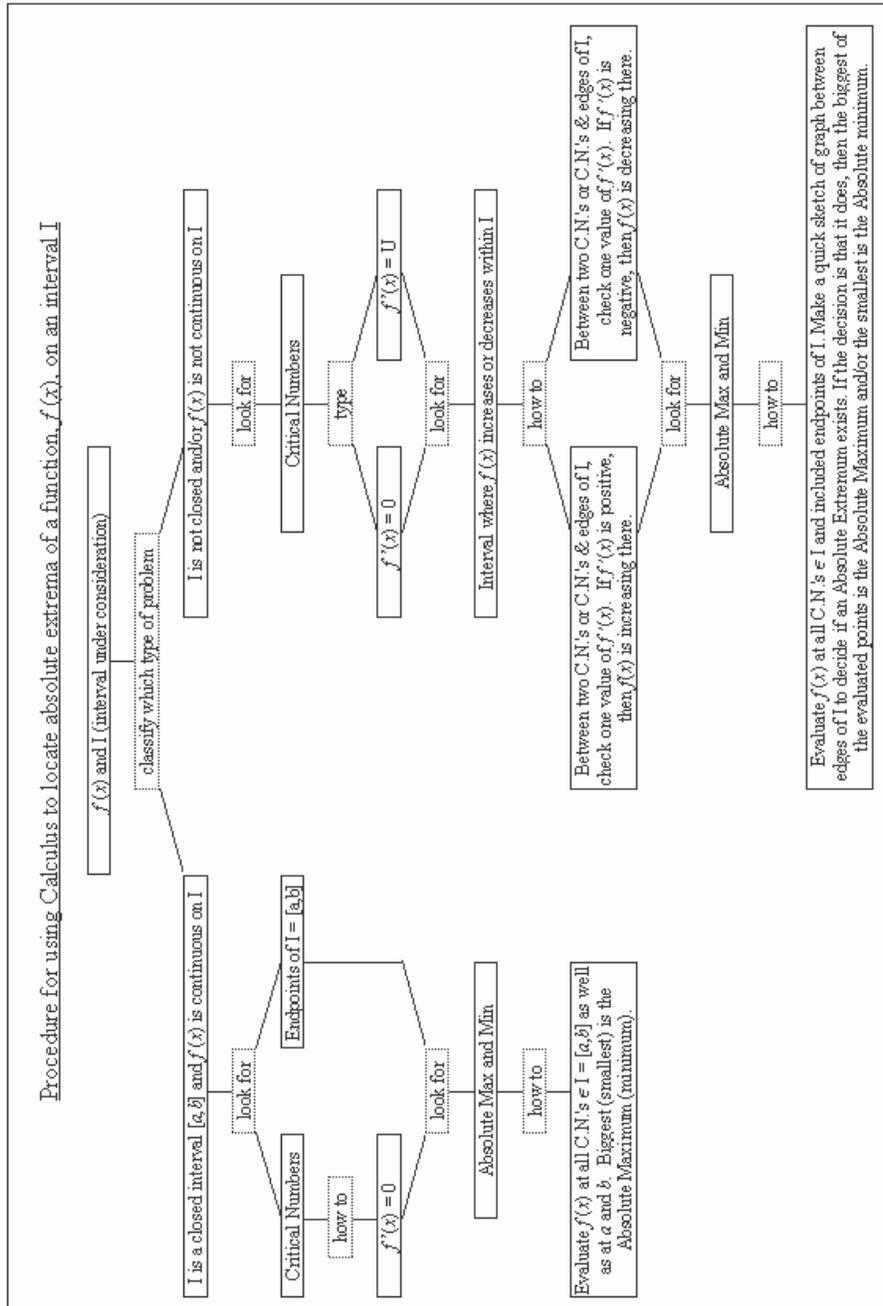


Figura 8.18 - Diagrama chamado “Mapa Conceitual para Localização de Extremos” que resume o procedimento para localização de extremos de funções.

¹⁹⁶ Internet - Concept Map for Locating Extrema - Math Resources: Concept Maps - URL: <http://sun4.vaniercollege.qc.ca/VirtualMentor/math/extrema.html> - Acesso: 20 de dezembro de 2004

Para realizar a Parte 4, os alunos receberam um questionário já impresso com algumas instruções e com seis questões. A seguir, serão apresentadas e discutidas as respostas colocadas pelos alunos no questionário; em seguida, serão apresentados e discutidos alguns diagramas feitos pelos alunos na Parte 2 e na Parte 3 da atividade.

No que se refere ao questionário da Parte 4, a primeira questão pedia o nome completo do(a) aluno(a), seu RA (Registro Acadêmico) e qual a denominação de seu curso de graduação.

A segunda questão perguntava: “*Você já havia utilizado mapas conceituais antes em alguma disciplina de graduação? Marque um X e explique.*” 14% dos alunos marcaram “Sim” para esta questão, ainda que nenhum deles tenha utilizado mapas conceituais no sentido em que estes são definidos por NOVAK (1998). Os seis alunos que marcaram “Sim” como resposta utilizaram diagramas que, de acordo com a explicação por eles colocadas no questionário, são apenas semelhantes aos mapas conceituais, como “fluxogramas” em disciplinas de programação da UNICAMP (alunos “04-ER”, “20-DI”, “28-AL”, “30-BR” e “39-AL”) e “modelos conceituais” em disciplinas de bancos de dados da UNICAMP (aluno “11-PI”).

Entre os que marcaram “Não” como resposta à segunda questão, os alunos “13-GU” e “26-RA” afirmaram utilizar mapas conceituais fora da UNICAMP mas não entraram em detalhes. O aluno “29-MA” explicou que utilizou “*diagramas para mapeamento de processo de fabricação*” em estágio fora da UNICAMP; neste caso, ao menos aparentemente, os diagramas não seriam mapas conceituais. Ainda com relação à segunda questão, o aluno “36-TI” demonstrou interesse por utilizar mapas conceituais ao escrever que “*nunca havia usado, mas achei o conceito extremamente interessante para representação do conhecimento*”. O aluno “42-JU” percebeu a diferença entre mapas conceituais e outros diagramas que já utilizava nas disciplinas ao escrever que “*creio que os fluxogramas utilizados em matérias como laboratório de computação não são mapas conceituais*”.

A terceira questão perguntava: “*Você teve alguma dificuldade ao utilizar o software para fazer mapas conceituais? Marque um X e explique.*” 25% dos alunos marcaram “Sim” para esta questão. As explicações destes onze alunos vêm a seguir, já com comentários do pesquisador.

Como resposta à terceira questão, o aluno “01-MA” escreveu: “*algumas dificuldades quanto à edição dos conceitos*”. Esta parece ter sido a mesma dificuldade do aluno “10-AN”: “*problemas para remover alguns objetos (conceitos)*”. O aluno “13-GU” também indicou que “*os procedimentos de incluir, editar e excluir caminhos e conceitos não são rápidos e são segmentados; deveriam seguir o*

padrão Windows de arrasto e duplo clique”. O aluno “16-UI” indica que o software “*não é intuitivo; para apagar, deveria seguir a mesma lógica do Windows*” enquanto o aluno “36-TI” afirma que “*tive problemas com a interface: coloquei um conceito e queria, logo em seguida, alterar seu nome ao invés de colocar outro conceito*”. A partir destas cinco opiniões, pode-se perceber que uma busca de similaridade com o “padrão Windows” poderia ser positiva caso o público alvo seja de usuários deste sistema operacional. Ademais, instruções mais detalhadas sobre como incluir, editar e excluir conceitos deveriam ter comparecido na Parte 1 desta atividade para evitar que os alunos se confundissem com a interface. Na Parte 1, também deveria ter sido melhor detalhada a diferença entre conceitos e relações em um mapa conceitual, como indica o aluno “39-AL”: “às vezes é difícil definir o que é relação e o que é conceito”.

Alguns alunos parecem ter necessitado de mais tempo para aprender a utilizar o software, como o aluno “20-DI”, que escreve sobre sua “*falta de familiaridade; o programa, apesar de não apresentar uma complexidade grande, não me era familiar*”. O aluno “06-RO” parece não ter compreendido que o software cria apenas uma pasta que guarda todos os arquivos relativos a um dado mapa conceitual: “*para salvar ele cria várias pastas e isso confunde*”.

O aluno “15-TH” indicou ter dificuldade ao utilizar o software, mas não as explicitou: “*o software é muito simples e não permite grandes inovações*”. Como resposta à terceira questão, o aluno “27-LU” já adiantou sua resposta à próxima questão, sugerindo inovações: “*faltam algumas facilidades: implementar ‘desfazer’; os arcos poderiam aceitar ‘loup’ para fluxogramas*”. Por certo, ainda que mais funcionalidades sejam bem-vindas por alguns usuários, o aumento da complexidade da interface pode levar outros a se confundir com a maior quantidade de recursos, de modo que vários experimentos devem ser feitos para que se decida o que é e o que não é essencial em termos de funcionalidade.

Ainda como resposta à terceira questão, o aluno “44-TH”: “*alguns ‘bugs’ prejudicam a criação dos mapas (setas aparecem no lugar errado ou não aparecem, etc.)*”. Neste caso, bastava que o aluno colocasse os conceitos (rótulos das caixas de texto) mais distantes uns dos outros para poder visualizar adequadamente o mapa; ocorre que muitos dos alunos utilizaram monitores com 14 ou 15 polegadas, tamanho insuficiente quando os mapas conceituais são muito complexos, o que impele os usuários a aproximar demais um conceito do outro, o que não permite que as flechas sejam corretamente mostradas.

A quarta questão perguntava: “Com relação ao software, você sugeriria alguma melhoria? Marque um X e explique.” 59% dos alunos marcaram “Sim” para esta questão; algumas das explicações colocadas por estes 26 alunos são comentadas a seguir.

Muitos, como os alunos “01-MA” e “14-SE”, sugeriram melhorias na interface, sem entrar em detalhes; o aluno “21-HE”, por exemplo, pediu “*mais funções*”, sem indicar quais seriam estas funções. Outros, como “02-WI”, foram mais específicos e indicaram que as melhorias poderiam incluir um botão para se “*desfazer*” (ou voltar), para os casos em que o usuário cometesse erros. A aluno “06-RO” sugeriu que, ao se adicionar um conceito, deveria abrir-se imediatamente a janela de edição do conceito para que se colocasse o rótulo do conceito; como outros usuários do software COMA também haviam sugerido o mesmo previamente, esta funcionalidade já foi implementada na versão atual. Ainda no que se refere aos botões da barra de ferramentas que permitem inserir e remover conceitos e relações, os alunos “10-AN” e “31-RO” sugerem uma melhoria na remoção dos conceitos e dos relacionamentos, sem no então sugerir como implementar isso. O aluno “13-GU”, no entanto, sugere que seja criada uma “*lixeira*” para conceitos e relações removidas, além de também sugerir que seja feita uma melhor utilização dos botões do “mouse” para funções como edição de conceitos. O aluno “33-MA” sugere que seja criado um menu que funcione a partir do botão direito do “mouse”, com opções como excluir conceito ou excluir relação na fase de edição do mapa conceitual.

Ainda com relação à interface, o aluno “08-DA” sugere que “*seria bom poder editar as relações; o programa deveria voltar para a seta de manipulação após a inserção de conceitos e relações; seria mais intuitivo*”. A possibilidade de se editar relações, também sugerida pelos alunos “16-VI” e “39-AL”, não foi implementada mas a facilidade de “*voltar para a seta de manipulação*” o foi, logo após este estudo de caso. Ainda no que se refere a relações, o aluno “14-SE” sugere que se facilite a criação de relações entre mais de dois conceitos, sugestão esta também expressada por vários outros alunos como “36-TI”, que sugere que os conceitos deveriam poder ser ligados uns aos outros com o “mouse”, sem a necessidade de se utilizar um botão específico da barra de ferramentas.

Uma sugestão interessante que deve ser implementada é aquela feita pelos alunos “22-RU”, “35-BR”, “38-RA”, “40-GU”, “43-JO” e também compartilhada por “04-ER”; este último sugere que “*talvez seria interessante movimentos em conjunto de conceitos ao mesmo tempo*” na área reservada aos mapas conceituais, em especial quando os diagramas fossem mais complexos. O aluno “07-DA” sugeriu o mesmo além de também sugerir que seria ideal poder utilizar mais o teclado, com funções para teclas como “delete” (“apagar”) relacionadas ao mapa conceitual, sugestão que também foi dada pelo aluno “29-MA”; neste caso, um cuidado a ser tomado é o de não se misturar funções do teclado já

utilizadas para edição dos textos que servem de rótulos para os conceitos com aquelas relativas à edição do mapa, pois isso pode confundir os usuários. Outra sugestão que poderia ser implementada é a de “05-LU”, que sugere “*réguas para alinhamento vertical e horizontal*”; tal aluno sugere também que ocorra quebra automática de linha nos conceitos, ainda que na versão atual já exista a quebra, a qual ocorre sempre que são colocados dois ou mais espaços entre as palavras.

Um aluno, “37-JO”, sugeriu que o tamanho das figuras utilizadas nos nós (rótulos dos conceitos) pudesse ser ajustável, visto que há a possibilidade de se colocar imagens associadas aos rótulos; o problema, neste caso, estaria no fato destas imagens deverem ser dimensionadas adequadamente antes de sua utilização, em outro software. Vários alunos, como “18-MA”, sugeriram a necessidade de edição de cores para a borda, o fundo e o texto dos conceitos. Na verdade, a inclusão de cores já estava disponível em uma versão mais nova, mas a versão do software utilizada pelos alunos neste dia ainda não contava com esta funcionalidade por se tratar de uma versão anterior.

Alunos como “20-DI” sugeriram que o “*help*” (ajuda) do software fosse mais completo. Na verdade, esperava-se que a Parte 1 da atividade, com uma exposição das funcionalidades do software, fosse completa o suficiente para que os alunos não necessitassem de um “*help*” detalhado; ademais, pretendia-se que os alunos interagissem com o pesquisador e pedissem ajuda para que se detectassem mais facilmente as necessidades de melhoria da interface, visto que o software pretende ser o mais intuitivo e simples possível. Entretanto, a atitude deste aluno evidencia que muitos preferem acessar um arquivo com instruções, ainda que haja uma pessoa à disposição para auxiliá-los.

O aluno “22-RU” sugeriu a “*possibilidade de escrever fórmulas*”. Na verdade, está sob consideração a utilização da linguagem de marcação MathML (AMORIM, 2003^B) em futuras versões do COMA, na edição de hipertexto, mas talvez seja relevante incluir tais funcionalidades também nas caixas de texto que servem como rótulos de conceitos no mapa conceitual. Este aluno também sugere a possibilidade de se incluir “*quadriculado*” ao fundo do mapa conceitual; essa melhoria está sendo também considerada para futuras versões visto que diferentes usuários têm interesse em colocar imagens de fundo em seus mapas conceituais; neste caso, a imagem seria um “*quadriculado*”.

Para a quarta questão, muitos dos alunos que marcaram “Não”, como o aluno “44-TH” e outros que fizeram comentários durante a atividade no laboratório, opinaram que, para se explicitar procedimentos como aquele do “Mapa Conceitual para Localização de Extremos”¹⁹⁷, fluxogramas seriam mais adequados que mapas conceituais. Nesse sentido, considerando-se que várias disciplinas

¹⁹⁷ Internet - Concept Map for Locating Extrema - Math Resources: Concept Maps - URL:

de engenharia se utilizam de diagramas de diferentes tipos, talvez fizesse sentido desenvolver um software com mais recursos que o COMA que tivesse meta-diagramas que poderiam ser adaptados de acordo com as necessidades do professor; ou seja: o professor definiria um “template” (“modelo”) de diagrama e este poderia ser um mapa conceitual ou um diagrama mais específico, de acordo com as restrições colocadas pelo docente. Meta-diagramação pode ser mais indicada em educação em engenharia que utilizar apenas mapas conceituais para se representar o conhecimento e, portanto, deve ser investigada. Finalmente, nesta quarta questão, muitos alunos que marcaram “Não” elogiaram o software, considerando-o fácil de usar e útil para se representar o conhecimento, como o aluno “26-RA”, que escreveu: *“para fazer mapas conceituais parece um software muito bom”*.

A quinta questão perguntava: *“De um modo geral, utilizar um software para fazer mapas conceituais em uma disciplina de graduação o ajudaria a aprender mais e/ou melhor? Marque um X e explique.”* 86% dos alunos marcaram “Sim” para esta questão; este número chama a atenção se confrontado aos 14% que responderam “Sim” à primeira questão; ou seja: mesmo sendo o primeiro contato da maioria destes alunos com mapas conceituais, a maioria considerou que utilizar um software para fazer mapas conceituais em uma disciplina de graduação os ajudaria a aprender mais e/ou melhor. Tal fato indica que seria de interesse para a pesquisa em Educação em Engenharia incluir mais professores no grupo daqueles que utilizam as estratégias de aprendizagem significativa em suas aulas, em especial através do uso de mapas conceituais.

Algumas explicações mais representativas dentre os 38 alunos que marcaram “Sim” são resumidas a seguir: *“ajudaria a esclarecer as idéias”* (“01-MA”); *“ajuda os alunos a perceber as suas dificuldades conceituais”* (“02-WI”); *“os conceitos ficam mais organizados e mais fáceis de serem assimilados pelos alunos”* (“03-FL”); *“ajuda a sumarizar os conceitos e a resumir a matéria estudada”* (“16-VI”); *“em algumas disciplinas tais mapas são fundamentais; já em outras, ajudaria muito na organização do aprendizado”* (“20-DI”); *“ajuda na objetividade do raciocínio”* (“23-TH”); *“acredito que a utilização de mapas conceituais é de grande ajuda na organização dos conceitos e idéias; entender a relação entre diferentes partes da disciplina deve ficar mais fácil”* (“26-RA”); *“estimularia o aprendizado”* (“28-AL”); *“é uma maneira prática para organizar e relacionar os conceitos entre si”* (“33-MA”); *“possibilitaria uma prática mais fácil e menos trabalhosa”* (“34-JU”); *“a forma em que a informação é colocada em um mapa conceitual acelera a percepção dos conceitos principais”* (“38-RA”); *“este método deixa uma visão organizada e lógica do assunto”* (“40-GU”); *“os mapas nos ajudam a fixar os conceitos e a saber se entendemos a matéria da maneira correta; além disso, é mais*

fácil relembrar o conteúdo através dos mapas” (“41-CA”); “poderia ajudar no processo de inter-relação entre conceitos de uma disciplina com os demais presentes no currículo” (“43-JO”). Em resumo, pode-se dizer que a maioria dos alunos compreendeu como utilizar os mapas conceituais em um curto espaço de tempo e que esta mesma maioria considerou a abordagem adotada como positiva.

Dois alunos indicaram que sua resposta não poderia ser “Sim” ou “Não” visto que a experiência havia sido rápida demais: *“não tive experiência suficiente para avaliar” (“07-DA”); “não sei pois ainda não tenho experiência para utilizar” (“14-SE”).*

As explicações dos quatro alunos que marcaram “Não” são as seguintes: *“acredito que o software não, porém o conceito de mapas conceituais seria muito útil” (“09-RO”); “o método atual já considero suficiente e necessário” (“21-HE”); “prefiro o formato tradicional de ensino” (“39-AL”); “estou satisfeito com o uso de textos didáticos” (“44-TH”).* Ou seja: três destes alunos estão satisfeitos e não vêem a necessidade de que se inove através da incorporação de novas práticas.

A sexta questão perguntava: *“Você considera que a informática deveria ser utilizada com mais intensidade nas disciplinas de graduação da UNICAMP? Você teria alguma sugestão ou comentário a fazer com relação às estratégias de ensino utilizadas pelos professores? Explique no verso da folha.”* Boa parte dos alunos expressou suas considerações escrevendo entre dois e cinco parágrafos, gerando uma grande quantidade de dados; a seguir, são resumidas e comentadas algumas das respostas dadas por estes alunos.

O aluno “04-ER” escreveu: *“acho muito útil a utilização da informática como ferramenta de ensino; em muitas disciplinas, facilitaria a relação professor-aluno no sentido de ser um meio direto de comunicação a qualquer hora e local”.* O fator “*comunicação*” é de especial valor para alunos da UNICAMP visto que muitos têm suas famílias em cidades próximas a Campinas e costumam estar na cidade apenas durante o período de aulas, deste modo não podendo visitar os professores ou monitores de disciplinas em suas salas nos momentos por estes sugeridos; este fato os leva a utilizar o correio eletrônico e/ou as ferramentas de ambientes como o TelEduc para se comunicar e tirar suas dúvidas e/ou para interagir com os colegas na busca de aprendizagem colaborativa.

O aluno “07-DA” escreveu: *“sim, mas a informática deveria ser utilizada para ajudar o professor e tornar os exercícios mais interessantes, e não para substituir os professores; bons professores são imprescindíveis para o entendimento e para a formação dos alunos”.* Chama atenção, neste caso, a preocupação com tornar os exercícios mais interessantes através do uso da informática; de modo geral, os exercícios da disciplina em questão não se utilizavam de recursos como animação,

jogos educacionais ou vídeos ilustrativos, recursos estes que poderiam potencializar a aprendizagem dos alunos e, por isso, deveriam ser investigados.

O aluno “13-GU” escreveu que *“o meio ‘online’ deve ser violentamente incentivado”*; também escreveu que, *“de modo geral, as tecnologias não são utilizadas pelos professores que se recusam a informatizar as aulas, etc.”* Também acredita que *“muitos dos recursos tecnológicos da universidade são sub-utilizados”* e que *“um bom exemplo de atraso tecnológico são as páginas dos departamentos”*, as quais não seriam tão bem feitas na opinião deste aluno. Com relação ao uso do chamado *“meio ‘online’”*, a UNICAMP é uma das pioneiras no Brasil no que se refere à utilização de recursos como os ambientes para ensino via Internet, tal como o TelEduc. É de se esperar que, em breve, ocorra uma melhor utilização dos recursos tecnológicos visto que parte dos professores da instituição vêm passando por treinamentos intensivos no uso destas tecnologias ao mesmo tempo em que cada vez mais laboratórios de qualidade são disponibilizados à comunidade. Eventos como o *“Encontro de Professores Usuários do TelEduc / Ensino Aberto”* (MURARI & AMORIM, 2004) favorecem a troca de experiências entre os docentes, acelerando o processo.

O aluno “30-BR” acredita que, *“com o avanço tecnológico”*, seria interessante utilizar mais aulas via Internet para facilitar a vida de professores e alunos. A utilização do TelEduc pareceu insatisfatória para o aluno “25-AL”, que escreveu: *“deveria haver maior uso do TelEduc”*. Já o aluno “15-TH” indica ser contra ao ensino totalmente a distância. O aluno “39-AL” opina contra o uso da informática escrevendo que esta *“está sendo utilizada para a massificação do ensino e isso não é de maneira alguma positivo”*. O aluno “16-VI” opina a favor de provas via rede, mostrando que cada perfil de aluno parece ter uma preferência com relação ao uso de ferramentas de educação a distância. Nesse sentido, vale investigar que perfil de aluno a UNICAMP tem como predominante e quais estratégias de ensino seriam as mais adequadas nesta perspectiva.

Outro exemplo de opinião a favor de um uso mais intenso de computadores no ensino é dada pelo aluno “20-DI”: *“acho que as disciplinas onde simulações no computador são possíveis, como circuitos elétricos e muitas outras disciplinas, tais simulações deveriam ser utilizadas e com grande relevância; todas as matérias essencialmente teóricas, mesmo cálculo, por exemplo, deveriam se utilizar de pelo menos 30% a 50% em aspectos aplicados, em computadores”*. Ainda sobre simulações, escreve o aluno “24-FA” que *“a utilização de softwares para simulação, por exemplo, é uma boa maneira de ‘adicionar’ maior dinamismo nas matérias, mas isso não ocorre com muita frequência na FEEC”*. Nota-se, portanto, que os alunos esperam dos professores uma utilização cada vez maior dos recursos tecnológicos disponíveis, em especial de recursos multimídia. Contudo, tais

alunos não parecem considerar o fato de que estes mesmos professores teriam que dedicar tempo adicional à preparação de tais simulações, algo que nem sempre é possível, por mais que exista interesse por parte do docente (PIVA JR. et al., 2003). Nesse sentido, uma proposta a ser considerada é a de se incentivar a incorporação de novas estratégias de ensino nas quais parte das atividades de uma dada disciplina envolvam o desenvolvimento de projetos por alunos onde estes poderiam preparar simulações, animações, jogos educativos, entre outros, de modo que estes recursos pudessem ser utilizados posteriormente por outros alunos, em semestres seguintes.

Ao opinar, o aluno “43-JO” escreve que realmente considera a informática como um recurso estratégico a ser utilizado no aprendizado e conclui, escrevendo: “*deveria ser estimulado o desenvolvimento desses protótipos por parte dos professores para os alunos de pós-graduação*”. Essa declaração deixa evidente que muitos dos alunos valorizam a forte conexão entre o ensino e a pesquisa que ocorre na UNICAMP, fato que certamente favorece o desenvolvimento de novas metodologias educacionais.

Este caso de uso indicou um grande interesse dos alunos por utilizar software educacional em suas disciplinas; em especial, ficou evidente um grande interesse pela aprendizagem significativa e pelo uso de mapas conceituais como ferramenta útil na representação do conhecimento. De modo geral, os alunos parecem esperar que seus professores incorporem cada vez mais recursos tecnológicos às suas aulas, utilizando-se de simulações, animações, etc., além de também fazer um uso cada vez mais intensivo da Internet e de ambientes baseados na “Web” como o TelEduc.

Em entrevista realizada antes do caso de uso descrito nesta seção, o professor responsável pela disciplina indicou que desconhecia tanto mapas conceituais enquanto tipo de diagrama útil na representação do conhecimento como a aprendizagem significativa, ressaltando que nunca havia participado de experiência anterior de formação de professores, ainda que tivesse muito interesse em aprender novas estratégias de ensino. Em especial, tem especial interesse por educação a distância e pelo uso do TelEduc por já ter oferecido cursos de extensão a distância, ainda que sem o uso da Internet. O professor justifica seu desconhecimento do uso da Internet e de outras tecnologias no ensino de engenharia por não ter tempo disponível para participar dos eventos oferecidos pela própria UNICAMP ou para ler mais sobre o tema, visto que está sempre atarefado com inúmeras atividades docentes e administrativas. O professor acredita que o ensino tradicional está, de certo modo, ultrapassado, e que a nova geração aprende de outra forma; enfatiza que tem grande interesse em ministrar aulas via Internet e em preparar material instrucional para tais cursos, ainda que acredite mais no ensino “semi-presencial” que no “totalmente a distância”, visto que o contato pessoal seria

fundamental. O professor também indicou que o seu monitor neste semestre, neste caso um aluno de pós-graduação, teve papel fundamental ao auxiliá-lo na utilização do TelEduc.

A seguir, são mostrados alguns dos 88 diagramas feitos pelos alunos.

Boa parte do alunos colocou alguma explicação em seu portfólio sobre o mapa conceitual. No caso do aluno “39-AL”, por exemplo, lê-se: "Arquivo .zip para software COMA. O mapa sintetiza conceitos relacionados à análise de sensibilidade." A figura seguinte mostra tal mapa.

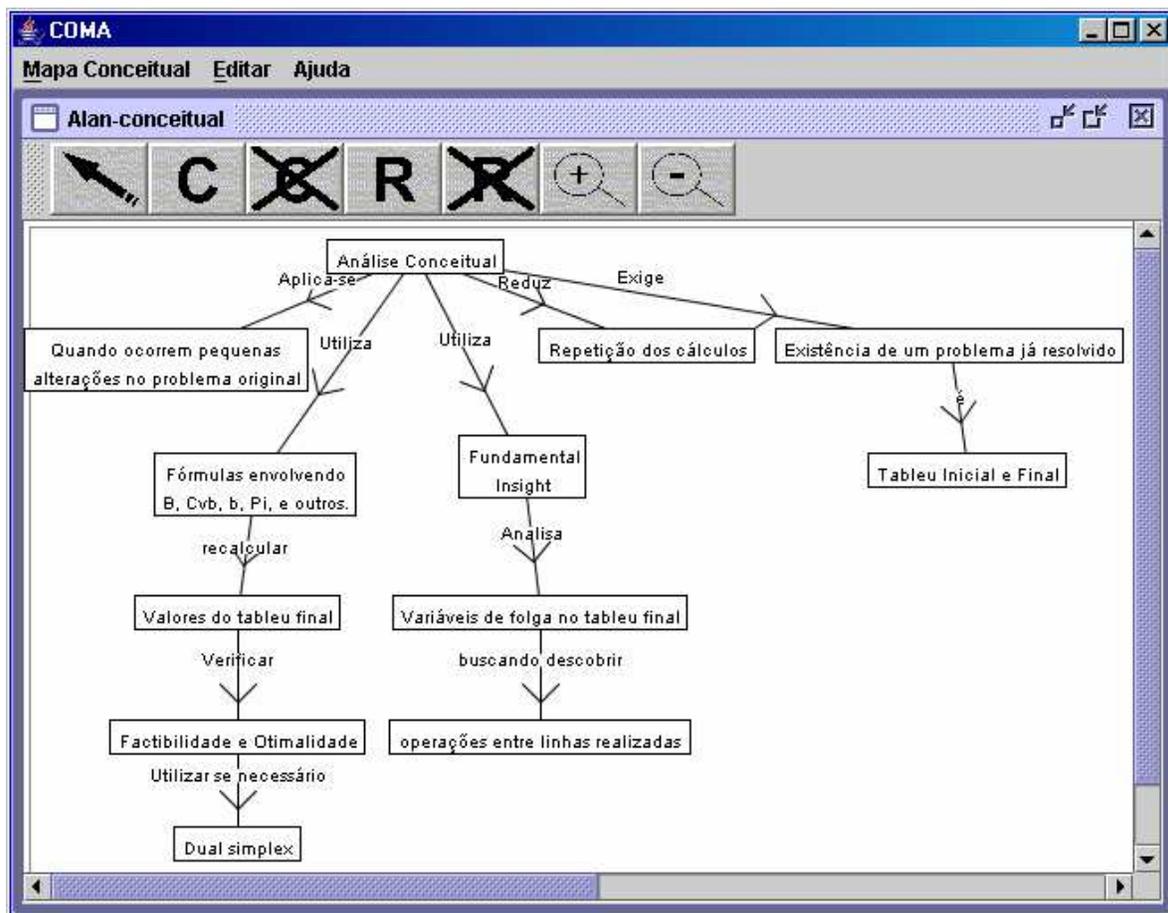


Figura 8.19 - Diagrama que sintetiza conceitos relacionados à análise de sensibilidade.

No caso do aluno “25-AL”, encontramos um mapa conceitual sobre “Simplex” e outro sobre “Método Gráfico” (veja a figura seguinte).

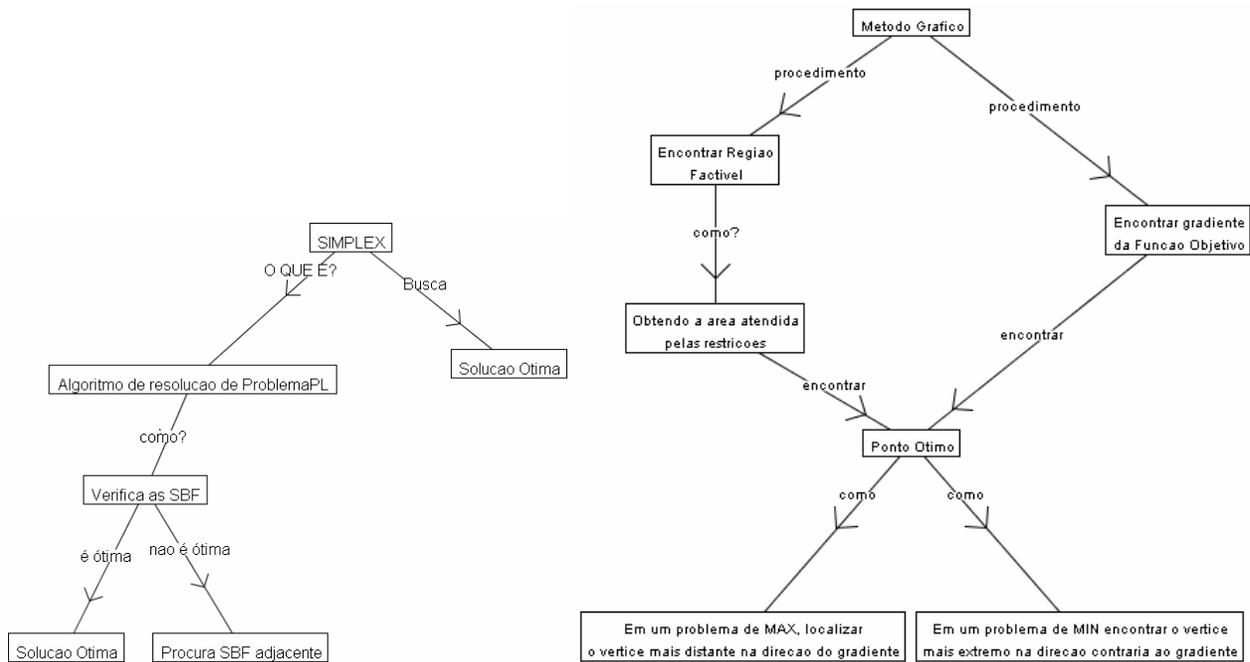


Figura 8.20 - Dois diagramas feitos pelo mesmo aluno: “Método Simplex” e “Método Gráfico”.

Um dos diagramas do aluno "28-AL" tratou de “modelamento de problemas para otimização” (veja a figura a seguir).

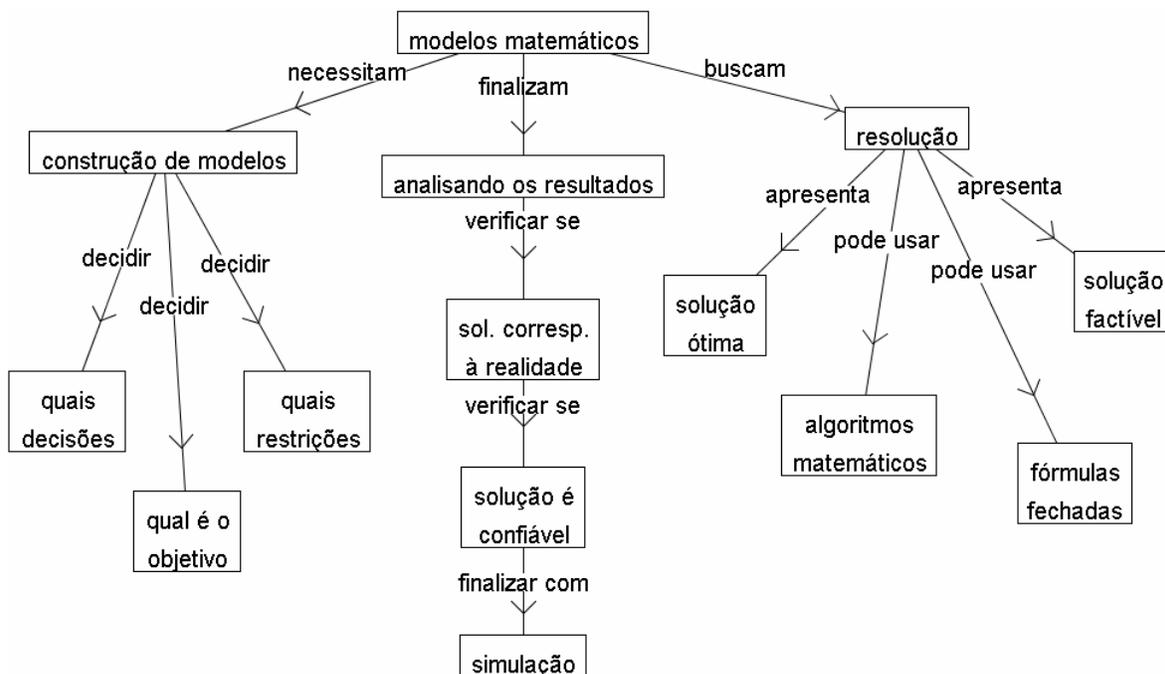


Figura 8.21 - Diagrama tratando de “modelamento de problemas para otimização”.

Um diagrama feito pelo aluno “10-AN”, sobre fluxo em redes, é mostrado a seguir.

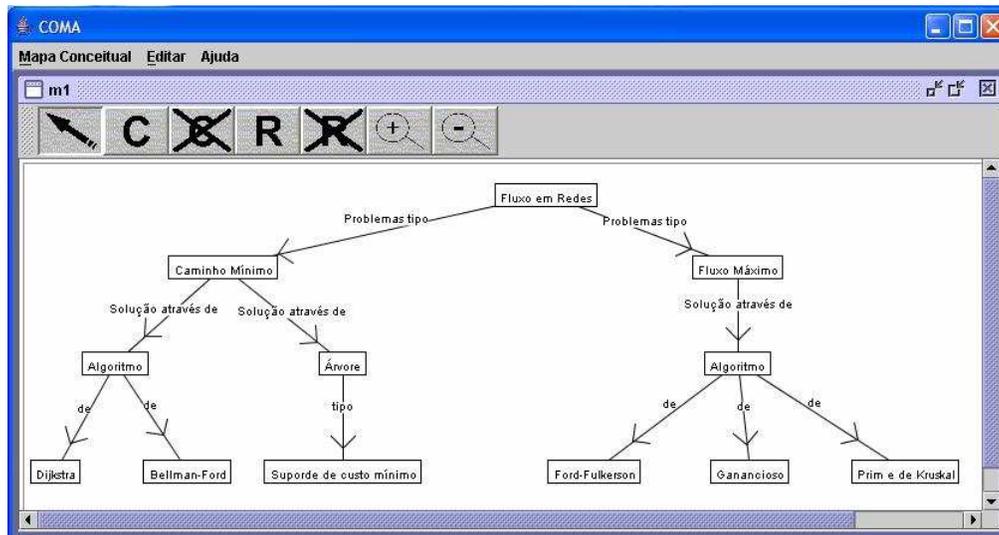


Figura 8.22 - Diagrama sobre “fluxo em redes”.

A seguir, é mostrado um diagrama sobre o “procedimento de formulação de um modelo matemático”, feito pelo aluno “35-BR”.

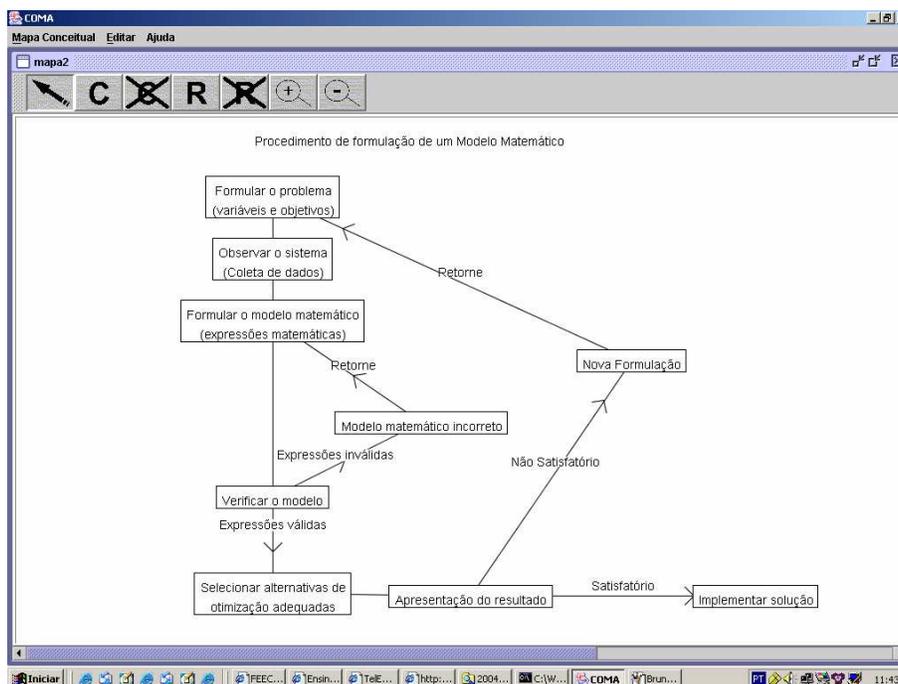


Figura 8.23 - Diagrama sobre o “procedimento de formulação de um modelo matemático”.

Alguns alunos, como “41-CA”, fizeram buscas na Internet e indicaram em seu portfólio qual a definição utilizada para confecção do mapa conceitual: (1) “Engenharia: Arte de aplicar os conhecimentos científicos à invenção, aperfeiçoamento ou utilização da técnica industrial em todas as suas determinações.” (2) E. agrícola: Ramo da Engenharia que trata da projeção de maquinarias agrícolas, localização e planejamento de construções agrícolas, drenagem de terras de cultura, administração do solo e controle de erosão, suprimento de água e irrigação, eletrificação rural e processamento de produtos agrícolas. (3) E. civil: Ramo da Engenharia que se ocupa de agrimensura e da projeção, organização e inspeção dos trabalhos relacionados com construções em geral, mormente públicas, tais como as de estradas de rodagem e de ferro, pontes, túneis, canais, portos e aeroportos e obras semelhantes, bem como da instalação, funcionamento e conservação de redes de distribuição de água e esgotos.

Veja o mapa conceitual de “41-CA” a seguir, o qual trata de Engenharia:

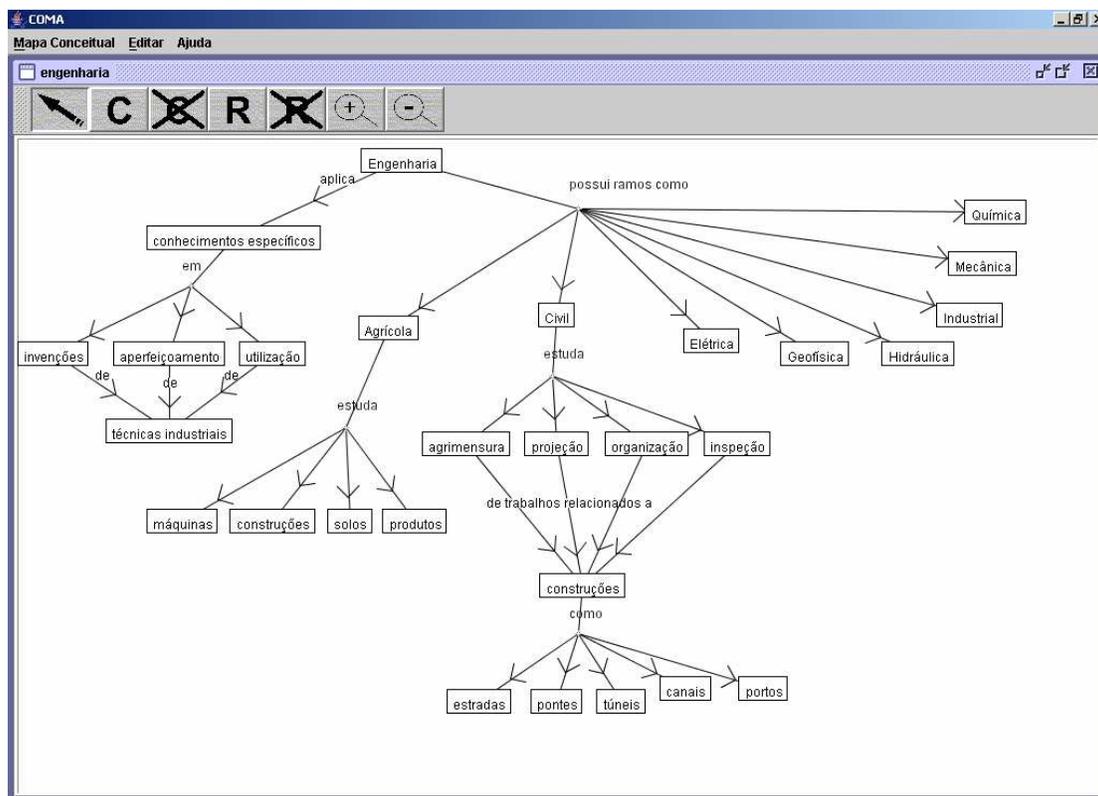


Figura 8.24 - Mapa Conceitual sobre “Engenharia”.

O aluno “03-FL” fez um mapa muito extenso na horizontal, o que não permitia que o mesmo fosse visualizado por completo na tela do computador, visto que o “zoom” deixava as letras pequenas demais. Este exemplo indica que a utilização de software de autoria de mapas conceituais em aparelhos portáteis como “palm tops” pode ser inviável pelo tamanho reduzido da tela destes. O ideal parece ser computadores com telas grandes como, aliás, ocorre com as aplicações gráficas de um modo geral.

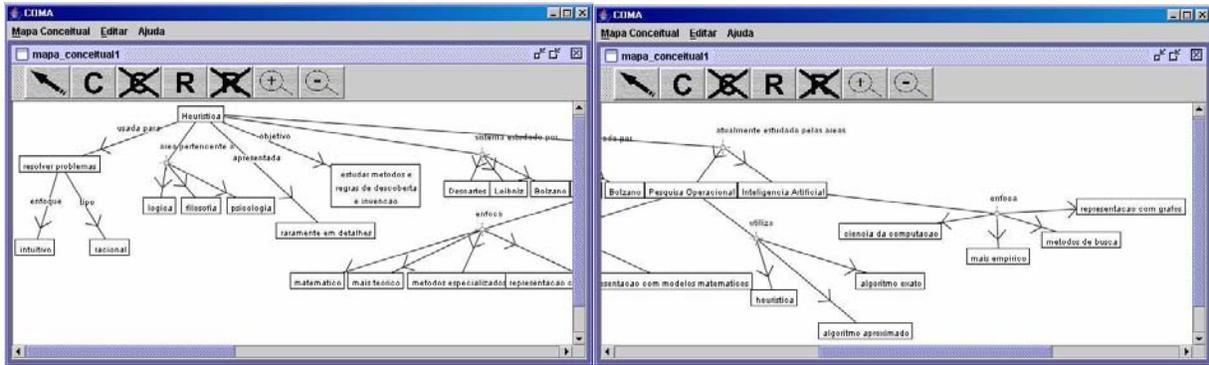


Figura 8.25 - Diagrama muito extenso na horizontal; a visualização por completo na tela do computador não era possível.

Um mapa conceitual sobre “Programação Linear”, feito pelo aluno “13-GU”, é mostrado a seguir.

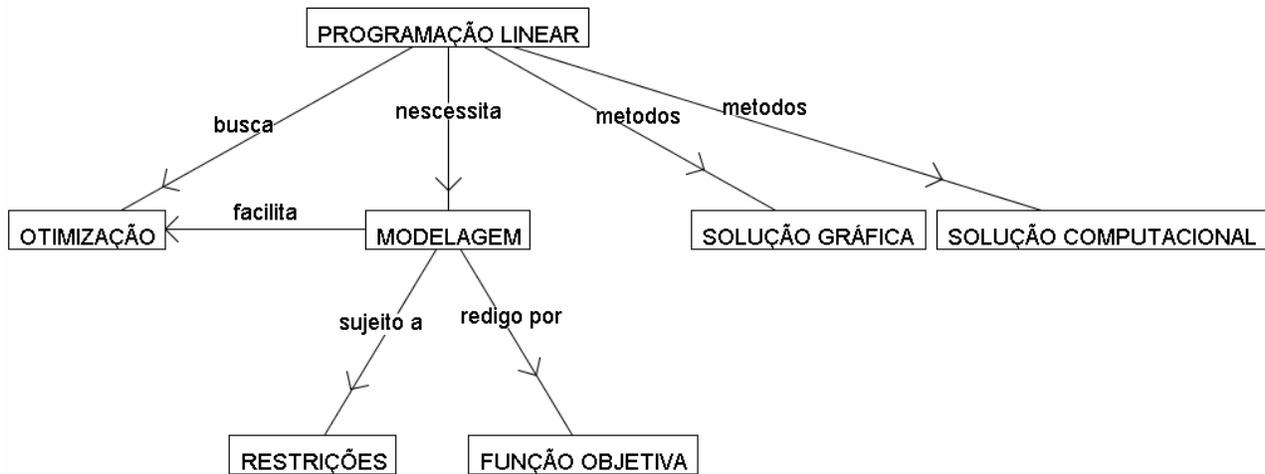


Figura 8.26 - Mapa Conceitual sobre “Programação Linear”.

Por certo, um teste com usuários é um método fundamental de usabilidade. De um ponto de vista desta pesquisa, conforme indicam ROCHA & BARANAUSKAS (2003) ao considerar as diferentes etapas de um teste, o propósito do teste é avaliar o sistema e não o usuário. Deste modo, o foco deve ser a melhoria da interface do protótipo.

De um ponto de vista da disciplina, entretanto, seria de interesse analisar separadamente e em detalhe cada um dos diagramas feitos pelos alunos. Para tanto, o especialista em conteúdo, que neste caso é o professor da disciplina, teria papel fundamental.

8.3.2 Uso nas Fac. Integradas IPEP

Em capítulo anterior deste texto, descreve-se a utilização do TelEduc e do aplicativo COLA nas Fac. Integradas IPEP de Campinas.

A partir de Agosto de 2004, mapas conceituais passaram a ser utilizados nas disciplinas das áreas de informática e matemática financeira ministradas pelo autor desta pesquisa, envolvendo cinco turmas com um total de mais de 200 alunos de graduação. Os mapas conceituais foram feitos com o software COMA e utilizados no início das aulas, para introduzir os assuntos de cada aula. As listas de exercícios passaram a conter exercícios específicos sobre mapas conceituais e as provas passaram a incorporar a avaliação via diagramas, buscando-se evidenciar se a aprendizagem havia sido significativa ou não. No caso das disciplinas de informática, os alunos também foram motivados a utilizar mapas conceituais durante a realização de seus trabalhos em grupo e antes de escrever redações sobre temas da disciplina.

A seguir, são mostrados quatro exemplos de diagramas preparados pelo professor para suas aulas presenciais na Instituição de Ensino Superior (IES) citada.

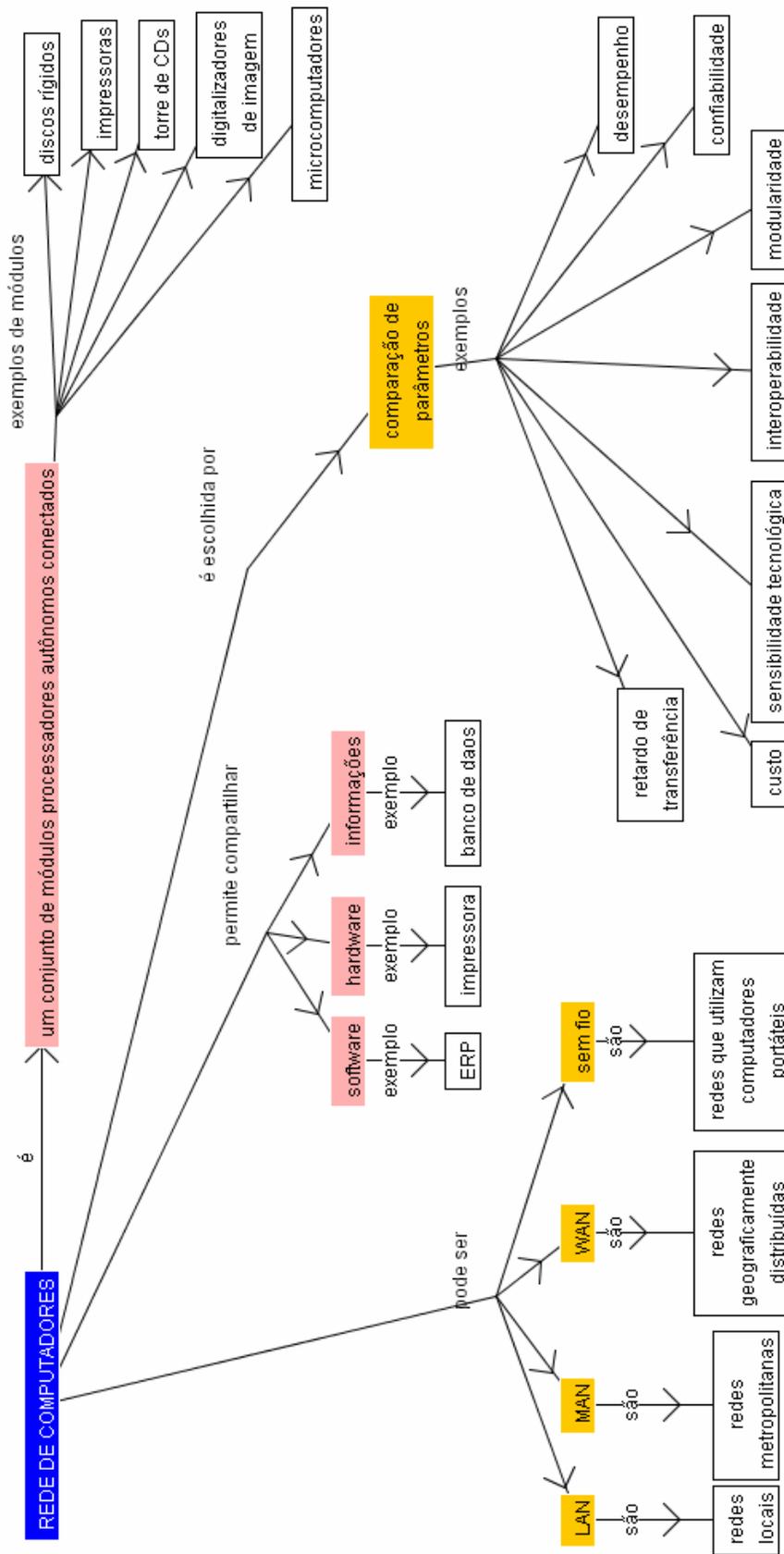


Figura 8.27 - Diagrama preparado para aula de informática que introduzia o conceito de “Rede de Computadores”.

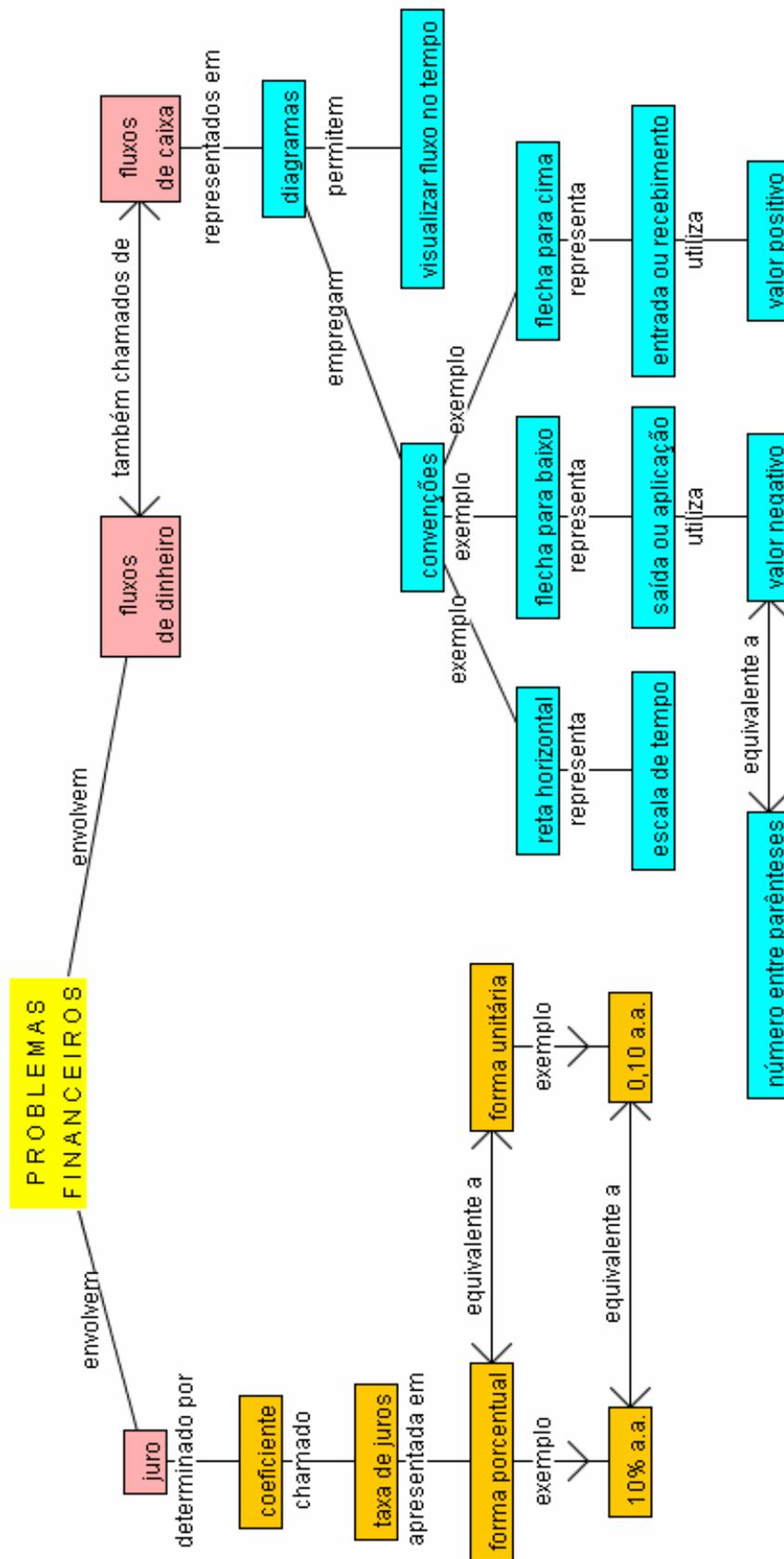


Figura 8.28 - Diagrama preparado para aula de matemática sobre o tema “Problemas Financeiros”.

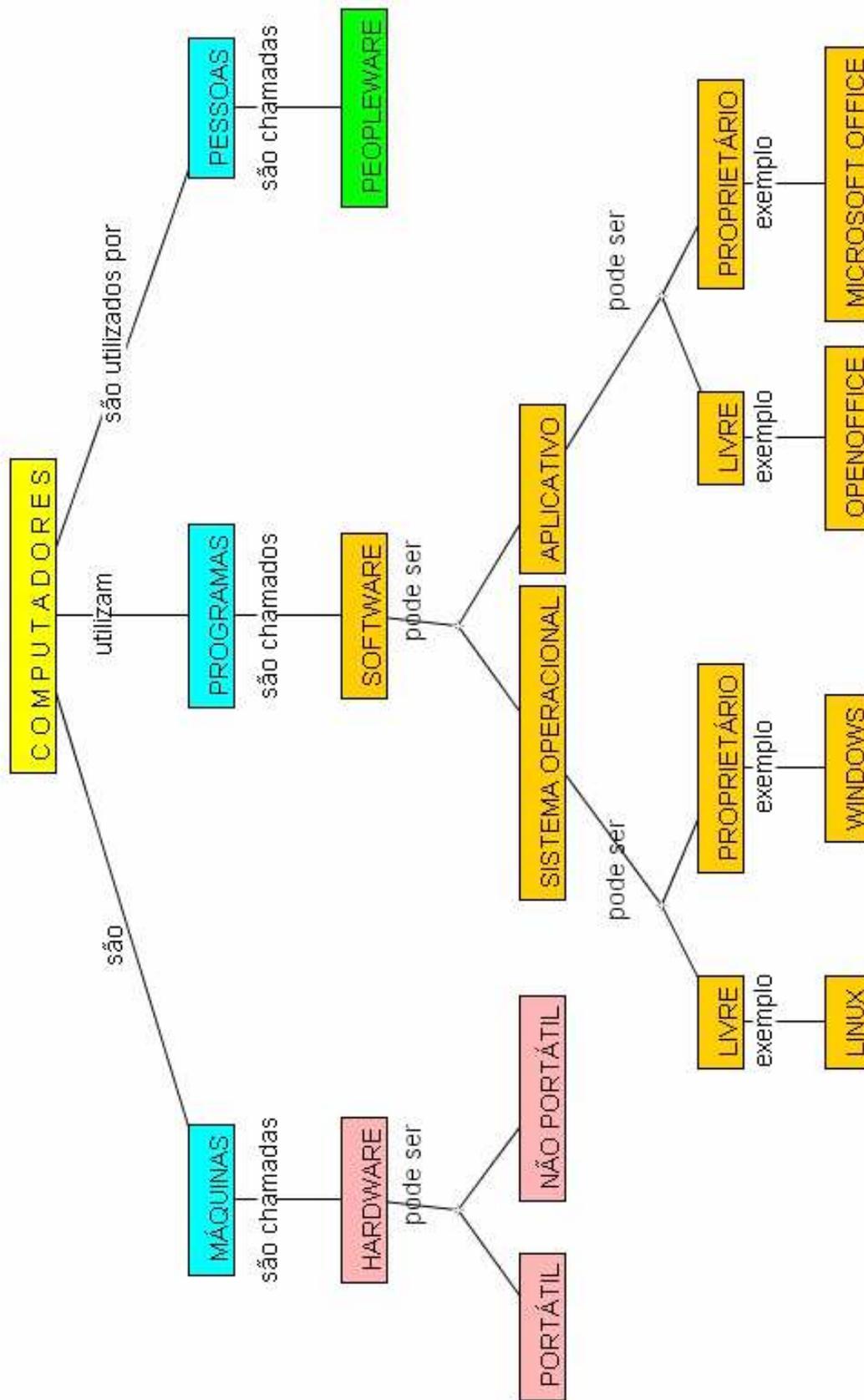


Figura 8.29 - Diagrama preparado para aula de informática que introduzia os conceitos de “software” e “hardware”.

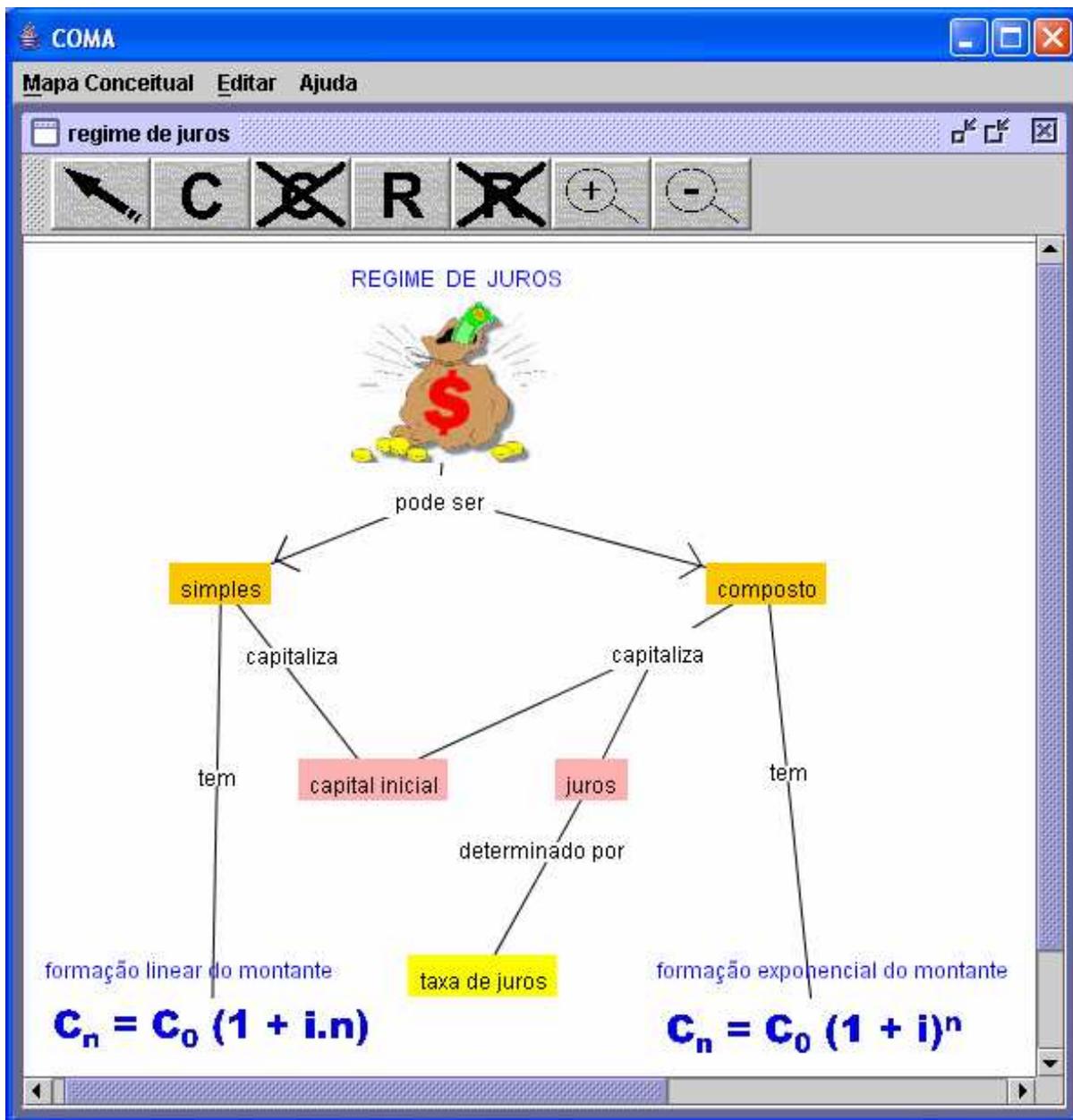


Figura 8.30 - Diagrama preparado para aula de matemática que introduzia o conceito de “Regime de Juros”.

Ao menos uma aula do semestre foi oferecida totalmente via Internet para cada turma, utilizando-se o TelEduc para disponibilizar cada módulo utilizado em cada uma das aulas. A seguir, são mostrados exemplos de hipertexto gerados para tal fim, onde um diagrama introduz o módulo chamado “Aula Virtual de Informática” na página de índice.

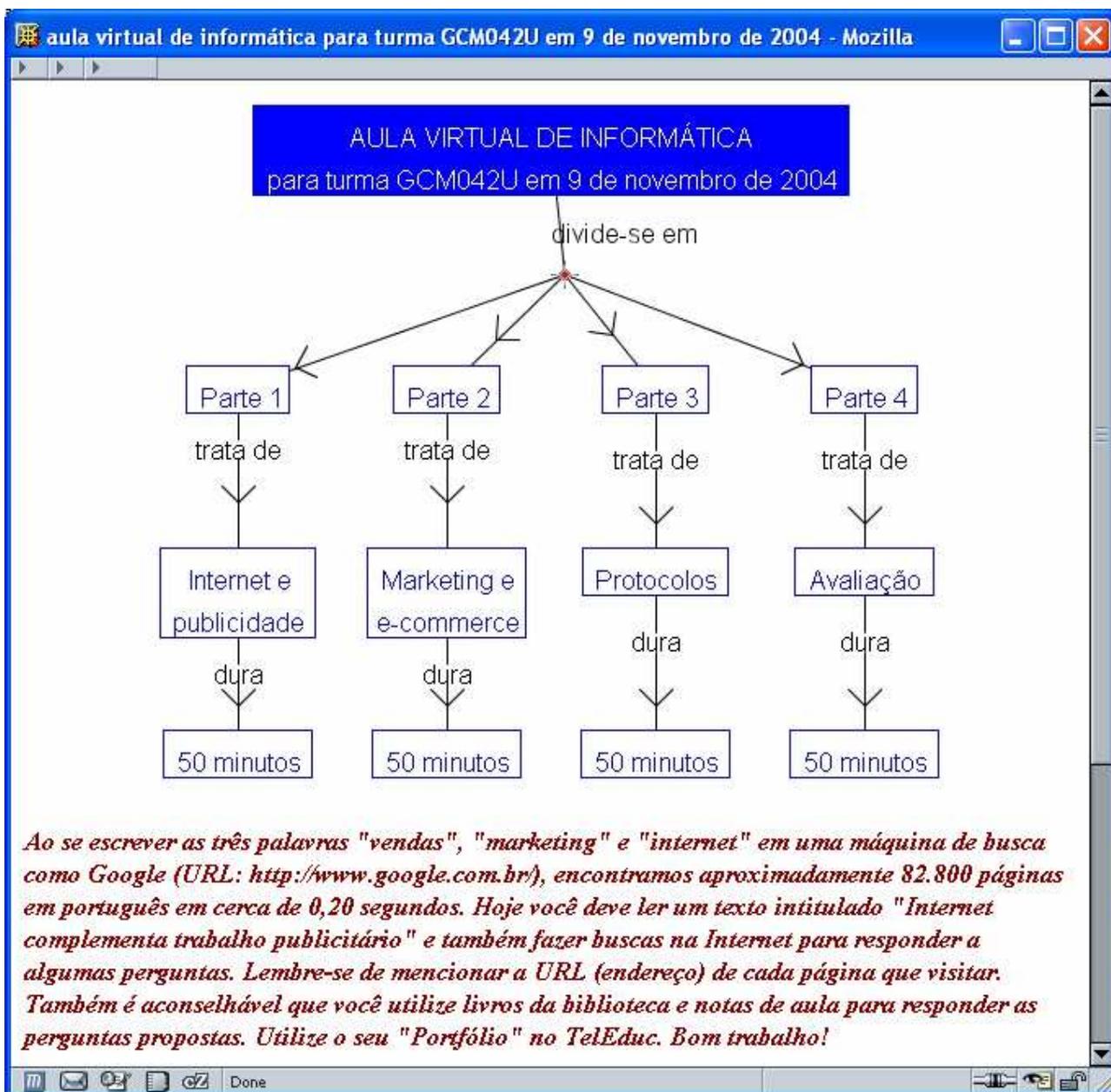


Figura 8.31 - Exemplo de hipertexto gerado pelo COMA para módulo chamado "Aula Virtual de Informática".

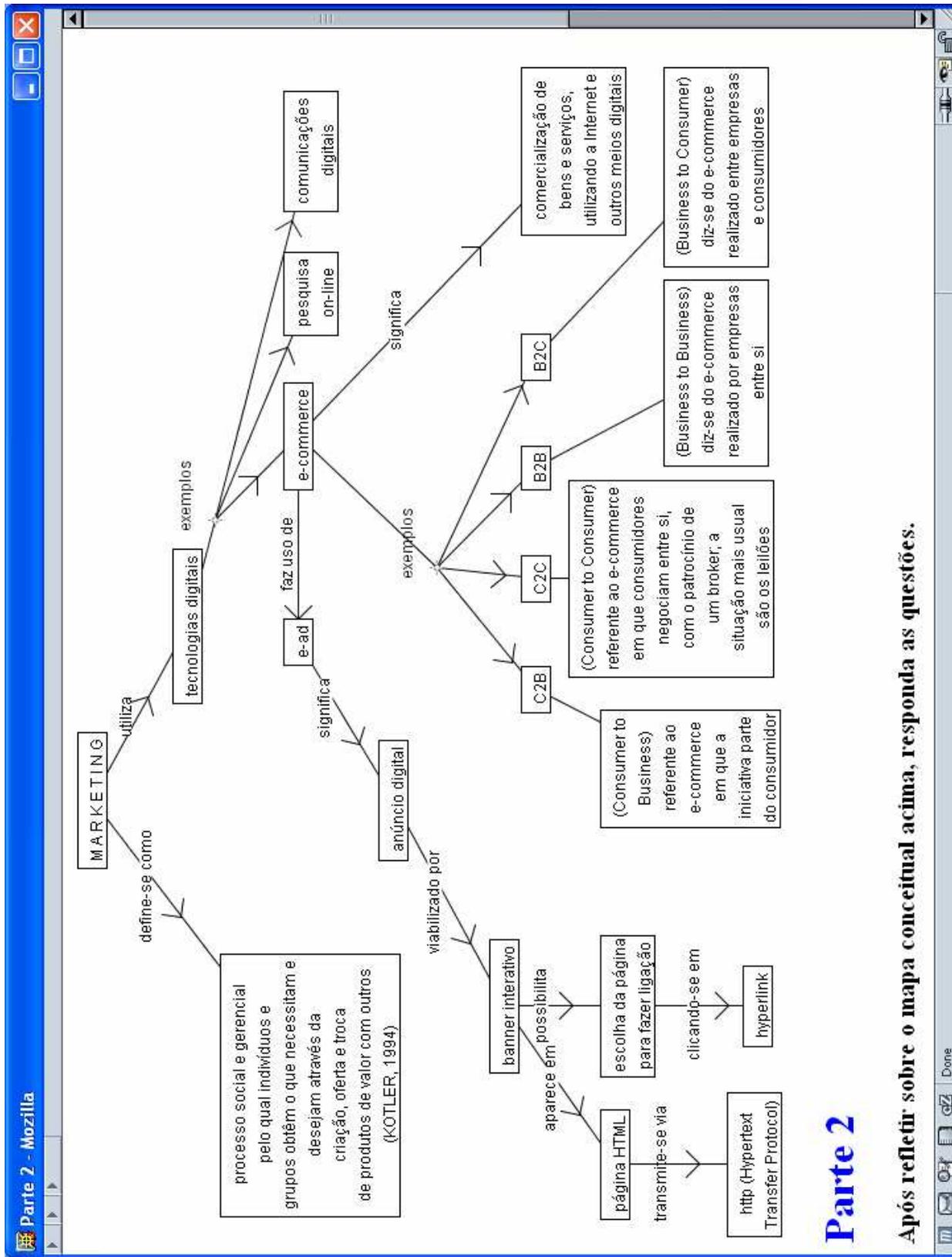


Figura 8.32 - Exemplo de hipertexto gerado pelo COMA, onde alunos devem interpretar um diagrama e responder questões.

Como ao menos uma aula do semestre foi oferecida totalmente via Internet para cada turma, utilizando-se o TelEduc, e como mapas conceituais e outros tipos de diagramas foram utilizados intensivamente durante todo o semestre, a quantidade de dados gerada foi muito grande e não será detalhada no texto desta dissertação. A seguir, são colocadas apenas as conclusões gerais relativas à utilização de diagramas nos contextos mencionados nesta seção¹⁹⁸.

MOREIRA & MASINI (1982) apresentam vantagens e desvantagens do uso de mapas conceituais do ponto de vista instrucional, conforme se indica capítulo anterior desta dissertação. A utilização de diagramas nos contextos mencionados nesta seção buscou fazer uso das vantagens potenciais dos mapas conceituais enquanto instrumentos que favoreçam a aprendizagem significativa. Buscou-se enfatizar a estrutura conceitual de assuntos da área de matemática e informática assim como o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento. Buscou-se também mostrar que os conceitos de um certo assunto diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade, buscando-se apresentar esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilitasse a aprendizagem e a retenção dos mesmos, inclusive quando assuntos novos foram introduzidos em aulas oferecidas totalmente via Internet. Buscou-se, enfim, prover uma visão mais global do assunto e uma indicação daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais, fossem eles livros da biblioteca, páginas da Internet ou artigos em jornais e revistas.

Ainda que se buscassem as vantagens, foram notados vários insucessos ou desvantagens, confirmando o que já afirmavam MOREIRA & MASINI (1982), tanto no caso das disciplinas de informática como no caso das disciplinas de matemática. Em muitos dos casos, notou-se a memorização de alguns diagramas por alunos que não conseguiram entendê-los; tal memorização ficou evidente pela tentativa de vários alunos de reproduzir os diagramas feitos pelo professor durante as provas semestrais ou ao resolver as listas de exercícios. Notou-se também que, em alguns casos, a demasiada complexidade de certos mapas dificultou a aprendizagem e a retenção quando estes foram utilizados pelo professor para introduzir novos assuntos em sala de aula; uma possibilidade a ser considerada é a de se projetar o mapa em um telão ao invés de desenhá-lo com giz na lousa, além de também distribuir uma cópia impressa de cada mapa aos alunos ao invés de sugerir que estes alunos

¹⁹⁸ Observação: Maiores detalhes podem ser encontrados no artigo “Aprendizagem Significativa em Educação Matemática e Autoria de Hipertexto para Educação a Distância”; trata-se de uma proposta de capítulo de livro cujo título provisório é “EaD em Educação Matemática”. Organização: GT6 do SIPEM/SBEM (URL: <http://www.gepeticem.ufrj.br/>). Autores do capítulo proposto: AMORIM, J. A. & MACHADO, C. & MISKULIN, R. G. S. & MISKULIN, M. S. Submissão: Dezembro de 2004.

reproduzam mapas complexos em seus cadernos a partir daqueles feitos pelo professor na lousa. No caso de matemática financeira, ficou patente a inibição da habilidade de alguns dos alunos de construir suas próprias hierarquias conceituais ao receber estruturas já prontas de seu professor. Neste caso, o maior erro parece ter sido do docente, por dedicar pouco tempo às explicações sobre como se utilizar mapas conceituais e outros tipos semelhantes de diagramas em matemática.

Como conclusão geral, pode-se dizer que a maioria dos alunos viu como positiva a utilização de mapas conceituais nas disciplinas consideradas, ainda que muitos deles tivessem dificuldade em entender tais diagramas em certas circunstâncias. Em especial, notou-se que, para os alunos, utilizar mapas conceituais em disciplinas como matemática é mais difícil que em disciplinas de informática. Notou-se também que a maioria dos alunos preferiria fazer diagramas utilizando um software ao invés de utilizar papel e caneta; contudo, como muitos deles não tinha acesso por banda larga em suas residências, instalar a Máquina Virtual Java se tornou um fator limitante da utilização do COMA, o que levou muitos dos alunos a tentar criar seus mapas conceituais em aplicativos como Microsoft Word e OpenOffice.

Para o pesquisador, foi possível perceber as vantagens e as desvantagens das metodologias propostas nesta pesquisa, o que gerou algumas propostas de alteração das mesmas. Em especial, verificou-se que restrições tecnológicas por parte dos potenciais alunos a utilizarem uma aula oferecida totalmente via Internet devem ser consideradas desde a concepção inicial de um módulo educacional.

Como primeiro exemplo relativo a restrições tecnológicas, podemos citar o fato da maioria das pessoas ainda acessar a Internet sem banda larga, o que as impede de acessar arquivos com animações “pesadas”, filmes e imagens de grande definição. Uma apresentação simples, utilizando um software como o Microsoft PowerPoint, por exemplo, mas que tenha muitas imagens e narração do professor, por exemplo, pode ocupar mais de um disquete por minuto caso não se queira uma perda da qualidade sonora, o que faz com que tais arquivos sejam grandes demais até mesmo para serem anexados ao TelEduc na sua versão padrão disponível no ano de 2004. Ainda no que se refere à largura de banda, deve-se ter em mente que, para que ocorra uma troca freqüente de arquivos em uma perspectiva de aprendizagem colaborativa, tais arquivos devem conter basicamente textos para que os alunos não fiquem desmotivados com a demora, caso alguns destes alunos não tenham banda larga. Desta feita, a troca de mapas conceituais com páginas em hipertexto com “links” para arquivos diversos associadas a cada conceito, parece inviável na maioria dos casos, devendo-se enfatizar a colaboração através de textos como, aliás, vem ocorrendo na maioria dos casos de uso do TelEduc descritos na literatura até o presente.

Um segundo exemplo relativo a restrições tecnológicas seria a restrição quanto ao tamanho (dimensões) dos mapas conceituais; notou-se que é melhor utilizar vários mapas conceituais de pequeno tamanho e de baixa complexidade na preparação de um módulo educacional, do que buscar utilizar apenas um mapa conceitual complexo e grande demais para ser visualizado como um todo em uma tela de computador que muitas vezes tem apenas 14 polegadas. Ou seja: o ideal, ao menos a curto prazo, parece ser a utilização de muitos mapas conceituais pequenos e simples dispostos em várias páginas, de modo que a navegação do hipertexto com imagens seja possível sem o uso da barra de rolagem horizontal e com um tempo de carregamento (“download”) relativamente reduzido.

8.3.3 Uso no IGCE da UNESP

No segundo semestre de 2004 ocorreram dois casos de uso no Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE)¹⁹⁹ da Universidade Estadual Paulista (UNESP). No primeiro, participaram pouco mais de 40 alunos de graduação. No segundo, participaram vários professores do IGCE e alguns alunos de programas de pós-graduação de outras instituições, como a Universidade de São Paulo (USP). Em ambos os casos, foi realizada uma apresentação sobre o potencial da utilização dos mapas conceituais na representação do conhecimento (AMORIM, 2003^C) em uma perspectiva de aprendizagem significativa, com exemplos e explicações sobre como utilizar os aplicativos COMA e CmapTools (NOVAK & CAÑAS, 2004). Em seguida, os presentes foram convidados a utilizar ao menos um dos aplicativos supracitados para representar conceitos relacionados à matemática, devendo ao final colocar o resultado de suas explorações na ferramenta “Portfólio” do TelEduc.

O primeiro caso de uso ocorreu no contexto da disciplina “Geometria”, ministrada a alunos de graduação que, em sua maioria, integram o curso de Licenciatura em Matemática. Após assistir uma apresentação inicial, os alunos tiraram suas dúvidas oralmente enquanto utilizavam o aplicativo COMA ou o aplicativo CmapTools para fazer mapas conceituais relacionados a geometria, seguido as sugestões dadas durante a referida apresentação inicial. Os alunos contaram também com o apoio de material colocado na ferramenta “Material de Apoio” do TelEduc, na instância “Geometria - Unesp”, com instruções mais detalhadas sobre como utilizar os referidos aplicativos de representação do conhecimento.

¹⁹⁹ Internet - Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - URL: <http://ns.rc.unesp.br/igce/matematica/> - Acesso: 21 de dezembro de 2004

Os resultados foram bastante positivos, visto que em menos de duas horas os alunos já haviam realizado a autoria de mapas conceituais sobre os temas das aulas anteriores. Inclusive, muitos dos alunos optaram por fazer mapas conceituais com figuras de triângulos, ângulos, etc. em associação ao rótulo de cada conceito; tais figuras haviam sido feitas por estes mesmos alunos ao utilizar software educacional durante a resolução de problemas de geometria. Este caso de uso obteve resultados bastante bons e permitiu uma melhor preparação do caso de uso da FEEC da UNICAMP, o qual foi descrito anteriormente neste mesmo capítulo. Depois desta atividade, alguns alunos continuaram a utilizar os aplicativos para autoria de mapas conceituais, ainda que não existisse qualquer demanda de utilização posterior por parte da professora responsável.

O segundo caso de uso ocorreu no contexto do mini-curso ministrado em novembro de 2004. Utilizou-se a instância “Curso de extensão - TelEduc - UNESP” do TelEduc. Após uma apresentação inicial sobre o TelEduc, ocorreu uma apresentação sobre representação do conhecimento e aprendizagem significativa.

Em seguida, os presentes utilizaram os aplicativos para representação do conhecimento, buscando fazer mapas conceituais sobre matemática. Foi possível, ainda, apresentar os estudos de caso realizados com os alunos de geometria, o que suscitou discussões sobre a importância do uso da tecnologia em educação. A atividade proposta continuou na semana seguinte, via Internet, de modo que tais professores puderam interagir entre si utilizando as ferramentas do TelEduc, tais como “Fóruns de Discussão”.

Os dois casos de uso realizados na UNESP permitiram a experimentação e a discussão das metodologias e procedimentos propostos nesta pesquisa, deste modo oferecendo evidências adicionais sobre as possibilidades e limitações destas metodologias enquanto favorecedoras da aprendizagem significativa em contextos de interação via Internet.

8.3.4 Uso a Distância com Comunidade Virtual

Em agosto de 2004, foi criada uma instância no TelEduc com o seguinte título: “Mapas Conceituais e Hipertexto em Educação”. O propósito era bastante simples: “Pessoas interessadas na utilização de Mapas Conceituais e Hipertexto em Educação terão aqui não apenas a oportunidade de

trocar experiências mas, também, a chance de conhecer melhor o aplicativo COMA e o ambiente TelEduc, ambos gratuitos e desenvolvidos na UNICAMP”.

A instância já contava com mais de 160 inscritos no início de dezembro de 2004, contando com participantes de várias partes do Brasil: Rio Grande do Sul, Pará, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, Rondônia, Paraíba, Tocantins, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Maranhão, Distrito Federal, Ceará, Espírito Santo, Rio Grande do Norte, Pernambuco, etc. Entre os participantes estrangeiros, inscreveram-se pessoas do Chile e do Reino Unido. Em sua maioria, os inscritos eram professores em atividade ou em formação, sendo que muitos deles eram também alunos de programas de pós-graduação.

Os participantes eram convidados a visitar a ferramenta “Atividades” inicialmente, onde encontravam cinco propostas de atividades. Ainda que não fosse obrigatório que as atividades fossem feitas, boa parte dos participantes as considerou interessantes o suficiente para completá-las. Vale ressaltar, entretanto, que muitos se inscreveram apenas para poder acessar o software COMA ou para ter acesso a bibliografia específica sobre mapas conceituais e hipertexto, não participando ativamente das atividades propostas. Neste caso, estes foram convidados a, no mínimo, preencher seu perfil e relatar parte de suas experiências.

Na primeira atividade, os participantes deveriam visitar as seguintes ferramentas: "Estrutura do Ambiente", para que fosse possível conhecer o TelEduc; "Perfil", para que fosse possível à comunidade conhecer-se mutuamente; "Leituras", para se iniciar as leituras; "Fóruns de Discussão", para que cada um se manifestasse independentemente após realizar parte das leituras; e "Diário de Bordo", para que cada um pudesse registrar suas impressões pessoais sobre a comunidade e sobre o TelEduc. Também foi indicado aos participantes que existiam os "links" para "Busca" e "Ajuda" no topo de cada página, à direita, e que estas ferramentas deveriam ser utilizadas sempre. Também foi indicado que, em caso de dúvidas, o participante deveria entrar em contato com os formadores através do sistema de correio do próprio TelEduc.

Na segunda atividade, cada participante deveria visitar a ferramenta "Material de Apoio" e ler sobre "Como fazer um mapa conceitual". Ainda em “Material de Apoio”, deveria ler as instruções e instalar o software COMA em seu computador. Em seguida, sugeria-se a utilização do software para fazer um mapa conceitual o qual, depois, deveria ter seus arquivos associados colocados nos portfólios individuais de cada um. Pedia-se também que a ferramenta "Portfólio" fosse utilizada para se explicar qual a motivação para que o mapa conceitual fosse feito. Opcionalmente, poderia ser colocada uma

imagem capturada com a tecla “Print Screen” do teclado na ferramenta "Portfólio", caso o usuário não quisesse colocar os arquivos originais do COMA que permitiriam a edição do respectivo mapa conceitual. Ainda nesta atividade, sugeria-se que o participante visitasse a ferramenta "Fóruns de Discussão" para fazer uma avaliação do software, discutindo, por exemplo, as limitações do mesmo e a facilidade de uso. O participante deveria ter em mente que se tratava de um protótipo e que seria muito importante que fossem dadas sugestões de melhoria. Sugeriu-se, ao final do conjunto de instruções que, em caso de dúvidas, bastaria colocar uma mensagem no "Fórum de Discussão" ou escrever para algum dos formadores.

Na terceira atividade, os participantes eram inicialmente lembrados de que as atividades deveriam ser completadas no ritmo pessoal de cada um, de modo que alguns poderiam vir a concluir tal atividade em um mesmo dia e outros em uma semana. Os participantes também eram convidados a escrever sobre suas experiências no "Diário de Bordo", inclusive enquanto estivessem fazendo uma atividade; deste modo, pretendia-se favorecer a troca de informações que levasse à aprendizagem colaborativa que se objetivava. A figura seguinte mostra a ferramenta “Diário de Bordo”.



Figura 8.33 - Ferramenta “Diário de Bordo” do TelEduc, a qual permitiu que cada participante refletisse sobre suas experiências ao realizar as atividades propostas e ao interagir com os demais participantes.

Sugeria-se de início, nesta terceira atividade, que fosse realizada a leitura do texto "Teoria sobre Como Construir Mapas Conceituais". Em seguida, era sugerida a leitura de um segundo texto: "Como Construir Mapas Conceituais". Logo após, o participante deveria fazer um mapa conceitual com o software COMA sobre o texto "Como Construir Mapas Conceituais", resumindo-o. Tal mapa conceitual deveria comparecer no portfólio de cada participante de dois modos: como imagem, capturada a partir da tecla "Print Screen" do computador, e como pasta de arquivos editáveis. Neste último caso, bastava compactar a pasta relativa a este mapa conceitual, a qual continha todos os arquivos relevantes relacionados ao diagrama em questão. Foram colocadas instruções detalhadas sobre como compactar e sobre como carregar ("upload") tais arquivos, indicando-se inclusive o endereço da Internet onde poderia ser encontrado um software gratuito para compactação.

Ainda na terceira atividade, os participantes deveriam comparar o mapa feito com outros dois mapas semelhantes sobre o mesmo tema, um deles feito com o software COMA e outro feito com o

software CmapTools (NOVAK & CAÑAS, 2004). No "Portfólio", os participantes deveriam escrever sobre seus mapas após tê-los comparado com os dois exemplos. O intuito era o de levar os participantes a refletir a respeito e a explicar quais as semelhanças e diferenças entre os mapas. Feito isso, era sugerida a participação nos "Fóruns de Discussão". Neste caso, cada um deveria avaliar por uma segunda vez o software COMA e falar desta experiência de uso do mesmo. Pretendia-se que os participantes fossem sinceros em suas críticas e que dessem sugestões de melhoria para que fosse possível aprimorar o software diante de suas necessidades. Ao final, sugeria-se que, dentro de alguns dias, cada um visitasse os portfólios de outras pessoas e escrevesse comentários sobre o que encontrasse (mapas conceituais, reflexões, etc.). Caso o participante considerasse conveniente, deveria sugerir melhorias nos mapas que encontrasse ou indicar quaisquer relacionamentos que fossem considerados inadequados.

A quarta atividade buscava incentivar a reflexão, sugerindo de início que cada participante utilizasse seu "Diário de Bordo" para escrever sobre as atividades anteriores, avaliando-as e sugerindo melhorias. Em seguida, sugeriria-se uma visita à ferramenta "Fóruns de Discussão", onde deveria ocorrer uma avaliação das propostas relacionadas ao uso do software COMA. Pretendendo-se incentivar a aprendizagem colaborativa, sugeria-se aos participantes que visitassem sempre os "Portfólios" e "Diários de Bordo" de outras pessoas e que escrevessem comentários sobre o que encontrassem. Ao final, um convite à reflexão e à participação nos "Fóruns de Discussão".

Na quinta atividade, esperava-se que cada participante conseguisse criar Mapas Conceituais e Hipertexto com o COMA dentro do TelEduc seguindo as instruções que estavam em um texto anexado ao respectivo item do TelEduc. Os participantes foram mais uma vez incentivados a aprender colaborativamente, com convites para que participassem de fóruns e para que comentassem os trabalhos dos demais participantes.

De modo geral, a maior parte dos inscritos participou dos fóruns de discussão, mas nem todos os que opinaram sobre o uso do software COMA ou de outros aplicativos para representação do tiveram interesse de mostrar o resultado de seu trabalho com mapas na ferramenta "Portfólio", o que de certo modo comprometeu parte dos resultados desta pesquisa. Ainda assim, muitos se sentiram à vontade para expressar sua dificuldade em acompanhar as discussões e as atividades: *"Joni, percebo que sua discussão e a de Carlos mostra um nível bastante elevado no que se refere a esses softwares... Acho que Gabriele notou isso também. Bem, é interessante porque a gente começa a notar as mudanças e a necessidade de se inteirar e utilizar mais essas ferramentas. Só que para quem não tem muito a prática, isso a princípio fica bastante confuso. Lendo tudo isso, quase que deu um 'nó' na*

minha cabeça, mas tudo bem, estou começando a desamarrá-lo! Ei, não consegui...ainda...usar o CMAP.”

As propostas para trabalhos futuros, descritas no Capítulo 9, foram colocadas nos fóruns e os participantes foram convidados a opinar. Uma das opiniões vem a seguir, demonstrando que muitas vezes o usuário quer uma interface simples e apenas os recursos verdadeiramente essenciais para a autoria de mapas conceituais em um aplicativo como o COMA: *"Caro Joni, parece-me que o seu projeto está ficando muito interessante, principalmente quando chega na proposta de desenvolvimento de máquina de busca, usando a lógica do mapa conceitual. Acho que isso seria muito útil para o professor, particularmente na hora do planejamento. Também gostei da idéia de fazer os mapas interagirem com outros softwares. Isso sempre é bom e útil. Agora, aceita uma sugestão? Seria bom nisso tudo não se esquecer que um mapa conceitual é um recurso visual e lógico tão simples quanto um fluxograma. Ao invés de processos e ações, temos relações lógicas. Ele pode ser feito, usando lápis e papel. Eis a genialidade do recurso: ele é simples. Complicar estraga..."*

No que se refere à possível busca de conformidade com algum modelo de referência de objetos de conteúdo e à integração do COMA ao TelEduc, um dos participantes escreve: *"Minha colocação neste caso diz respeito ao padrão escolhido. Porque SCORM e não o LOM da IEEE? Mas, a idéia de gerar objetos educacionais segundo um padrão me parece muito promissora para que possa haver integração da ferramenta".* Surgiram discussões muito técnicas, em termos computacionais, ao mesmo tempo em que outras tinham um caráter bem menos técnico, como a que se referia ao tema “metodologia”: *“Fui vítima da fase em que a palavra ‘metodologia’ se tornou tabu nos meios pedagógicos, até mesmo nas dissertações. Francamente acho que não se deve dar muito crédito a essas ‘ondas’ e ‘modismos’ tão características da nossa amada área do saber. Além de pouca ou nenhuma fundamentação, é até uma contradição em termos falar em educação, sem falar em metodologia, enquanto formos seres mortais, que precisam das mediações e dos caminhos para alcançar a sabedoria e o conhecimento. Que eu saiba todos nós usamos alguma metodologia todo o tempo, por mais caótica e inconsciente que possa parecer. Então, a ordem é: simplicidade (complicar para quê)?”*

Os resultados preliminares indicam que há grande interesse no uso de mapas conceituais em educação no Brasil. Inclusive, o uso do TelEduc permite que se registrem diversas manifestações relevantes à pesquisa, como já se demonstrou nas citações supracitadas. Outro exemplo é a mensagem seguinte: *“Há dois anos fiz um curso de 12hs sobre mapas conceituais. Fiquei fascinado, mas ainda*

não consegui incorporá-los de fato à minha prática em sala de aula. O que gostaria mesmo é de fazer os alunos se habituarem a usá-los”.

A perspectiva de aprendizagem colaborativa dentro do TelEduc parece ser natural para alguns dos educadores que participam: *“Amo o que faço e faço com uma obstinação admirável, estudo, leio, “aprendo e ensino”, estabeleço trocas de conhecimento e não só isso, mas compreensão, sentimentos, cooperação e a esperança de fazer este Brasil melhor! Quero aprender mais sobre Mapas Conceituais para compartilhar com todos os educadores aonde eu for!”*

Vale ressaltar que, entre os diversos participantes da instância, há vários multiplicadores de diferentes partes do território nacional, o que permite prever que, a médio prazo, ainda mais educadores tomarão conhecimento das possibilidades oferecidas pelos mapas conceituais, algo que deve levar a um aumento do número de freqüentadores desta comunidade virtual: *“...sou multiplicadora, trabalho no CRTE (Coordenação Regional de Tecnologia Educacional), de Curitiba. Minhas atividades são: ministrar Cursos de Informática Pedagógica para professores da Rede Pública de Ensino, presenciais e à distância, assessoramento na elaboração e no desenvolvimento de projetos pedagógicos”.*

Através do uso do TelEduc, está se confirmando a importância de que se proponham metodologias que sirvam de base para que educadores passem a utilizar a aprendizagem significativa e os mapas conceituais em sala de aula. As atividades propostas dentro da instância envolvem o estudo comparativo de diferentes tipos de software para a autoria de mapas conceituais e hipertexto e a utilização de ferramentas como “Portfólio” permite que os colaboradores troquem informações com facilidade dentro do TelEduc, o que potencializa enormemente a aprendizagem, por mais que a maioria destes não se encontre pessoalmente. Em especial, o uso da ferramenta “Fóruns de Discussão” permite que os desenvolvedores do software COMA tomem conhecimento das opiniões, sugestões e perspectivas dos usuários, como se percebe nas quatro mensagens seguintes: (1) *“Fiquei sabendo da existência do software COMA quando em minhas pesquisas sobre Mapa Conceitual encontrei seu artigo... Achei interessante pelo que li; estou ansiosa para estudá-lo”.* (2) *“Eu estou iniciando os meus estudos sobre mapas conceituais agora. Eu fiquei sabendo tanto do software COMA como do CMAP depois de realizar a leitura dos textos sugeridos aqui no curso. Eu gostaria de saber como eu faço para ter acesso a esses softwares. Eu achei muito interessante”.* (3) *“Quando vamos conhecer o software COMA? Estou ansiosa!!!”* (4) *“Também estou conhecendo o software e achei fácil de usar. ...fiquei com uma dúvida: será que dá para trabalhar com a teoria dos conjuntos usando esse software?”*

Pode-se concluir, preliminarmente, que a pesquisa em questão se mostra relevante diante do significativo interesse de educadores de diferentes regiões do Brasil. Vale dizer também que a proposta de utilização do TelEduc na criação de uma comunidade virtual como metodologia de aplicação do software COMA teve sucesso no sentido de divulgar o aplicativo e as propostas de metodologias associadas.

Este caso de uso realizado via Internet permitiu não apenas a experimentação e a discussão das metodologias propostas nesta pesquisa, mas também a criação de uma comunidade de usuários de mapas conceituais e hipertexto em educação e a divulgação do software COMA. Nesse sentido, este caso de uso ofereceu evidências adicionais sobre as possibilidades e limitações das metodologias e procedimentos propostos nesta pesquisa. Em especial, a criação da comunidade favoreceu a interação via Internet numa perspectiva de aprendizagem colaborativa envolvendo professores de várias partes do país, como indica a mensagem seguinte: “... trabalho como prof^a multiplicadora no NTE de Gurupitô. Tenho interesse em aprender sobre Mapas Conceituais”.

8.4 Conclusões Preliminares

O capítulo desta dissertação que trata de aprendizagem oferece um panorama geral da aprendizagem colaborativa e da aprendizagem significativa.

Os casos de uso relatados neste capítulo, de número 8, confirmam as vantagens e desvantagens do uso de mapas conceituais do ponto de vista instrucional, conforme indicam MOREIRA & MASINI (1982). Algumas restrições tecnológicas que ainda fazem parte da realidade educacional brasileira, como monitores de dimensões reduzidas e largura de banda insuficiente, acabam por atuar como fatores limitantes do que se refere ao uso de mapas conceituais mais complexos e de maiores dimensões quando se dá a composição de módulos educacionais para acesso via Internet, assim como acabam limitando as possibilidades de interação não baseadas em textos dentro de ambientes como o TelEduc dada a quase impossibilidade de que se troquem arquivos “pesados” que ocupam muita memória, como apresentações com muitas imagens e/ou narrações.

Nesta perspectiva, parece evidente que a verdadeira “explosão” no uso da Internet em educação a distância deverá ocorrer no Brasil apenas quando uma “massa crítica” de usuários com banda larga passar a existir. Por certo, isso deve ocorrer dentro de poucos anos caso se mantenha a atual taxa de

inovação na área de informática, o que deverá favorecer o desenvolvimento de novos modelos educacionais, como aquele proposto por NOVAK & CAÑAS (2004). Neste novo modelo, o uso de multimídia associado ao uso de diagramas para representação do conhecimento pode vir a ser uma prática não apenas desejável mas também viável em termos tecnológicos para a maioria da população brasileira, ainda excluída do mundo digital. O objetivo, por certo, seria o de se buscar uma educação de qualidade que vá contra a aprendizagem mecânica (“rote learning”) e que considere o uso crescente da Internet em diferentes contextos de aprendizagem colaborativa.

Capítulo 9

Considerações Finais e Propostas para Trabalhos Futuros

Este capítulo, dividido em duas seções, trata das considerações finais e das propostas para trabalho futuros.

9.1 Considerações Finais

Nesta pesquisa, a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2000) serviu de base para o desenvolvimento de um aplicativo que se utiliza de mapas conceituais como auxiliar no processo de autoria de hipertexto. Tal pesquisa foi norteada pela busca a uma resposta à seguinte questão central de investigação: “*Quais as possibilidades pedagógicas e computacionais de um aplicativo de autoria na elaboração de mapas conceituais e hipertextos para a Educação em Engenharia?*”

Foram investigadas as possibilidades pedagógicas e computacionais de dois aplicativos de autoria na elaboração de material instrucional em hipertexto. O primeiro protótipo desenvolvido foi chamado COLA; já o segundo, COMA. Foram apresentadas metodologias associadas ao uso dos aplicativos assim como foram realizados estudos de casos envolvendo tais metodologias. De modo geral, pode-se dizer que o segundo protótipo desenvolvido, COMA, permitiu que os objetivos da pesquisa fossem cumpridos.

Em especial, tem grande importância o estudo de caso envolvendo a utilização do aplicativo COMA na FEEC da UNICAMP (AMORIM & OHISHI & MACHADO & MISKULIN & MISKULIN, 2005). Neste estudo, 86% dos alunos indicaram que utilizar um aplicativo para fazer mapas conceituais em uma disciplina de graduação os ajudaria a aprender mais e/ou melhor. Esse dado é especialmente relevante caso se considere que apenas 14% destes alunos havia utilizado diagramas de algum modo semelhantes a mapas conceituais anteriormente em disciplinas de graduação.

Deve-se salientar que o aplicativo COMA permite não apenas o trabalho com mapas conceituais, mas também a elaboração de páginas HTML que podem ser úteis para autoria de "sites", tutoriais, trabalhos escolares, aulas virtuais ou até mesmo a simples indexação de arquivos de vários formatos sobre um dado assunto. Neste último caso, o aplicativo seria utilizado por um especialista em conteúdo (“Content Expert”), o qual pode ser um professor, por exemplo, para preparar uma primeira versão de um módulo educacional que posteriormente seria desenvolvido com mais detalhes por uma equipe (MENEGHEL, 2002) que contivesse, entre outros, um implementador “Web” (“Web Implementer”) e um projetista instrucional (“Instructional Designer”).

Assim, o aplicativo COMA pretende oferecer uma interface facilitadora com elementos que tenham seus significados inferidos facilmente, para que o esforço cognitivo do usuário esteja totalmente voltado para tarefa de elaboração de mapas conceituais e hipertextos, e não para o recurso computacional utilizado. Deste modo, a interface pretende ser transparente para o usuário para que o aplicativo cumpra seu papel educacional. Espera-se que o uso potencial do aplicativo COMA vá além da área de Educação em Engenharia dada a sua facilidade de uso, a sua distribuição gratuita e a sua interface em várias línguas, incluindo-se aí o Português. Em especial, espera-se que o seu uso em associação a ambientes de ensino via Internet como o software livre TelEduc leve ao desenvolvimento de novas metodologias que possibilitem um aumento contínuo da qualidade do processo de ensino e aprendizagem apoiado pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Algumas possibilidades de resposta à questão central de investigação foram apresentadas e, pelos resultados bastante positivos alcançados, justifica-se uma continuação deste trabalho. Entre as principais contribuições deste trabalho, destacam-se três. Em primeiro lugar, realizou-se a investigação e a documentação de teorias e metodologias com potencial de utilização na área de Educação em Engenharia, considerando-se em especial a realidade dos cursos de graduação da UNICAMP. Em segundo lugar, desenvolveram-se tanto aplicativos como também metodologias associadas ao uso destes aplicativos com foco na Educação em Engenharia. E, finalmente, em terceiro lugar, foi apresentada uma proposta de uma visão alternativa ao ensino de Engenharia que privilegie a aprendizagem significativa, com apoio da tecnologia.

Nesta dissertação, também são apresentadas diversas propostas para trabalhos futuros relacionados ao uso de diagramas em Educação em Engenharia e às metodologias relativas aos processos de ensino e aprendizagem analisados, com especial destaque para a possível anexação das funcionalidades do aplicativo COMA enquanto ferramenta adicional a ser disponibilizada no software livre TelEduc. O TelEduc, ambiente cada vez mais utilizado no ensino de graduação e de pós-

graduação em Engenharia (MURARI & AMORIM, 2004) da UNICAMP, é um exemplo de ambiente que utiliza o potencial da tecnologia para dar sustentação a aspectos educacionais, sociais, afetivos e cognitivos em um repertório que integra educação formal, não-formal, corporativa, continuada e especial (GARDENAL, 2004).

9.2 Propostas para Trabalhos Futuros

Algumas propostas para trabalhos futuros serão discutidas. Pretende-se deste modo fomentar a discussão em torno de temas de importância não apenas para a Educação em Engenharia Mediada por Computador (AMORIM & OHISHI & MACHADO & MISKULIN & MISKULIN, 2005) como também para a Educação a Distância de um modo geral (AMORIM & MACHADO & MISKULIN & MISKULIN & SILVA, 2005).

Serão apresentadas, a seguir, propostas relativas aos seguintes temas: (1) integração do aplicativo COMA ao TelEduc enquanto nova ferramenta; (2) investigação das potencialidades dos Grafos Existenciais de Peirce; (3) desenvolvimento de novas metodologias para Educação em Engenharia; (4) gerenciamento e avaliação de projetos em Educação a Distância; (5) busca de conformidade com algum modelo de referência de objetos de conteúdo; (6) processamento de recursos na perspectiva da inteligência artificial; (7) investigação da potencialidade dos meta-dados semânticos e do algoritmo KEA; (8) perspectivas apresentadas por máquinas de busca e sistemas hierárquicos e distribuídos de suporte; e (9) criação de um novo ambiente para Educação a Distância com foco na Aprendizagem Significativa.

A primeira proposta se refere ao TelEduc (LACHI, 2003). Segundo ROMANI (2000), a visualização tem se tornado muito importante no desenvolvimento de algumas ciências e também da Educação a Distância. Ao concluir seu trabalho sobre a ferramenta InterMap do TelEduc, que utiliza técnicas de visualização de informação para diminuir o esforço cognitivo dos usuários na obtenção de informação sobre a participação e a interação dos indivíduos nos cursos, sugere que outros trabalhos correlatos poderiam ser desenvolvidos para estender o uso de visualização a outras ferramentas do ambiente TelEduc. Considerando-se as possibilidades de utilização de Mapas Conceituais dentro de ambientes de EaD, futuros desenvolvimentos poderiam incluir a anexação das funcionalidades do aplicativo COMA enquanto ferramenta adicional a ser disponibilizada no software livre TelEduc.

Nesse caso, o aplicativo COMA atuaria como um "applet" no lado cliente, mas manipularia os Mapas Conceituais e conteúdos didáticos no lado servidor, integrando-se ao TelEduc.

A segunda proposta se refere a diagramas. Segundo Peirce (GUDWIN, 2003), diagramas lógicos representam relações lógicas por meio de relações espaciais com as quais se colocam em similaridade. Um sistema de grafos existenciais é uma classe de diagramas sobre os quais é permitido operar certas transformações. Um Grafo Existencial, conforme já se descreveu neste texto, é um grafo lógico governado por um sistema de representações, onde o fundo representa um universo, real ou fictício e cada grafo desenhado sobre o fundo representa algum fato existindo nesse universo. Dado o potencial de representação muito maior desta classe de diagramas relativamente aos mapas conceituais, percebe-se que o aplicativo COMA poderia também permitir tal tipo de diagramação.

A terceira proposta se refere a metodologias. As metodologias desenvolvidas nesta pesquisa buscam ser de propósito geral para que sejam adequadas a todas as áreas da Educação em Engenharia. Ainda assim, novas metodologias de autoria ou de ensino e aprendizagem podem ser desenvolvidas com este mesmo aplicativo, COMA, buscando-se uma abrangência ainda maior. NOVAK & GOWIN (1984) sugerem que suas idéias e técnicas podem ser adotadas desde a pré-escola até a pesquisa avançada em campos como a física teórica. Salientam, ademais, que existe uma preocupação crescente na área educacional com relação à necessidade de procedimentos para facilitar tanto a aquisição de meta-aprendizagem como a aquisição de meta-conhecimento. NOVAK (1998) ressalta que todo conhecimento é composto de conceitos e proposições e que a natureza e o processo da aprendizagem significativa serve de base tanto para a aprendizagem humana como para a criação do conhecimento humano. As metodologias associadas à criação de conhecimento, como aquelas relacionadas ao uso de diagramas em V (NOVAK, 1998), também são de grande importância para aqueles que pretendam desenvolver softwares educacionais adequados à perspectiva de uma Sociedade da Informação que privilegia cada vez mais a geração de conhecimento novo e relevante. Em especial, no caso de diagramas em V, temos uma ferramenta que permite a representação do processo de criação do conhecimento ou até mesmo a estrutura do conhecimento relativo a um domínio específico de conhecimento. Uma proposta que parece viável seria a de se desenvolver diferentes atividades envolvendo a construção de mapas conceituais e diagramas em V através de software educacional, de modo a se verificar quais seriam as possibilidades e limitações de tais diagramas na perspectiva do Novo Modelo de Educação sugerido por NOVAK & CAÑAS (2004). Visto que este novo modelo considera que mapas conceituais feitos por especialistas do assunto tratado em um certo módulo educacional serviriam como ponto de partida para professores e alunos, uma primeira atitude seria a de

se criar tais mapas conceituais. Essa autoria poderia contar, em um primeiro momento, com o auxílio dos próprios alunos, desde que estes fossem introduzidos aos mapas conceituais. Em semestres posteriores, estes mapas conceituais poderiam ser reutilizados após revisão dos mesmos por especialistas. Finalmente, deve-se notar que pode ser de interesse que se desenvolvam metodologias que não necessariamente façam uso de software (BIANCHINI & AMORIM, 2005).

Uma quarta proposta se refere a gerenciamento e a avaliação. Com a tendência cada vez maior de que tanto instituições de ensino públicas como privadas ofereçam diferentes tipos de cursos a distância, sejam eles apoiados ou não pela Internet, cresce a necessidade de que se busque uma melhoria da qualidade dos processos de autoria através de metodologias mais eficientes de gerenciamento e avaliação de projetos em Educação a Distância. O objetivo seria o de se obter ganhos não somente na perspectiva da autoria de cursos, via reutilização de material instrucional e autoria compartilhada, por exemplo, mas também através de uma melhoria do sistema de gestão administrativa e acadêmica como um todo, reduzindo-se desde o gasto com o papel até o gasto com a manutenção de bancos de dados que “não conversam entre si”. Na perspectiva da melhoria da qualidade dos processos de autoria através de metodologias mais eficientes de gerenciamento e avaliação de projetos em Educação a Distância, pode-se considerar a adaptação do aplicativo COMA de modo que este aplicativo, além de permitir a construção de diagramas como mapas conceituais, também permitisse a construção de diagramas normalmente utilizados no gerenciamento e na avaliação de projetos. Isso tornaria possível, inclusive, que uma metodologia de custos fosse desenvolvida em associação às metodologias de autoria.

Uma quinta proposta se refere a modelos de referência para conteúdo. No momento atual, inúmeras são as iniciativas de importância relacionadas à Internet. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por exemplo, através do programa Tecnologias da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada²⁰⁰, objetiva estimular a pesquisa para o desenvolvimento de um conjunto de ferramentas integradas, independentes de plataforma operacional e voltadas para Educação a Distância; é interessante notar que faz parte da proposta a disponibilização de ambientes através de licença pública geral GPL²⁰¹. Assim, uma proposta viável envolve buscar a conformidade do COMA a algum modelo de referência de objetos de conteúdo como o SCORM (“Sharable Content Object

²⁰⁰ Internet - URL: <http://www.tidia.fapesp.br/> - Tecnologias da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada - Fapesp - Acesso: 3 de julho de 2003.

²⁰¹ Internet - URL: <http://www.gnu.org/licenses/> - Licenças de Software Livre - Free Software Foundation, Inc. - Acesso: 3 de julho de 2003.

Reference Model”)²⁰², o que irá permitir compartilhar modelos com outros aplicativos que sigam a mesma conformidade, garantindo-se assim a esperada interoperabilidade. Note-se que, em 2005, a Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação, no âmbito do Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância (PAPED), já incentivava o desenvolvimento de aplicações tecnológicas para fins educacionais multiplataforma e preferencialmente no padrão SCORM.

Uma sexta proposta se refere ao processamento de recursos. A incorporação de ferramentas de Inteligência Artificial ao aplicativo COMA permitiria que se incluíssem fases adicionais às metodologias propostas. Novas fases poderiam envolver, por exemplo, a utilização de CBR (“Case-Based Reasoning”) (AAMODT & PLAZA, 1994) para uma tentativa de recuperação de diferentes recursos presentes em uma base de dados (ou até mesmo na Internet), de forma a aumentar a produtividade do usuário. Na teoria das “Redes de Processamento de Recursos” (SNTOOL)²⁰³, que relaciona Semiótica e Inteligência Artificial, um recurso é um conceito abstrato que pode ser aplicado a diversos domínios do conhecimento. O SNTOOL é uma ferramenta computacional para construir modelos de sistemas inteligentes; com ela, o usuário pode desenhar um modelo e oferecer implementações Java para cada componente e posteriormente simular no “debugger”. O SNTOOL pode ser utilizado também para computações de propósito geral e provê uma arquitetura aberta e extensível. Um modelo é descrito, basicamente, por uma coleção de classes SN, classes ordinárias Java e um grafo em rede. No “debugger”, o usuário pode ver todos os detalhes internos relativos à operação. Outra possibilidade é a de se integrar modelos pré-compilados e bibliotecas da máquina SNTOOL em outros programas. A teoria das “Redes de Processamento de Recursos”, ao relacionar Semiótica e Inteligência Artificial, pode vir a permitir um melhor processamento de recursos educacionais dentro da Educação Mediada por Computador em Engenharia por sistemas autônomos inteligentes. Percebe-se, portanto, que uma possível integração do SNTOOL ao COMA pode ser considerada.

Uma sétima proposta se refere aos meta-dados semânticos. É através de seus três ramos, sintaxe, semântica e pragmática, que a semiótica oferece formas de utilizar e organizar sinais para se representar alguma coisa para alguém com um certo propósito. O algoritmo KEA extrai palavras-chave ou frases-chave de um documento de forma a oferecer um tipo de meta-dado semântico útil para uma grande variedade de propósitos. Trata-se de um algoritmo baseado em “Redes Bayesianas” (FRANK et al., 1999) o qual foi implementado em Java e é distribuído de acordo com o “GNU General Public

²⁰² Internet - ADL - Advanced Distributed Learning Initiative (2001). The SCORM Overview. URL: <http://www.adlnet.org/>. 1 de Outubro, 2001.

²⁰³ Internet - SNTOOL (Semiotic Network Toolkit) - R. R. Gudwin - SourceForge.net - URL: <http://sourceforge.net/projects/sntool> - Access: February 16, 2004

License". No COMA, o propósito da integração do algoritmo KEA seria permitir a reutilização com mais facilidade de mapas conceituais já prontos via busca e classificação. Outros usos também poderiam ser considerados, como a comparação entre um mapa conceitual "ideal" (feito por um professor, por exemplo) a um outro mapa qualquer (feito por um aluno, por exemplo), de forma a fornecer subsídios para sua avaliação em menor tempo e/ou com mais eficiência. No caso da reutilização de mapas conceituais já prontos via busca e classificação, o usuário (um professor, por exemplo) teria à sua disposição um conjunto de mapas conceituais. O algoritmo KEA geraria as palavras-chave (ou frases-chave) relativas a cada mapa conceitual armazenado. Agentes de software, respeitando uma ontologia, classificariam tais mapas quanto à sua correlação às palavras-chave (ou frases-chave) indicadas pelo usuário como entrada. ARAÚJO (2003) resolve problema análogo utilizando agentes de software e respeitando-se uma ontologia. Em resumo, neste exemplo o usuário do COMA definiria algumas palavras-chave (ou frases-chave) como entrada e receberia, como saída, uma lista de mapas conceituais que apresentassem maior correlação. O usuário então reutilizaria o mapa conceitual completamente ou eliminaria aquilo que não fosse conveniente para em seguida incluir novos conceitos ao mapa (e/ou arquivos associados a cada página relativa a cada conceito).

Uma oitava proposta se refere a máquinas de busca. Uma outra possibilidade, a qual não necessariamente utilizaria o algoritmo KEA mencionado no parágrafo anterior, seria a de que os mapas fossem gerados para organizar os resultados da busca segundo as palavras-chaves (ou frases-chave) definidas pelo usuário; isso permitiria, por exemplo, que uma primeira versão do mapa conceitual fosse gerada automaticamente, para que ocorresse um posterior refinamento por parte do usuário, acelerando-se portanto o processo de autoria. O "Next Generation Search Group"²⁰⁴ sugere uma abordagem de certo modo similar. A motivação vem do fato de que a busca tem se tornado um serviço cada vez mais fundamental e desafiador diante da quantidade cada vez maior de páginas com informação na Internet. Serviços de busca da próxima geração precisam utilizar métodos qualitativos cada vez melhores; a proposta do "Next Generation Search Group" envolve o desenvolvimento de uma máquina de busca que geraria algo que lembra a um mapa conceitual como resultado desta busca; ou seja: o aspecto do conjunto de documentos seria o de páginas associadas a nós por sua vez referentes a assuntos específicos, em um sistema hierárquico e distribuído que ofereça suporte não apenas à busca mas também à navegação dos resultados desta busca. Uma solução análoga poderia ser encontrada para o aplicativo COMA, portanto, através da integração de uma máquina de busca ao aplicativo. Assim, um professor, por exemplo, poderia definir um conjunto de palavras-chave (ou frases-chave) que seriam

utilizadas como parâmetros pelo aplicativo COMA em uma busca; o resultado da busca seria organizado na forma de um mapa conceitual (cada palavra corresponderia a um conceito e portanto a um página com arquivos ou endereços de recursos já referenciados via "links"); a partir daí, o professor excluiria o que fosse pouco adequado; entretanto, já teria um primeiro esboço do que poderia ser o módulo que pretende desenvolver, facilitando-se, portanto, o processo de autoria. Cabe notar que a busca envolvendo tal conjunto de palavras-chave deveria inclusive oferecer a este professor a possibilidade de refinamento para buscas avançadas, aumentando-se assim a eficiência deste método de geração semi-automática do módulo.

A proposta de número nove trata do possível desenvolvimento de um novo ambiente para Educação a Distância com foco na Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2000), contrastando com a proposta de número um, onde se discutiu a integração do aplicativo COMA ao ambiente TelEduc enquanto nova ferramenta. A problemática se refere, portanto, à decisão entre optar pelo design de um sistema completamente novo ou pelo re-design (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003) de um sistema já existente.

Diferentes experiências relativas ao uso do TelEduc vêm ocorrendo no contexto das disciplinas da Universidade Estadual de Campinas, o que vem permitindo que se investiguem tanto as vantagens (AMORIM & ARMENTANO & MISKULIN & MISKULIN, 2005) como as desvantagens (MURARI & AMORIM, 2004) da utilização do referido ambiente no processo de ensino e de aprendizagem das diversas áreas dos cursos de graduação e pós-graduação. Aplicativos de autoria de diagramas ou de hipertexto, como o COMA, são bastante úteis no que se refere à autoria de hipertexto e à investigação das possibilidades oferecidas pela Teoria da Aprendizagem Significativa, mas não possuem as funcionalidades dos ambientes de suporte para ensino-aprendizagem a distância, como o TelEduc.

Nesse sentido, no que se refere à proposta de número nove, parece viável investigar as possibilidades pedagógicas e computacionais de um novo ambiente, o qual deveria reunir não apenas as qualidades do TelEduc mas também incluir outras, inclusive passando a permitir que se investigassem as possibilidades oferecidas pela Teoria da Aprendizagem Significativa através da autoria e da troca de objetos de conteúdo gerados a partir de mapas conceituais. Propõe-se, nesta perspectiva, um novo ambiente de suporte para ensino-aprendizagem via Internet, denominado Ambiente A ("Ambiente para Aprendizagem"), que administraria objetos de conteúdo formados a partir destes mesmos mapas conceituais. Para se dar suporte ao Ambiente A, se propõe também o desenvolvimento de um software

²⁰⁴ Internet - URL: <http://cosco.hiit.fi/search/> - Next Generation Search Group - Helsinki Institute for Information Technology - Access: May 11, 2003.

educacional chamado Aplicativo AS ("Aplicativo para Aprendizagem Simplificado"), o qual seria uma simplificação do ambiente proposto, tendo apenas as funções de edição e visualização de objetos de conteúdo. Assim, um usuário do Aplicativo AS não precisaria estar continuamente conectado à Internet para editar ou visualizar objetos de conteúdo, o que permitiria que o conteúdo de cursos à distância fosse distribuído até mesmo por CDs ou DVDs.

Ainda com relação à proposta de número nove, são especialmente relevantes as discussões sobre as abordagens de design e avaliação de interfaces que consideram a semiótica, tema discutido brevemente no texto desta dissertação. Conforme indicam ROCHA & BARANAUSKAS (2003), abordagens semióticas ao design de software permitem considerar tanto os aspectos imediatos (físicos) da interação com computadores como também seu aspecto interpessoal e cultural focando na expressão e interpretação dos elementos na interface do software. O TelEduc foi concebido tendo como elemento central a ferramenta que disponibiliza atividades, o que possibilita o aprendizado em qualquer domínio do conhecimento com foco na resolução de problemas. Nesse sentido, o desenvolvimento de um novo ambiente com foco na Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2000) pode ser mais adequado que integrar o COMA ao TelEduc, visto que a interface do novo ambiente poderia ser originalmente concebida para este novo contexto, ao invés de ser “adaptada” (re-design) a partir do TelEduc. Ou seja: a liberdade do designer não seria restringida por decisões anteriores do design original do TelEduc. AMORIM & MACHADO (2005) detalham as características tanto do ambiente como do aplicativo propostos e também discutem a problemática na qual se insere tal possibilidade de investigação.

Referências Bibliográficas

1. AAMODT, A. & PLAZA, E. (1994). "Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches". AICom - Artificial Intelligence Communications, IOS Press, Vol. 7: 1, pp. 39-59 - http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom_ToC.html - <http://www.ai-cbr.org/theindex.html> - Acesso em 11 de Maio de 2003.
2. AMORIM, J. A. & ARMENTANO, V. A. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. (2005). "Uso do TelEduc como um Recurso Complementar no Ensino Presencial" - Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância - Associação Brasileira de Educação a Distância - URL: <http://www.abed.org.br/> - ISSN 1806-1362 - Vol.3, Nº 1, Janeiro, 2005.
3. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. (2003), "COMA: conceitos, mapas e autoria de material instrucional em hipertexto", Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, URL: <http://www.abed.org.br/>, Vol.2, Nº 2, Setembro, 2003.
4. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. & SILVA, M. R. C. (2005). "Formação de professores no uso de mapas conceituais e hipertexto em educação: relato de experiência envolvendo a criação de uma comunidade virtual com o software TelEduc". Artigo aceito para o I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa - URL: <http://www.ucdb.br/eventos/eventos.php?menu=inicial&cod=35> - 20 a 23 de abril de 2005 - Campo Grande/MS.
5. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. (2001). "Modelagem, simulação e o software A-SIM: motivando a aprendizagem de disciplinas matemáticas através do entendimento da dinâmica de sistemas" - III Simposio de Educacion Matematica - URL: <http://www.edumat.com.ar> - 1 a 4 de Maio de 2001 - Chivilcoy (Argentina).
6. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. (2004). "Gestão do Conhecimento e Desenvolvimento Sustentável: Inovação, Colaboração e Diagramas na Representação do Conhecimento". 1º Seminário Internacional "Ciência e Tecnologia na América Latina: a Universidade como Promotora do Desenvolvimento Sustentável", Campinas (Brasil) – URL: <http://www.cori.unicamp.br> - 30 de Julho de 2004.
7. AMORIM, J. A. & MACHADO, C. (2005). "Internet e teoria da aprendizagem significativa: uma proposta de ambiente de suporte para ensino-aprendizagem". Artigo aceito para o I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa - URL: <http://www.ucdb.br/eventos/eventos.php?menu=inicial&cod=35> - 20 a 23 de abril de 2005 - Campo Grande/MS.
8. AMORIM, J. A. & MISKULIN, R. G. S. & MACHADO, C. (2001). "Modelling in the real world: teaching students cost estimation methodologies" - An International Conference on New Ideas in Mathematics Education - August 19 - 24, 2001 - URL: <http://www.ied.edu.hk/cric/new/conferences/52.html> - Palm Cove (Australia).
9. AMORIM, J. A. & MISKULIN, R. G. S. (2001^A). "A Sociedade da Informação: Uma Possível Cooperação em Busca de Soluções Ibero-Americanas para Educação Matemática". IV Congresso Iberoamericano de Educación Matemática (IV CIBEM) - URL: <http://www.agapema.com/2anunCIBEM.html> - 2 al 6 Julio 2001. Cochabamba (Bolivia): Sociedad Boliviana de Educación Matemática (SOBOEDMA), 2001.
10. AMORIM, J. A. & MISKULIN, R. G. S. (2001^B). "Aulas Virtuais Customizadas a Baixo Custo - A Área Espacial como Motivação para o Ensino". X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento

- Remoto (SBSR), Anais X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Foz do Iguaçu, INPE, p. 179-186, Sessão de Pôsteres de Iniciação Científica - URL: <http://iris.sid.inpe.br:1908/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.13.12.01/doc/0179.186.002.pdf> - 21 a 26 Abril de 2001.
11. AMORIM, J. A. & MISKULIN, R. G. S. (2001^C). "Brazilian Software Needs for Multimedia Mathematical Learning". ICTE Tallahassee 2001 - International Conference on Technology and Education - URL: <http://www.ictc.org> - 2 a 5 de Maio de 2001. Tallahassee (USA): The 19th Annual International Conference on Technology and Education, 2001.
 12. AMORIM, J. A. & MISKULIN, R. G. S. (2002). "Compartilhamento e Reutilização de Material Didático Multimídia". X Congresso Interno de Iniciação Científica, Campinas (SP) - URL: <http://www.prp.unicamp.br/pibic/xcongresso/> - 25 a 26 de Setembro de 2002.
 13. AMORIM, J. A. & OHISHI, T. & MACHADO, C. & MISKULIN, M. S. & MISKULIN, R. G. S. (2005). "O ensino de pesquisa operacional e a utilização de software na elaboração de mapas conceituais: a perspectiva dos alunos". Artigo aceito para o I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa - URL: <http://www.ucdb.br/eventos/eventos.php?menu=inicial&cod=35> - 20 a 23 de abril de 2005 - Campo Grande/MS.
 14. AMORIM, J. A. & PIRES, D. F. & ROPOLI, E. A. & RODRIGUES, C. C. (2004). "O Professor e sua Primeira Página na Internet: Uma Experiência de Uso do Ambiente TelEduc" - Revista Brasileira de Informática na Educação - Sociedade Brasileira de Computação (SBC) - URL: <http://www.sbc.org.br/sbc/publicacoes/revistaie/> - ISSN 1414-5685 - Volume 12, N° 1, Janeiro-Junho de 2004.
 15. AMORIM, J. A. (2001). "Web-Age Management of Educational Services in Brazil". IV SIMPOI/POMS-Brazil Conference (Operations Management in the Internet Era) - URL: <http://www.fgvsp.br/simpoi/> - August 11-14, 2001. Guarujá (Brasil): Production and Operations Management Society (POMS-FGV), 2001.
 16. AMORIM, J. A. (2002). "Os professores, a empregabilidade e a sociedade da informação"- A Revista de Informação e Tecnologia - Centro de Computação - UNICAMP - URL: <http://www.revista.unicamp.br/navegacao/index2.html> - Publicação na Internet: 12 de Agosto de 2002 - Campinas (SP).
 17. AMORIM, J. A. (2003^A). "A Educação Matemática, a Internet e a Exclusão Digital no Brasil" - Educação Matemática em Revista - Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - URL: <http://www.sbem.com.br/matemrev.html> - ISSN 1517-3941 - Ano 10, N° 14, Agosto, 2003.
 18. AMORIM, J. A. (2003^B). "Informática Aplicada à Educação Matemática: MathML e Autoria". XVII Encontro Regional de Professores de Matemática, Campinas (Brasil) – URL: <http://www.ime.unicamp.br/lem/> - 16 e 17 de maio de 2003.
 19. AMORIM, J. A. (2003^C). "Representações Não-lingüísticas do Conhecimento: A Utilização de Mapas Conceituais em Educação Mediada por Computador". 14° Congresso de Leitura do Brasil (COLE) - URL: <http://www.alb.com.br/COLE14/> - 22 a 25 de Julho de 2003 - Campinas (Brasil): Associação de Leitura do Brasil, 2003.
 20. ANIDO, L. E. & FERNÁNDEZ, M. J. & CAEIRO, M. & SANTOS, J. M. & RODRÍGUEZ, J. S. & LLAMAS, M. (2002). "Educational metadata and brokerage for learning resources" - Computers & Education 38 (2002) 351-374 - URL: <http://www.probe.br/> (Acesso: 1 de Março de 2003).
 21. ARAÚJO, O. F. N. (2003). "Ferramenta para aplicação em rede de compartilhamento de habilidades no ambiente da manufatura". Tese de Doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, Campinas, 2003.

22. AUSUBEL, D. P. (1963). "The Psychology of Meaningful Verbal Learning". New York: Grune & Stratton.
23. AUSUBEL, D. P. (2000). "The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View" - Kluwer Academic Publishers - URL: <http://www.wkap.nl/> - ISBN: 0792365054.
24. AVOURIS, N. & MARGARITIS, M. & KOMIS, V. (2003). "Real-Time Collaborative Problem Solving: A Study on Alternative Coordination Mechanisms". The 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'03) - July 2003 - URL: <http://csdl.computer.org/comp/proceedings/icalt/2003/1967/00/19670086abs.htm> - Athens, Greece.
25. BERNERS-LEE, T. & HENDLER, J. & LASSILA, O. (2001). "The Semantic Web - A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities" - Scientific American - May 2001 - URL: <http://www.scientificamerican.com/> - Access: February 12, 2004.
26. BIANCHINI, D. & AMORIM, J. A. (2005). "Telecomunicações e Aprendizagem Significativa: Relato de Experiência Envolvendo a Utilização de Mapas Conceituais na Sala de Aula de Engenharia". Artigo aceito para o I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa - URL: <http://www.ucdb.br/eventos/eventos.php?menu=inicial&cod=35> - 20 a 23 de abril de 2005 - Campo Grande, MS.
27. BOOCH, G. & RUMBAUGH, J. & JACOBSON, I. (1998). "The Unified Modeling Language User Guide". Addison-Wesley. ISBN 0-201-57168-4. URL: <http://www.awprofessional.com/> - Access: January 24, 2004.
28. BOY, G. A. (1997). "Software Agents for Cooperative Learning". Software Agents, Chapter 11, Edited by J. M. Bradshaw, ISBN 0-262-52234-9, The MIT Press, 1997.
29. BROOKS, D. W. & NOLAN, D. E. & GALLAGHER, S. M. (2001). "Web-Teaching - A Guide to Designing Interactive Teaching for the World Wide Web". Series: Innovations in Science Education and Technology - URL: <http://ebooks.kluweronline.com/EbookDetails.aspx> - New York Kluwer Academic Publishers, 2001, ISBN: 0-306-46527-2.
30. CAÑAS, A. J. & CARVALHO, M. & ARGUEDAS, M. (2002). "Mining the Web to Suggest Concepts during Concept Mapping: Preliminary Results", XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE - UNISINOS 2002. URL: <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/ConceptSuggester/ConceptSuggesterSBIE2002.htm> - November 2002, Brazil.
31. CARD, S. K. & MACKINLAY, J. D. & SHNEIDERMAN, B. (1999). "Readings in information visualization: using vision to think". URL: <http://www.mkp.com/> - San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers.
32. CARLINER, S. (2002). "Designing E-Learning". ISBN 1562863320, ASTD, September 20, 2002.
33. CASTRO JR., C. A. & MURARI, C. A. F. (2003). "A lecture on autotransformers for power engineering students". IEEE Transactions on Education, URL: <http://www.ewh.ieee.org/soc/es/>, Vol. 46, N° 3, August 2003.
34. CHELLA, M. T. (2002). "Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo". URL: <http://libdigi.unicamp.br> - Dissertação de mestrado orientada por Mauro Sérgio Miskulin. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas.
35. CHIU, C. & HUANG, C. & CHANG, W. (2000). "The evaluation and influence of interaction in network supported collaborative concept mapping". URL: <http://www.sciencedirect.com/> - Computers & Education, Volume 34, Issue 1, 1 January 2000.
36. COFFEY, J. W. & CARNOT, M. J. & FELTOVICH, P. J. & FELTOVICH, J. & HOFFMAN, R. R. & CAÑAS, A. J. & NOVAK, J. D. (2003). "A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance

- Support". URL: <http://www.ihmc.us/users/acanas/> - Technical Report submitted to the Chief of Naval Education and Training, Pensacola, FL, 2003.
37. COLE, M. & ENGESTROM, Y. (1993). "A cultural-historical approach to distributed cognition". In G. Salomon (Ed.) *Distributed cognition: Psychological and educational considerations*. URL: <http://uk.cambridge.org/> - Cambridge: Cambridge University Press.
 38. COSTA, A. C. R. & DIMURO, G. P. (2004). "Identificando Grupos INRC no Modelo Piagetiano de Trocas Sociais". *Relatórios de Pesquisa sobre "Valores de Troca em Sistemas Multiagentes e em Ambientes Colaborativos"* da Universidade Católica de Pelotas. URL: <http://gmc.ucpel.tche.br/valores/valores-formalizacao.pdf> - Acesso: 22 de Janeiro de 2004.
 39. CROCOMO, L. F. (2003). "Prototipagem de circuitos eletrônicos em tempo real, via Internet, com aplicações no ensino de eletrônica". URL: <http://libdigi.unicamp.br/> - Dissertação de mestrado orientada por Carlos Alberto dos Reis Filho, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
 40. CRUZ, R. (2004). "Anatel quer software livre nas escolas" - Agência Estado - 3 de março de 2004 - URL: <http://www.estadao.com.br/educando/noticias/2004/mar/03/64.htm> - Acesso: 6 de março de 2004.
 41. DANTAS, A. L. L. & XAVIER, A. A. S. & OLIVEIRA, T. Z. Q. & PAIVA, V. S. (2004). "A construção do material didático em EaD: uma experiência de aprender fazendo, através da ação, do conhecimento e da afetividade". 11º Congresso Internacional de Educação a Distância, Salvador, Bahia, 7 a 10 de Setembro de 2004. URL: <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/038-TC-B2.htm> - Acesso: 16 de dezembro de 2004.
 42. FARIA, M. A. & SILVA, R. C. S. (2004). "EaD: o professor e a inovação tecnológica". 11º Congresso Internacional de Educação a Distância, Salvador, Bahia, 7 a 10 de Setembro de 2004. URL: <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/011-TC-A2.htm> - Acesso: 16 de dezembro de 2004.
 43. FIORENTINI, D. (2004). "Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente?". Capítulo do livro "Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática" - URL: <http://loja.autenticaeditora.com.br/loja01/detalhes.php?id=242#> - Organizado por M. C. Borba e J. L. Araújo. Autêntica Editora.
 44. FRANK, E. & PAYNTER, G.W. & WITTEN, I.H. & GUTWIN, C. & NEVILL-MANNING, C.G. (1999). "Domain-specific keyphrase extraction". URL: <http://www.nzdl.org/Kea/Frank-et-al-1999-IJCAI.pdf> - Proc. Sixteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA.
 45. FREITAS, C. M. S. & CHUBACHI, O. M. & LUZZARDI, P. R. G. & CAVA, R. A. (2001). "Introdução à visualização de informações". URL: <http://www.inf.ufrgs.br/cg/publications/carla/Freitas-RITA2001.pdf> - RITA, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2001.
 46. FUNAOI, H. & YAMAGUCHI, E. & INAGAKI, S. (2002). "Collaborative concept mapping software to reconstruct learning processes". International Conference on Computers in Education (ICCE'02) - IEEE - URL: <http://csdl.computer.org/comp/proceedings/icce/2002/1509/00/15090306abs.htm> - December 2002 - Auckland, New Zealand.
 47. GARDENAL, I. (2004). "Magistério: NIED mostra experiências de 30 anos com educação a distância". URL: http://www.unicamp.br/unicamp/divulgacao/BDNUH/NUH_3218/NUH_3218.html - Portal Unicamp, 28/10/2004.
 48. GLASGOW, J. & NARAYANAN, N. H. & CHANDRASEKARAN, B. (ed.)(1995). "Diagrammatic Reasoning: Cognitive and Computational Perspectives". URL:

- <http://www.aaai.org/Press/Books/Glasgow/glasgow.html> - ISBN 0-262-57112-9, AAAI Press, 1995.
49. GONZÁLEZ, L. A. G. & RUGGIERO, W. V. & LEMOS, F. E. C. (2004). "Metodologia para Organização e Preparação de Cursos à Distância" - Relatórios Técnicos de "redes e sistemas distribuídos" do Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores da Universidade de São Paulo (USP). URL 1: http://caja.larc.usp.br/bv/upload_RMAV/Artigo/LUISA_FLORIDA.pdf - URL 2: http://www.larc.usp.br/conteudo/servicos/fr_servicos.htm - Acesso: 22 de Janeiro de 2004.
 50. GROSS, J. (2003). "Handbook of Graph Theory & Applications" - CRC Press, Inc. - ISBN: 1-58488-090-2 - URL: <http://www.crcpress.com/> - Access: February 18, 2004.
 51. GUDWIN, R. R. (2003). Notas de Aula do Curso IA005, "Semiótica e Sistemas Inteligentes", disciplina do curso de pós-graduação da FEEC da UNICAMP oferecida no primeiro semestre de 2003. URL: <http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA005/Aulas.html> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004.
 52. GUDWIN, R. R. & GOMIDE, F. A. C. (1998). "Object Networks: A Formal Model to develop Intelligent Systems" – Chapter in Book - in W. Pedrycz and J. F. Peters, editors – "Computational Intelligence in Software Engineering" - World Scientific Pub Co; ISBN: 9810235038, June 1998 - URL: <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/semiotics/Publications/index.html> or URL: <ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/gudwin/publications/lpedrycz.pdf> - Access: February 18, 2004.
 53. GUERRA, J. H. L. (2000). "Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: uma aplicação em planejamento e controle da produção" - URL: <http://www.teses.usp.br/> - Escola de Engenharia de São Carlos - USP - 27/10/2000.
 54. HARASIM, L. & HILTZ, S. R. & TELES, L. & TUROFF, M. (2002). "Learning Networks - A field guide to teaching and learning online". ISBN: 0-262-08236-5, The MIT Press, 2002.
 55. HENDRIKS, V., & MAOR, D. (2004). "Quality of Students' Communicative Strategies Delivered Through Computer-Mediated Communications". URL: <http://dl.aace.org/15309> - Journal of Interactive Learning Research 15(1), 5-32.
 56. HORTON, W. (2003). "E-learning Tools and Technologies: A consumer's guide for trainers, teachers, educators, and instructional designers". ISBN: 0471444588, John Wiley & Sons, January 10, 2003.
 57. HSIAO, J. W. D. L. (2004). "CSCL Theories". The University of Texas at Austin. URL: <http://www.edb.utexas.edu/csclstudent/Dhsiao/theories.html> - Acesso: 20 de novembro de 2004.
 58. JARAMILLO, D. (2000). "Processos Metacognitivos: Seu Desenvolvimento na Formação Inicial de Professores de Matemática". URL: <http://www.anped.org.br/> - Anais da 23ª Reunião da ANPED (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação). Caxambú, Setembro de 2000.
 59. JEGAN, T., & ESWARAN, C. (2004). "Patterns for E-Learning Content Development". URL: <http://dl.aace.org/15330> - Journal of Interactive Learning Research 15(2).
 60. KUAN, C. & LEE, C. & HO, C. (2003). "Agent-Assisted Collaborative Concept Map". The 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'03) - URL: <http://csdl.computer.org/comp/proceedings/icalt/2003/1967/00/19670282abs.htm> - July 2003 - Athens, Greece.
 61. LACHI, R. L. (2003). "Chapa: Um Agente de Interface para Ferramentas de Bate-papo em Ambientes de Ensino à Distância na Web". Dissertação de Mestrado orientada por Heloísa Vieira da Rocha. Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Maio, 2003. URL: http://teleduc.nied.unicamp.br/pagina/publicacoes/rlachi_disser.pdf - Acesso: 9 de abril de 2004.

62. LEAL, L. N. (2003). "Só 3,43% dos brasileiros têm diploma universitário" - Agência Estado - 2 de dezembro de 2003 - URL: <http://www.estadao.com.br/educando/noticias/2003/dez/02/165.htm> - Acesso: 12 de fevereiro de 2004
63. LI, J. Z. & BRATT, S. E. (2004). "Activity Theory as Tool for Analyzing Asynchronous Learning Networks (ALN)". ICWL 2004, LNCS 3143, 2004. URL: <http://www.sfu.ca/~jzli/> - Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
64. LITTO, F. M. (2004). "Hora de recuperar o tempo perdido" - Guia de Educação a Distância - Ano 2 - Nº 2 - ISSN 1679-7876 - URL: <http://www.editorasegmento.com.br/> - Acesso: 25 de outubro de 2004.
65. LUDWIG, C. M. & BORGES, K. S. & LEITE, L. L. & LIMA, V. L. S. (1997). "Autoria e Navegação de Hiperdocumentos Educacionais e Utilização de Mapas Conceituais". TISE97 - Taller Internacional de Software Educativo - Santiago, Chile – Dezembro, 1997. URL: <http://www.ulbra.tche.br/~kborges/bib/tise97.PDF> ou URL: <http://www.c5.cl/tise97/trabajos/trabajo14/index.htm> - Acesso: 15 de dezembro de 2004.
66. MACHADO, C. & AMORIM, J. A. & CARVALHO, M. F. H. (2004). "Simulação e Educação em Engenharia". World Conference on Engineering and Technology Education (WCETE'2004) - URL: <http://www.copec.org.br/wcete2004/> - March 14 to March 17, 2004. Guarujá/Santos (Brasil): Conselho de Pesquisas em Educação e Ciências e "Institute of Electrical and Electronics Engineers" (IEEE), 2004.
67. MARCHETTI, A. P. C. (2001). "Aula expositiva, seminário e projeto no ensino de engenharia: um estudo exploratório utilizando a teoria das inteligências múltiplas". URL: <http://www.teses.usp.br/> - Escola de Engenharia de São Carlos - USP - 02/07/2001.
68. MEARES, C. A. & SARGENT, J. F. (1999). "The Digital Work Force: Building Infotech Skills at the Speed of Innovation", Technology Administration, Office of Technology Policy, U. S. Department of Commerce - URL: <http://www.technology.gov/reports/itsw/execsumm.htm> - Access: January 23, 2004.
69. MELTZER, D. E. (2004). "Relation between students' problem-solving performance and representational mode", submitted for publication - Department of Physics and Astronomy, Iowa State University - URL: http://www.physics.iastate.edu/per/docs/Relation_between_students.pdf - Acesso: 25 de novembro de 2004.
70. MENDES, A. S. & AMORIM, J. A. & MISKULIN, R. G. S. (2002). "Connecting mathematics and biology in the information society schools: a Brazilian perspective on technology usage" - International Conference on The Humanistic Renaissance in Mathematics Education - September 20-25, 2002 - URL: <http://math.unipa.it/~grim/palermo2002> - Palermo (Italy).
71. MENDONÇA, L. (2000). "Projeto Internet 2 já é realidade" - JF Service - 07.04.2000 - Rede Nacional de Pesquisa (RNP) - URL: <http://www.rnp.br/noticias/imprensa/2000/not-imp-000407.html> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004.
72. MENEGHEL, L. (2002). "Metodologia para desenvolvimento de cursos a distância", Boletim EAD, Número 28, 5 de Março de 2002, URL: <http://www.ead.unicamp.br/>, Centro de Computação, Universidade Estadual de Campinas.
73. MENEGHEL, L. (2003) - "LON-CAPA" - Boletim EAD 53 - Equipe EAD - Centro de Computação - UNICAMP - Data de Publicação : 1 de Dezembro de 2003 - URL: <http://www.ead.unicamp.br> - Acesso: 25 de fevereiro de 2004.
74. MIAO, Y. & HAAKE, J. (2001). "Supporting problem based learning by a collaborative virtual environment: a cooperative hypermedia approach". URL: <http://csdl.computer.org/comp/proceedings/hicss/2001/0981/01/09811052abs.htm> - 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences - January 2001 - Maui, Hawaii.

75. MILES, A. (2002). "Hypertext Structure as the Event of Connection". Journal of Digital information, <http://jodi.ecs.soton.ac.uk/Articles/v02/i03/Miles/>, volume 2(3), 12 de Março, 2002.
76. MISKULIN, R. G. S. & AMORIM, J. A. & JORGE, F. M. (2002). "Interactivity in Mathematics Education: Collaborative Knowledge Generation in Internet Based Sharing Environments". International Conference on The Humanistic Renaissance in Mathematics Education - September 20-25, 2002 - URL: <http://math.unipa.it/~grim/palermo2002> or <http://math.unipa.it/~grim/SiMiskulin.PDF> - Palermo (Italy): UNESCO Mathematics Education into the 21st Century Project, 2002.
77. MISKULIN, R. G. S. & AMORIM, J. A. & SILVA, M. R. C. (2005). "As Possibilidades Pedagógicas do Ambiente Computacional TelEduc na Exploração, Disseminação e Representação de Conceitos Matemáticos" - Capítulo do livro "Ambientes Virtuais de Aprendizagem" - URL: <http://eadgo.com/livro> - Organizador: Rommel Barbosa - Publicação: prevista para 2005 pela Editora Artmed.
78. MISKULIN, R. G. S. (1999). "Concepções Teórico-Methodológicas sobre a Introdução e a Utilização de Computadores no Processo Ensino/Aprendizagem da Geometria", Tese de Doutorado, Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática Mediada por Computador do Círculo de Estudos, Memória e Pesquisa em Educação Matemática da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. URL: <http://www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/> - Acesso: 22 de Janeiro de 2004.
79. MISKULIN, R. G. S. (2001). "Tutorial: Inspiration". Notas de aula da disciplina "Fundamentos Teórico-metodológicos sobre Ambientes Computacionais em Educação Matemática" - URL: <http://www.cempem.fae.unicamp.br/> - Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática Mediada por Computador - Círculo de Estudos, Memória e Pesquisa em Educação Matemática - Faculdade de Educação - Universidade Estadual de Campinas.
80. MISKULIN, R. G. S. & MOURA, A. R. L. (2003). Notas de Aula do Curso ED616, "A Dimensão Semiótica da Tecnologia na Educação e na Educação Matemática", disciplina do curso de pós-graduação da FE da UNICAMP oferecida no segundo semestre de 2003. URL: <http://teleduc.nied.unicamp.br/~teleduc/> - Instância no TelEduc: "A Dimensão Semiótica da Tecnologia na Educação e na Educação Matemática" - Acesso: 14 de Janeiro de 2004.
81. MISKULIN, R. S. G. & PIVA JR., D. (2004). "A Utilização de Mapas Conceituais no Contexto Educacional e suas Influências na Aprendizagem Colaborativa". Anais em CD-ROM do 12º Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino – ENDIPE 2004, URL: <http://www.endipe.org.br/>, 29 de agosto a 01 de Setembro, 2004.
82. MOISÉS, D. (2003). "Cinco áreas estratégicas apontam o futuro de algumas profissões" - Agência Estado - 16 de outubro de 2003 - URL: <http://www.estadao.com.br/educando/noticias/2003/out/16/51.htm> - Acesso: 12 de fevereiro de 2004.
83. MORAES, A. B. (2001). "A expressão gráfica em cursos de engenharia: estado da arte e principais tendências". URL: <http://www.teses.usp.br/> - Unidade Escola Politécnica - USP - 04/04/2001.
84. MOREIRA, M. & MASINI, E. (1982). "Aprendizagem Significativa - A teoria de David Ausubel". São Paulo: Editora Moraes.
85. MOREIRA, M. A. & SOUSA, C. M. S. G. (2002). "Dificuldades de alunos de Física Geral com o conceito de potencial elétrico". Projeto de pesquisa em andamento. URL: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7_n1_a1.html - Acesso: 25 de novembro de 2004.
86. MORONI, A. M. F. S. (2003). "ArTEbitrariiedade: uma reflexão sobre a natureza da criatividade e sua possível realização em ambientes computacionais". URL: <http://libdigi.unicamp.br/> - Tese de Doutorado orientada por Fernando Jose Von Zuben e

- Jonatas Manzolli, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
87. MURARI, C. A. & AMORIM, J. A. (2004). "Uso do TelEduc no ensino de Eletrotécnica". Palestra filmada durante o II Encontro de Professores Usuários do TelEduc / Ensino Aberto, Campinas (Brasil) - URL: http://www.cameraweb.unicamp.br/eventos/workshop/2encontro_teleeduc/2encontro_parte1.ram - 24 de dezembro de 2004.
 88. NARDI, B., ed. (1996). "Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction". URL: <http://www.darrouzet-nardi.net/bonnie/Context.html> - Cambridge: MIT Press.
 89. NORMAN, D. A. (1990). "The Design of Everyday Things". URL: <http://www.jnd.org/books.html#DOET> - London: Currency/Doubleday - ISBN 0385267746.
 90. NOTH, W. (1998). "Panorama da Semiótica - De Platão a Peirce" - URL: <http://www.annablume.com.br/> - AnnaBlume Editora.
 91. NOVAK, J. D. & CAÑAS, A. J. (2004). "Building on New Constructivist Ideas and CmapTools to Create a New Model for Education". Taller Internacional de Software Educativo - URL: <http://www.c5.cl/tise2004/> - 1, 2 y 3 de Diciembre de 2004. Santiago (Chile): Centro de Computación y Comunicación para la Construcción del Conocimiento de la Universidad de Chile, 2004.
 92. NOVAK, J. D. & GOWIN, D. B. (1984). "Learning How to Learn". URL: <http://uk.cambridge.org/Cambridge> - UK: Cambridge University Press.
 93. NOVAK, J. D. (1998). "Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps As Facilitative Tools in Schools and Corporations" - URL: <http://www.erlbaum.com/> - Lawrence Erlbaum Associates - ISBN: 0805826262.
 94. PEIRCE, C. S. (1960). "Collected Papers of Charles Sanders Peirce" - vol I - Principles of Philosophy; vol II - Elements of Logic; vol III - Exact Logic; vol IV - The Simplest Mathematics; vol V - Pragmatism and Pragmaticism; vol. VI - Scientific Metaphysics - edited by Charles Hartshorne and Paul Weiss - Belknap Press of Harvard University Press - Cambridge, Massachussets, 2nd printing.
 95. PETERSON, R. W. & MAROSTICA, M. A. & CALLAHAN, L. M. (1999). "Helping Investors Climb the e-Learning Curve - The Next Internet Investment Opportunity", U.S. Bancorp Piper Jaffray Inc., Novembro, 1999. URL: <http://www.piperjaffray.com> - Acesso: Dezembro de 2000.
 96. PIVA JR., D. & AMORIM, J. A. & MISKULIN, M. S. & FREITAS, R. L. & MISKULIN, R. G. S. (2002). "AUXILIAR: uma aplicação de inteligência artificial que possibilita a potencialização da aprendizagem em ambientes colaborativos de ensino". XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, <http://www.inf.unisinos.br/~sbie2002/>, São Leopoldo (Brasil), Novembro, 2002.
 97. PIVA JR., D. & MISKULIN, M. S. & FREITAS, R. L. & GONÇALVES JR., G. & MISKULIN, R. G. S. (2003). "Obstacles encountered by UNICAMP engineering professors while dealing with distance teaching processes". 3rd International Conference on Engineering and Computer Education (ICECE). March 16 - 19, 2003, São Vicente and Santos, Brazil - URL: <http://www.supnet.com.br/clientes/icece2003/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004.
 98. RAMAL, A. (2004). "Por que o e-learning vem crescendo tanto?". Jornal do Commercio, 28 de Maio de 2004 - URL: <http://www.jornaldocomercio.com.br/> - URL: <http://www.extecamp.unicamp.br/materia34.asp> - Acesso: 11 de Setembro de 2004.
 99. RAPOSO, A. B. & MAGALHÃES, L. P. & RICARTE, I. L. M. (2000). "Mecanismos de Coordenação para Ambientes Colaborativos". SBMIDIA'00, Natal, Brasil. URL:

- <http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/Papers/Sbmidia/raposo.pdf> - Acesso: 21 de novembro de 2004.
100. RICARTE, I. L. M. (2002). Notas de Aula do Curso IA010, "Tecnologias para ambientes colaborativos de ensino", disciplina do curso de pós-graduação da FEEC da UNICAMP oferecida no primeiro semestre de 2002. URL: <http://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/IA010/1s2002/> - Acesso: 20 de novembro de 2004.
 101. ROCHA, H. V. & BARANAUSKAS, M. C. C. (2003). "Design e avaliação de interfaces humano-computador" - URL: <http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/> - Núcleo de Informática Aplicada à Educação - Universidade Estadual de Campinas - ISBN: 8588833042.
 102. ROMANI, L. A. S. (2000). "Intermap: Ferramenta para Visualização da Interação em Ambientes de Educação a Distância na Web". URL: http://teleduc.nied.unicamp.br/pagina/publicacoes/lromani_disser.pdf - Dissertação de Mestrado orientada por Heloisa Vieira da Rocha, UNICAMP, 2000.
 103. ROMISZOWSKI, A. J. & ROMISZOWSKI, H. P. (1998). "Dicionário de Terminologia de Educação a Distância". Versão Impressa - Elaborado para Fundação Roberto Marinho (FRM) - Superintendência do Telecurso 2000 - Tecnologia, Treinamento, Sistemas (TTS) - Rio de Janeiro - URL: <http://www.abed.org.br/> - Acesso: 30 de janeiro de 2005.
 104. SALGADO, A. N. & FONSECA, D. & ALBUQUERQUE, E. S. & MEIRA, S. R. L. (1992). "Sistemas Hipermídia: Hipertexto e Bancos de Dados". VIII Escola de Computação, UFRGS, Gramado, RS. 3 a 12 de Agosto de 1992.
 105. SANTOS, A. D. (2003). "Uso Combinado de Casos de Uso e da HiperVisual para Documentação e Recuperação de Informação". Comunicado Técnico, 56, Embrapa Informática Agropecuária, Área de Comunicação e Negócios (ACN), 1ª edição on-line - 2003, ISSN 1677-8464. URL: <http://www.cnptia.embrapa.br/modules/tinycontent3/content/2003/comtec56.pdf> - Acesso: 15 de dezembro de 2004.
 106. SCHIMIGUEL, J. & ARAÚJO JR., C. F. & AMARAL, L. H. (2004). "Critérios em Design da Interface para Ambientes Educacionais na Web". World Conference on Engineering and Technology Education (WCETE'2004) - Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) - URL: <http://www.copec.org.br/wcete2004/> - Guarujá/Santos (Brazil) - March 14 to March 17, 2004.
 107. SHACKELFORD, B. (2002). "Project Managing E-Learning". ISBN 1562863290, ASTD, May, 2002.
 108. SHAFFER, D. (2004). "When Computer-Supported Collaboration Means Computer-Supported Competition: Professional Mediation as a Model for Collaborative Learning". URL: <http://dl.ace.org/15329> - Journal of Interactive Learning Research 15(2), 101-115.
 109. SILVA, S. L. (2004). "Gestão do conhecimento: uma revisão crítica orientada pela abordagem da criação do conhecimento". URL: <http://www.ibict.br/cienciadainformacao/include/getdoc.php?id=1095&article=461&mode=pdf> - Ciência da Informação, Vol. 33, N° 2, Maio/Agosto, 2004.
 110. SMOLENSKI, M. (2000). "The Digital Divide and American Society: A Report on the Digital Divide and its Social and Economic Implications for Our Nation and its Citizens", Stamford, CT: The Gartner Group, October 2000. URL: <http://gartner5.gartnerweb.com/> - Acesso: Dezembro de 2000.
 111. SOUZA, C. S. & BARBOSA, S. D. J. & PRATES, R. O. (2001). "A Semiotic Engineering Approach to HCI" - The Computer-Human Interaction 2001 Conference on Human Factors in Computing Systems - Seattle, Washington - March/April, 2001 - URL: <http://ict2.udlap.mx/imc/chi2001/abstracts/prates.pdf> - Access: February 12, 2004.
 112. SOUZA, D. L. & COSTA, A. C. R. & DIMURO, G. P. (2004). "Descrevendo as ferramentas disponíveis no ambiente de ensino ENSINET". Taller Internacional de Software

Educativo - URL: <http://www.c5.cl/tise2004/> - 1, 2 y 3 de Diciembre de 2004. Santiago (Chile): Centro de Computación y Comunicación para la Construcción del Conocimiento de la Universidad de Chile, 2004.

113. SOUZA, L. S. H. (2001). "O uso da Internet como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem da engenharia de transportes" -Escola de Engenharia de São Carlos - USP - 11/10/2001 - URL: <http://www.teses.usp.br/> - Acesso: 14 de Janeiro de 2004.
114. SOWA, J. (2000). "Knowledge Representation". Brooks/Cole. ISBN: 0-534-94965-7 - URL: <http://www.brookscole.com/> - Acesso: 23 de Janeiro de 2004.
115. STRAUSS, L. R. (2004). "Nove mil esperam validar diploma de pós" - Folha Online – Jornal Folha de S.Paulo - Data: 03/02/2004 - URL: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/> - Acesso: 3 de fevereiro de 2004.
116. TURNS, J., & ATMAN, C. J., & ADAMS, R. (2000). "Concept Maps for Engineering Education: A Cognitively Motivated Tool Supporting Varied Assessment Functions". IEEE Transactions on Education, URL: <http://www.ewh.ieee.org/soc/es/>, Vol. 43, N° 2, May 2000.
117. WEIJZE, R.C. (1998). "Concept Mapping for Concept Engineering". URL: <http://www.pmm.nl/philo/philo.htm> - Int. J. of Continuing Engineering Education and Life-long Learning, 1998 volume 8, N° 1/2, 89-108.
118. YOKAICHIYA, D. K. & GALEMBECK, E. & BRAGA, D. B. & TORRES, B. B. (2004). "Aprendizagem Colaborativa no Ensino a Distância - Análise da Distância Transacional". 11° Congresso Internacional de Educação a Distância, Salvador, Bahia, 7 a 10 de Setembro de 2004. URL: <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/041-TC-B2.htm> - Acesso: 16 de dezembro de 2004.