

26

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ARTES

**O PROCESSO DE CONCEPÇÃO DA INTERFACE GRÁFICA NA MULTIMÍDIA
APLICADA AO ENSINO DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS**

ADRIANA CAMARGO PEREIRA

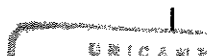
Este exemplar é a redação final da
dissertação defendida pela Sra. Adriana
Camargo Pereira e aprovada pela Comissão
Julgadora em 19/02/2001



Prof. Dr. Gilberto dos Santos Prado
-orientador-

CAMPINAS - 2001

UNICAMP
BIBLIOTECA DE
SEÇÃO CIRCUI



UNIDADE D.E
N.º CHAMADA T/ UNICAMP
PH14P
V. Ex
TOMBO BC/ 96658
PROC. 16-892101
C ☐ D ☒
PREC. R\$ 11,00
DATA 28/10/01
N.º CPD

CM00160468-4

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ARTES
Mestrado em Multimeios

**O PROCESSO DE CONCEPÇÃO DA INTERFACE GRÁFICA NA
MULTIMÍDIA APLICADA AO ENSINO DE RESISTÊNCIA DOS
MATERIAIS**

ADRIANA CAMARGO PEREIRA

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado
em Multimeios do Instituto de Artes da
UNICAMP como requisito parcial para obtenção
do grau de Mestre em Multimeios sob a
orientação do Prof. Dr. Gilberto dos Santos
Prado.

CAMPINAS - 2001

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP

1.

PEREIRA, ADRIANA CAMARGO

P414p

O processo de concepção da interface gráfica na
multimídia aplicada ao ensino de resistência dos materiais/
Adriana Camargo Pereira. -- Campinas, SP : [s.n.], 2001.

Orientador: Gilberto dos Santos Prado.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Artes.

1. Sistemas multimídia. 2. Comunicação visual.
3. Ensino auxiliado por computador. 4. Jogos simulados

Aos meus pais, Maria Vitória e Welington, por
me ensinarem a "construir" a vida. À Helena,
minha afilhada, que nasceu durante este projeto
trazendo alegria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Gilberto Prado pelo incentivo, paciência e dedicação;

À Luisa Paraguai Donati, pelo carinho e constante presença neste trabalho;

À Egle Muller Spinelli e Hélia Vannucchi , pela amizade e constantes discussões;

A todo pessoal do Laboratório do Instituto de Artes pelo apoio incondicional;

A todos os funcionários do Instituto de Artes;

Ao Prof. Dr. Celso Arruda, coordenador do projeto "Laboratório Didático de Resistência dos Materiais", por viabilizar esta pesquisa;

Aos meus amigos e a minha família que sempre apoiaram os meus projetos;

A FAPESP, pelo apoio financeiro concedido a esta pesquisa.

RESUMO

O presente trabalho analisa o processo de concepção da interface gráfica na multimídia aplicada ao ensino. O objeto de estudo desta pesquisa é o aplicativo "Laboratório Didático de Resistência dos Materiais", desenvolvido por um grupo multidisciplinar de pesquisadores da Unicamp, para o ensino da disciplina Resistência dos Materiais, em nível técnico e universitário. Através da reflexão teórica e da análise de uma realidade prática, pretende-se detectar as características da interface que possam potencializar o processo de ensino e aprendizagem, particularmente da disciplina Resistência dos Materiais e áreas congêneres.

U N I C A M P
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

ÍNDICE

I.	INTRODUÇÃO	15
II.	A INTERFACE NA MULTIMÍDIA APLICADA AO ENSINO	211
1.	A EVOLUÇÃO DAS INTERFACES	222
2.	A MULTIMÍDIA APLICADA AO ENSINO	311
3.	INTERFACE LÚDICA NO ENSINO	388
3.1.	O JOGO E A HIPERMÍDIA	388
3.2.	A INTERFACE, O LÚDICO E A APRENDIZAGEM	422
III.	O PROCESSO DE CONCEPÇÃO DA INTERFACE GRÁFICA.....	49
1.	ELABORAÇÃO DO CONCEITO	511
1.1	ANÁLISE DO USUÁRIO/ ALUNO E DO AMBIENTE EDUCATIVO	511
1.2.	ELABORAÇÃO DA PROPOSTA	522
2.	ARQUITETURA DE INFORMAÇÃO	555
2.1.	ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	555
2.2	ESTRUTURA DE NAVEGAÇÃO	59
2.3.	PONTOS DE INTERAÇÃO	633
2.4	ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA E PROTÓTIPO	655
3.	DESIGN DA INTERFACE	688
3.1	MULTIPLICIDADE	69
3.2	INTERATIVIDADE	711
3.3	SIMULAÇÃO	733
4.	IMPLEMENTAÇÃO	755
4.1	PROGRAMAÇÃO	755
4.2	TESTES	788
IV.	O PROCESSO DE CONCEPÇÃO DA INTERFACE DO APLICATIVO "LABORATÓRIO DIDÁTICO DE RESITÊNCIA DOS MATERIAIS"	833
1.	O CONCEITO DO APLICATIVO	855
1.1	O USUÁRIO E O AMBIENTE	855

1.2 A PROPOSTA.....	888
2. ARQUITETURA DE INFORMAÇÃO	900
2.1 SELEÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS CONCEITOS DA DISCIPLINA	900
2.2 ESTRUTURA DE NAVEGAÇÃO DO APLICATIVO	911
2.3 PONTOS DE INTERAÇÃO	933
2.4 ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA E DO PROTÓTIPO	944
3. DESIGN DA INTERFACE.....	1000
3.1 MULTIPLICIDADE	1000
3.2 INTERATIVIDADE	1022
3.3 SIMULAÇÃO	1033
4. IMPLEMENTAÇÃO DO APLICATIVO	1055
4.1 PROGRAMAÇÃO	1055
4.2 TESTES	1088
5. TELAS DO APLICATIVO.....	1100
 V. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 1211
 BIBLIOGRAFIA.....	 125
 ANEXO1 - CD-ROM "LABORATÓRIO DIDÁTICO DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS"	

CAPÍTULO I

UNICAM
BIBLIOTECA CEN
SEÇÃO CIRCUL

I. INTRODUÇÃO

A multimídia, por suas características de associação de imagens, textos e sons, num único suporte, possibilitando distintas conexões hipermidiáticas, pode funcionar como uma eficiente ferramenta educacional. Pesquisadores e empresas preocupam-se cada vez mais com a produção de softwares educativos. A recente utilização deste meio no ambiente pedagógico mostra a importância das pesquisas realizadas neste contexto. Dentro do campo interdisciplinar de estudos da HCI (*Human Computer Interaction*), que visa a construção de mecanismos que permitam ao usuário comunicar-se com a aplicação desejada, esta pesquisa delimita seu foco no processo de concepção da interface gráfica educativa.

Para que um aplicativo multimidiático funcione como uma eficiente ferramenta educacional, é preciso que seja bem projetado. Neste contexto, esta pesquisa pretende analisar e refletir sobre o processo de concepção da interface na multimídia aplicada ao ensino. Para analisar as etapas do processo, este trabalho seguiu uma linha de pesquisa de caráter exploratório, através da análise da realidade prática de um sistema multimídia aplicado ao ensino da disciplina Resistência dos Materiais. A prática foi sustentada pela teoria, assim como a pesquisa bibliográfica foi guiada pela observação de um processo

prático, para evitar aquilo que denomina Thiollent¹ de excesso de empirismo (observação sem teoria) e formalismo (teorização sem observação).

O objeto de estudo deste trabalho é o aplicativo "Laboratório Didático de Resistência dos Materiais", desenvolvido por um grupo multidisciplinar de pesquisadores da Unicamp, para o ensino superior e técnico, da disciplina Resistência dos Materiais. O projeto para o desenvolvimento de novas ferramentas para o ensino da disciplina Resistência dos Materiais teve concepção e coordenação geral do Prof. Dr. Celso Arruda (Laboratório de Engenharia Biomecânica - Centro de Tecnologia - UNICAMP) em 1997. De meados de 1997 até o primeiro semestre de 1998 numa parceria entre o Instituto de Artes e a Faculdade de Engenharia da Unicamp o projeto contou também com a participação dos Prof. Dr. Gilberto Prado (Departamento de Multimeios – Instituto de Artes- Unicamp), e do Prof. Dr. Spencer de Moraes Pupo Nogueira (Arquitetura – PUC-Campinas e USP São Carlos) como coordenadores da parte estética e programação visual. A realização deste aplicativo também contou com a participação de alunos, do Departamento de Multimeios e do Departamento de Engenharia Mecânica da Unicamp que desenvolveram animações em 3D para facilitar a visualização dos fenômenos relacionados à disciplina em questão. No segundo semestre de 1998, o grupo iniciou o desenvolvimento do aplicativo multimidiático, onde o aluno pudesse exercitar seus conhecimentos, utilizando algumas das animações que ainda estavam sendo elaboradas, agora apenas sob a coordenação do Prof. Dr. Celso Arruda.

¹ THIOLLENT, M. "Problemas de metodologia". In: FLEURY, A.C. & VARGAS, N. (orgs). *Organização do Trabalho*. São Paulo: Atlas, 1983. p. 54-83.

O segundo capítulo desta dissertação, com o intuito de abordar as novas possibilidades de criação e transmissão da informação, através da multimídia, traz um breve histórico da evolução das interfaces, apontando as relações cada vez mais interativas com o usuário, e o surgimento de uma nova disciplina no campo das interfaces homem/máquina, a HCI (*Human Computer Interaction*). Segue-se uma reflexão sobre a aplicação desses sistemas no ambiente escolar, apontando uma nova perspectiva de aprendizado. Métodos dinâmicos, interativos e atrativos podem enriquecer o ambiente de aprendizagem, despertando a busca pela informação. Ainda no primeiro capítulo encontra-se uma análise das relações entre o conceito de jogo e a interface, que pode auxiliar o processo de concepção de uma interface pedagógica, foco desta pesquisa.

O terceiro capítulo traz uma descrição do processo de elaboração e produção da interface gráfica multimidiática, particularmente aquelas aplicadas ao ensino. Para que a interface seja aceita e efetivamente utilizada pelo usuário/aluno, ela precisa ser bem projetada. Este capítulo fala da importância do processo de elaboração do conceito para que a interface seja projetada de acordo com as necessidades e capacidades daqueles que irão utilizá-la. Segue-se uma análise do processo de arquitetura da informação, etapa fundamental para eficiência do aplicativo, através da organização da informação em unidades precisas e objetivas. O design sugere sua funcionalidade, considerando a interação que ocorre entre o usuário/aluno e a interface/conteúdo. Algumas características do design da interface, consideradas como potencializadoras do processo de aprendizagem são apontadas. Por fim o capítulo relata o processo de implementação de um aplicativo multimídia, apontando alguns softwares de autoria, suas vantagens e desvantagens, além de relatar a importância dos testes para finalização do processo de implementação da interface.

O quarto capítulo faz uma descrição do processo de produção da interface gráfica do aplicativo em estudo (Laboratório Didático de Resistência dos Materiais). Inicialmente, descreve-se os objetivos pedagógicos do aplicativo, além de relatar as características do usuário em questão (alunos dos cursos técnicos e universitários de Engenharia). Segue-se um relato de como a informação vem sendo organizada de forma lúdica, permitindo uma comunicação que efetive um caminho em busca de experimentação e conhecimento. O capítulo analisa alguns elementos (multiplicidade, interatividade, simulação) do design da interface, considerados como potencializadores do processo de aprendizagem da disciplina Resistência dos Materiais, e como esses elementos foram trabalhados no aplicativo em questão. Finalizando com o processo de implementação do aplicativo, a programação através do software *Authorware* da *Macromedia*, e os testes realizados com alguns alunos dos cursos de Engenharia da Unicamp.

CAPÍTULO II

II. A INTERFACE NA MULTIMÍDIA APLICADA AO ENSINO

O desenvolvimento da informática e a constante evolução das interfaces viabilizaram o surgimento da multimídia. Este novo meio introduz novas relações entre texto, imagem e som, que aliados à interatividade criam um novo contexto para a comunicação. Para melhor compreendermos esse contexto, este capítulo traz um breve histórico da evolução das interfaces, apontando as transformações ocorridas na relação usuário/computador, e delimitando o campo de estudo desta pesquisa (II. 1). Segue-se uma análise de como esses sistemas multimidiáticos vêm sendo introduzidos no ambiente escolar, abrindo uma nova perspectiva de aprendizado quando o sistema implementado tem uma interface bem projetada. Esses sistemas são caracterizados pela qualidade na interação, onde o aluno, interagindo com o conteúdo, tem a chance de construir o conhecimento (II.2). Esse processo dialético circular de estímulo e resposta caracteriza o jogo. O item II. 3. traz uma análise das relações entre o conceito de jogo e a multimídia, podendo assim enriquecer o processo de produção da interface pedagógica, objeto de estudo deste trabalho; através de métodos mais dinâmicos, interativos e atrativos para o aluno.

1. A EVOLUÇÃO DAS INTERFACES

A interface usuário/computador é o ponto central da multimídia. Com o crescimento exponencial das estruturas de informação digital os leitores estão se confrontando com mudanças fundamentais. Os tipos de informação, assim como as formas de transmissão, passam por um rápido processo de evolução. Informações inicialmente transmitidas através de textos, hoje são veiculadas através, por exemplo, de animações, vídeo e áudio. Como consequência da evolução tecnológica, surge um novo campo de estudo, a HCI – *Human Computer Interaction*. Pesquisadores e empresas de *softwares* preocupam-se cada vez mais com a representação de dados. Para melhor compreendermos este espaço de negociação de informações será desenvolvido a seguir, um histórico da evolução das interfaces¹, localizando a interface gráfica, objeto de estudo deste trabalho, dentro deste novo campo de estudo que é a HCI.

O processo de comunicação entre o homem e a máquina é uma preocupação anterior à informática. No início deste século, Walter Benjamin via na relação máquina de escrever-homem as origens das interfaces e interatividades modernas. O autor visionava os bancos de dados interativos e os sistemas informatizados de hipermídias:

"Podemos supor que novos sistemas, com formas de escritura mais versáteis far-se-ão cada vez mais necessários. Eles substituirão a maleabilidade da mão pela nervosidade própria dos dedos que operam comandos".²

¹ Interface – "todos os aparatos materiais que permitem a interação entre o universo da informática e o mundo ordinário". LEVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999, p.37.

² BENJAMIM, Walter, citado em MACHADO, Arlindo. *Pré-Cinemas & Pós-Cinemas*. Campinas: Editora Papyrus, 1997, p. 174.

Em 1945, Vannevar Bush enunciou pela primeira vez a idéia do hipertexto, num artigo intitulado "*As We May Think*"³, onde defendia novas metodologias para o acesso de informações. Seu projeto *Memex* (*Memory Extension*) não utilizava recursos de computação, mas um dispositivo conjugando microfichas e células fotoelétricas que permitiam elos entre os documentos. Esse sistema forneceu os princípios básicos do processo de associação. Em 1963, Douglas Engelbart⁴ deu forma computadorizada ao sistema de Bush, através do *Augment*, um programa hipertextual que pretendia expandir os potenciais cognitivos humanos. Em 1965, Theodore Nelson cunhou o termo hipertexto para exprimir a idéia de escrita/leitura não linear em um sistema de informática. Ted Nelson criou um modelo desenvolvido e complexo, chamado *Xanadu*.

Na década de 70, os computadores ainda eram utilizados apenas por especialistas técnicos, que estavam familiarizados com as complexidades da programação via cartões perfurados. No entanto, nesta década surgem diversas inovações tecnológicas, responsáveis pela popularização da informática nos anos 80. Surgem os primeiros jogos eletrônicos, uma das primeiras formas de interatividade digital de massa, mostrando a capacidade das novas máquinas eletrônicas de representar "ações" onde os homens podem e devem participar (se não fizermos nada num jogo eletrônico, nada acontece). Nesta época, Nollan Bushnell faz uma versão de "Space War" para o grande público, chamado "Computer Space", e passa a ser considerado o pai

³ Neste site você encontra o texto "As We May Think" de Vannevar Bush na íntegra - <<http://www.ps.uni-sb.de/~duchier/pub/vbush/vbush.shtml>>

⁴ Para saber mais sobre Douglas Engelbart, consulte o site - <<http://www2.bootstrap.org/dce-bio.htm>>

dos jogos eletrônicos⁵, que só vão se popularizar nas décadas de 80 e 90 através do CD-ROM e da Internet.

Douglas Engelbart, ainda na década de 70, desenvolve o processador de texto, a interface de janelas e o mouse. Este último representou uma verdadeira revolução na interação homem-máquina, e a partir dos anos 80, sua popularização vai permitir a tocar por meio de uma flecha o monitor, e assim, manipular virtualmente ícones e janelas. O paradigma do *point and click* torna fácil a manipulação de ícones gráficos diretamente no monitor.

Nos anos 80, com o desenvolvimento dos primeiros computadores pessoais, a interface com o usuário vai se tornar uma preocupação geral, tanto para designers, quanto para os pesquisadores de sistemas. As empresas de computação começavam a pensar nos aspectos da interface com o usuário como uma maneira de melhorar suas oportunidades no mercado.

A interface gráfica ou GUI (*Graphical User Interface*) surgiu por volta de 1971, com um trabalho da Xerox, mas é em 1984, com o lançamento do Macintosh, pela Apple, que a interface vai mostrar a força da sua capacidade gráfica frente ao usuário. A idéia desenvolvida para o Macintosh, era facilitar ao máximo o uso da computação, a matemática e a lógica das linguagens técnicas de informática eram escondidas em prol do domínio de ambientes gráficos que possibilitassem, através de desenhos e ícones, acesso fácil aos caminhos desejados. A Apple vai trabalhar por muito tempo com os princípios da

⁵ Para saber mais sobre Nollan Bushnell e a história do videogame e dos jogos eletrônicos, consulte o site: <<http://www.emuunlim.com/doteaters/timescape.htm>>

interatividade gráfica, até ser atropelada mais recentemente, em nível de mercado, pelo PC (interface Windows).

A década de 80 viu o prenúncio do horizonte contemporâneo da multimídia. A informática começou a se fundir com as telecomunicações, a editoração, o cinema e a televisão. Os microprocessadores e as memórias digitais tendiam a tornar-se uma infraestrutura de produção em todo domínio da comunicação. Novas formas de mensagens interativas apareceram através da invasão dos videogames, a disseminação da informática "amigável" (interfaces gráficas e interações sensório-motoras) e o surgimento do CD-ROM⁶. O primeiro sistema experimental de multimídia foi criado pelo grupo de arquitetura de máquinas do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em 1979, o *Aspen Movie Map*, um sistema de computador que permitia ao usuário percorrer as ruas da cidade de Aspen, Colorado, escolhendo ângulos de visão e a época do ano. A popularização da multimídia ocorreu a partir de 1987, com o lançamento do programa de autoria *Hypercard*, pela Apple, que passou a ser oferecido como parte integrante de seus computadores Macintosh, permitindo aos não programadores uma ferramenta gráfica e simples para criação de hipermídia⁷.

⁶ *Compact Disc Read Only Memory* – utilizado para armazenar e reproduzir programas e dados de computador, capaz de armazenar até 650 Megabytes, utiliza a tecnologia do laser para armazenar uma grande quantidade de informação em uma mídia barata, resistente e duradoura.

⁷ Hipermídia – desenvolvimento do hipertexto, a hipermídia integra texto com imagem, vídeo e som, vinculados entre si de forma interativa. Hipertexto – uma forma não-linear de apresentar e consultar informações. Um hipertexto vincula as informações contidas em seus documento (ou hiperdocumentos) criando uma rede de associações complexas através dos *hyperlinks*, ou simplesmente *links*. LEVY, *op. cit.*, p. 254

Para melhor compreender essas transformações relacionadas à interface, surge um novo campo de estudo preocupado com o relacionamento entre o homem e o computador, denominado HCI – *Human Computer Interaction*. Nos anos 80, as interfaces gráficas revolucionaram a HCI, no entanto a maturidade tecnológica da multimídia afetará os paradigmas da HCI nos anos 90⁸.

HCI é um campo de estudo interdisciplinar com diferentes ênfases: ciência da computação (aplicação de projetos e engenharia de *software*), psicologia (aplicação de teorias de processos cognitivos e análises empíricas do comportamento do usuário), sociologia e antropologia (interações entre tecnologia, trabalho e organização), e projeto industrial (produtos interativos). O objetivo da HCI é o de construir um mecanismo que permita ao usuário comunicar-se com a aplicação desejada. Uma aplicação de computador é uma ferramenta e a HCI é o conector entre a ferramenta e o usuário.

O grupo de pesquisa SIGCHI⁹ delimita as atividades de HCI e especifica as conexões com outros campos de conhecimento, de acordo com a figura abaixo:

⁸ No final dos anos 90, o aumento da capacidade de processamento dos computadores e a possibilidade de estarem conectados à Internet, mudam a proporção de dados com os quais interagimos. O contexto de interação do usuário está mudando. O universo de informação com o qual o usuário faz interface não tem mais limites definidos. Hoje os aparatos portáteis como *pagers* e celulares, e o acesso à Internet por banda larga (maior velocidade e capacidade de transmissão), apontam novos rumos da HCI.

⁹ ACM SIGCHI *Curricula for Human-Computer Interaction*, disponível em <<http://www.acm.org/sigchi/cdg/index.html>>. Acesso em 5 jul. 2000.

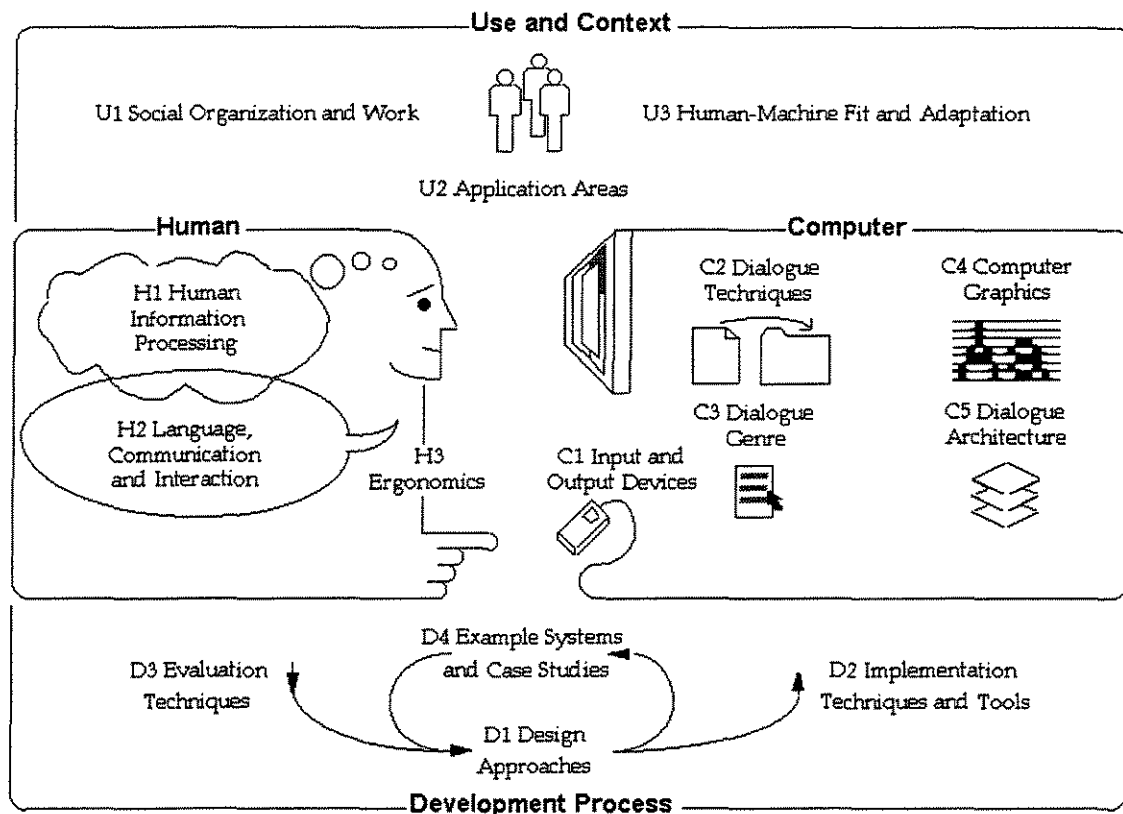


Figura 1 – campos de conhecimento da HCI, estabelecidos pelo grupo SIGCHI.

Os tópicos relacionados na figura derivam de uma consideração de cinco aspectos inter-relacionados de HCI, brevemente descritos a seguir:

A Natureza da interação homem-computador (N) – HCI como comunicação, paradigma de ferramenta, centrado no trabalho, objetiva a produtividade e capacitação do usuário.

O uso e o contexto dos computadores (U) – Analisa as utilizações do computador, colocadas como “aplicações” no campo da informática. Observa a organização social e do trabalho, considerando o usuário como ser social que interage com o ambiente de trabalho e com as técnicas evolvidas. Investiga a

área de aplicação e o processo de ajustes do sistema para a adaptação do usuário.

Características humanas (H) – estuda o processamento da informação, como a ação humana é estruturada, a natureza da comunicação e as necessidades físicas e psicológicas do homem. Analisa modelos cognitivos, e a linguagem como meio de comunicação (sintaxe, semântica e pragmática), além da ergonomia que observa as características fisiológicas e antropométricas das pessoas e suas relações com o ambiente e espaço de trabalho.

Sistema do computador e arquitetura da interface (C) – estuda os componentes específicos da máquina para interação com o usuário como os dispositivos de *input* e *output* (características como peso, portabilidade, largura de banda, modalidade sensória) , as técnicas de diálogo (arquitetura de *software* e técnicas de interação com o usuário) , diálogo de *input* (teclado, comandos, menus, mouse, caneta), diálogo de *output* (display, animação, questões de layout da tela), técnicas de interação (seleção de menus, formulários, CD-ROM), questões de diálogo (resposta em tempo real, sistema automático). Analisa também o gênero do diálogo (metáforas de interação, contexto da metáfora, estilo e estética, transição - *fades*, *pans*), a computação gráfica (conceitos básicos como geometria espacial 2D e 3D, modelagem de objetos, cor), e a arquitetura de diálogo (arquitetura de informação e padronização de interfaces).

O processo de produção [D] – O desenvolvimento do projeto inclui o desenvolvimento da interface e sua relação com a engenharia do sistema (*software* e *hardware*). Analisa o projeto gráfico (tipografia, cor, 2D e 3D), a implementação de técnicas e ferramentas (técnicas de protótipos, representação de dados) e as técnicas de avaliação (produtividade, testes de “usabilidade”, avaliações empíricas).

O espectro de perfis relacionados a HCI é bastante vasto, como são variadas as suas áreas de pesquisa e aplicação. Além da mais evidente – a estrutura de comunicação entre Usuário e Computador – estas áreas incluem ainda, a engenharia de hardware e *software*, a caracterização e os contextos de uso de sistemas interativos, a própria metodologia de *design* e a inovação no agenciamento de novas aplicações e produtos. O que as aplicações em todos esses campos têm em comum é a expectativa de seus usuários. Exige-se da HCI uma perfeita performance, uma capacidade de resposta cada vez mais veloz, uma margem de erro desprezível, ou inexistente, como no caso dos sistemas de *life critical*, com interfaces cada vez mais transparentes e com crescente possibilidade de interatividade.

Entendidas a complexidade e amplitude, dos estudos sobre a Interação Homem-Computador, pretende-se traçar os limites do presente estudo, sem desconsiderar o inter-relacionamento que existe entre os campos de estudo da HCI. Dentre os assuntos que mais interessam a essa pesquisa, tendo em vista o desenvolvimento do aplicativo “Laboratório Didático de Resistência dos Materiais” (objeto de estudo), será recortada a questão do *Design* da interface gráfica, na multimídia em CD-ROM¹⁰. De acordo com o esquema apresentado acima, este campo de estudo permeia a arquitetura da interface e o processo de produção.

¹⁰ O CD-ROM foi escolhido em função da grande capacidade de armazenagem de dados, fator importante no caso do aplicativo em estudo.

A interface encontra-se na quinta geração¹¹ onde a simulação de objetos e tarefas é fundamental. A interatividade seria uma espécie de “conversação” entre o homem e a técnica através da interface. O programa e o usuário exercem uma atividade de “jogo”, onde os dois são agentes ativos. A interação homem-computador não é somente uma forma de colocar perguntas e obter respostas, mas um “contexto”, um “jogo labiríntico”, onde o leitor ativo está a todo o momento estabelecendo relações próprias entre diversos caminhos, ampliando o potencial de leitura.

A interface atual encontra suas maiores potencialidades neste jogo labiríntico, onde o usuário, longe de se entregar ao acaso, faz cálculos em cada “encruzilhada”. Assim a interface favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. Por essas características, esta mídia vem transformando as formas de aquisição do conhecimento, funcionando como uma excelente ferramenta educacional, quando a interface é bem projetada.

¹¹ Principais características das gerações da interface: 1ª geração - anos 40 - a interface se limitava a um grande *switchboard*, e a interatividade reduzia-se a uma combinação de *plugs*; 2ª geração - anos 50 - programação através de cartões perfurados; 3ª geração - anos 60 - técnica do *timesharing* e a possibilidade de intervir através do teclado e do monitor; 4ª geração - final dos anos 70 - A utilização de menus, onde o usuário pode realizar tarefas através de comandos textuais como o DOS. LEMOS, André L. M. *Anjos Interativos e retribalização do mundo. Sobre interatividade e interfaces digitais*.

Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/pesq/cyber/lemos/interac.html>>. Acesso em 3 out. 1998.

2. A MULTIMÍDIA APLICADA AO ENSINO

"Nós estamos entrando na nova era da educação, que passa a ser programada no sentido da descoberta, mais do que no sentido da instrução".¹²

No contexto interdisciplinar da HCI, descrito no item anterior, devemos considerar o eixo pedagógico do aplicativo, objeto de estudo desta pesquisa. Este trabalho concentra-se nas características da interface. No entanto, para compreendermos as características próprias da interface gráfica aplicada ao ensino o eixo educacional será brevemente analisado. Este item traz um histórico da implementação da tecnologia computacional no ambiente escolar, e uma breve análise de como essa tecnologia pode ser trabalhada para potencializar a atuação do indivíduo, funcionando como ferramenta educacional.

Este item não pretende discutir os paradigmas educacionais e as metodologias pedagógicas, mas sim relatar o contexto educacional no qual a multimídia está sendo introduzida como ferramenta, como uma possibilidade que pode ser colocada pelo educador, para estimular a produção do conhecimento.

No ensino básico como no superior, há muito tempo existe um descontentamento com a tecnologia educacional. Até pouco tempo o uso do computador na educação apenas informatizava os meios tradicionais de

¹² MCLUHAN, Marshall. *Os meios de comunicação como extensões do homem – understanding media*. São Paulo: Editora Cultrix, 1971, p.13.

instrução. O advento da multimídia tem suscitado bastante interesse em todos os níveis de ensino, abrindo uma nova perspectiva de aprendizado.

O ensino através da multimídia tem suas raízes no ensino através de máquinas. Sidney Pressey, em 1924, criou uma máquina para corrigir testes de múltipla escolha. Isso foi posteriormente reelaborado por B. F. Skinner, que no início de 1950, como professor da Harvard, propôs uma máquina para ensinar usando o conceito de instrução programada. Durante os anos 60 alguns aplicativos de instrução programada foram implementados, nascia a instrução auxiliada por computador, ou *computer-aided-instruction*¹³ (CAI). No entanto, os computadores ainda eram muito caros para serem adquiridos pelas escolas.

Em 1968, Alan Kay iniciava um dos primeiros projetos formais de pesquisa na área de educação computacional. Construiu um protótipo, que utilizava tela plana, interface gráfica, e alta capacidade de armazenagem de texto, e deveria ser um meio de escrita/leitura para crianças, com um fácil ambiente de desenvolvimento (linguagem de programação), que deu origem ao *Paintbrush*¹⁴.

Nos anos 70, houve um grande investimento por parte do governo americano na produção do CAI; e empresas como IBM, RCA e Digital começaram a investir na produção desses programas para serem comercializados. A disseminação do computador pessoal, nos anos 80, fez com que o CAI começasse a entrar nas escolas. De acordo com um estudo feito pelo *The*

¹³ O CAI refere-se a programar o computador para administrar os tipos de exercício tradicionalmente aplicados por um professor num quadro-negro, num livro-texto ou numa folha de exercícios.

¹⁴ *Software* de edição gráfica com uma interface bastante simples, baseada em ícones.

Educational Products Information Exchange Institute, uma organização do *Teachers College*, Columbia, nos E.U.A., foram identificados em 1983 mais de 7.000 pacotes de *softwares* educacionais no mercado, sendo que 125 eram adicionados a cada mês. Mas ainda havia um desencantamento com relação a essas tecnologias, pois os *softwares* ainda utilizavam os tradicionais métodos pedagógicos, e a Escola não se deixava mudar sob a influência do computador.

Nesta época, também ocorreu a disseminação dos videogames, primeiro exemplo de tecnologia de computação aplicada à fabricação de "brinquedos", que foram, sem dúvida, a porta de entrada de crianças e adolescentes para o mundo da informática.

Até o final dos anos 80, os programas seguiam a linha behaviorista¹⁵, valorizando a aprendizagem através da formação de hábitos, enfatizando a repetição com exercícios e práticas mecanicistas. As seqüências de exercícios eram planejadas em etapas lógicas, não permitindo a intervenção do aluno no processo de aprendizagem. Os métodos tradicionais de ensino, a falta de técnicas pedagógicas e de profissionais multidisciplinares, são as grandes desvantagens encontradas nesta primeira fase.

Nos anos 90, com a popularização da multimídia, este novo meio começa a ser introduzido no ambiente escolar tendo como conceito básico, e grande

¹⁵ Teoria fundada em 1924, por B. Watson, fundamentada na Psicologia Experimental como estudo do comportamento observável, onde a observabilidade é definida por oposição às noções mentalistas, de um lado, e aos métodos introspeccionistas de outro. Numa situação-estímulo produz-se uma resposta (reação), se esta for reforçada (por uma recompensa, por exemplo), a associação entre o estímulo e a resposta é então reforçada, isto significa que a resposta será provavelmente desencadeada a todo reaparecimento do estímulo. DUCROT, O. & TODOROV, T. *Dicionário enciclopédico das ciências da linguagem*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1988, pp.75-76.

diferencial, a interatividade. Em muitos casos, os aplicativos multimidiáticos também se limitam a transpor métodos tradicionais de instrução para o computador. No entanto, a interface bem projetada, aponta para uma nova direção: o uso desta tecnologia não como "máquina de ensinar" mas como ferramenta educacional.

Hoje, o quadro de referência teórico que tem sido invocado como novo paradigma – com intuito de resolução de todos os problemas da educação – não apenas os conceituais, como também aqueles vinculados às mais diversas metodologias pedagógicas, é o construtivismo. Muito antes de seu ingresso nas concepções pedagógicas, a concepção construtivista de mundo causou, ou foi originada, por uma profunda revolução na arte e na ciência no início do século XX. Os pesquisadores que melhor nos esclarecem sobre esse assunto são Piaget e Vygostky com trabalhos harmônicos e possivelmente complementares, pertinentes ao mesmo paradigma filosófico.

Para Piaget, a inteligência é o modo de adaptação do homem ao meio. No processo de desenvolvimento do indivíduo, o conhecimento e a visão de mundo são construídos e constantemente reconstruídos através da experiência pessoal. "Conhecer não consiste em copiar o real, mas em agir sobre ele e transformá-lo (em aparência ou em realidade), de maneira a compreendê-lo em função dos sistemas de transformação aos quais estão ligadas estas ações".¹⁶

¹⁶ PIAGET, Jean. *Psicologia da Inteligência*. São Paulo: Fundo de Cultura, 1967, p.14.

Para Vigotsky¹⁷, o signo – instrumento psicológico por excelência - estaria mediatizando não só o pensamento, como o próprio processo social humano. Inclui dentre os signos, a linguagem, os vários sistemas simbólicos algébricos, os esquemas, diagramas, mapas, desenhos, e todo o tipo de signos convencionais. Sua idéia básica é a de que ao usá-los, o homem modifica as suas próprias funções psíquicas superiores.

No Brasil, Paulo Freire vai de encontro ao construtivismo, discutindo os saberes fundamentais à prática “educativo-crítica” ou “progressista”: “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou construção”¹⁸.

O ciclo de desenvolvimento do indivíduo, analisado por esses pesquisadores, pode ser favorecido se as ferramentas utilizadas permitirem que ele explicita suas idéias ou hipóteses e ofereçam *feedbacks* que facilitem o trânsito entre sua ação e a sua compreensão sobre essa ação. É neste contexto que podemos pensar a multimídia como ferramenta potencializadora do novo paradigma educacional, sem desconsiderar o papel do professor como mediador desta ferramenta, através do estímulo e orientação.

O potencial da multimídia permite que múltiplos espaços informacionais sejam explorados de forma não-linear e interativa, tornando acessíveis imagens

¹⁷ Um dos pontos chave da teoria de Vigotsky, é a idéia de que o homem, por meio do uso de instrumentos, modifica a natureza, e ao fazê-lo, acaba por modificar a si mesmo. Vigotsky, L. S. *Psicologia e Pedagogia. Bases Psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento*. São Paulo: Moraes, 1991, p.137.

¹⁸FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996, p.25.

paradas e em movimento, sons e textos, armazenados em CD-ROM, modificando as formas de representação dos dados, incorporando a visualização de informações consideradas mais complexas e a contextualização dos diferentes conteúdos explorados.

Num aplicativo, os conteúdos apresentados podem ser vinculados a outras informações relacionadas, para serem acessadas de maneira dinâmica. A não linearidade hipertextual possibilita ao seu usuário a escolha da navegação pelo espaço hipermidiático, bem como o modo de estabelecer associações, mediante a informação selecionada. O aluno escolhe seu ritmo e estabelece suas próprias referências.

"A multimídia nos seus moldes atuais determina novos princípios de uma interação amigável entre homem e máquina: a sua representação diagramática ou icônica das estruturas de informação e dos comandos, o uso do 'mouse', os 'menus' e a tela gráfica de alta resolução são elementos reelaboradores e disseminadores da multimídia, enquanto ferramenta de busca e distribuição de conhecimentos".¹⁹

A multimídia pode ser uma ferramenta educacional, de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança do antigo paradigma educacional, no qual o professor tradicionalmente personifica a imagem de detentor e transmissor do conhecimento. Uma interface bem projetada pode enriquecer ambientes de aprendizagem.

¹⁹ LEVY, Pierre. *O que é virtual?* São Paulo: Editora 34, 1996, p.15.

Não devemos desconsiderar também, certas características que facilitam a compreensão de um sistema educacional mais eficiente, em que a atividade de ensinar pressupõe outras formas de motivações. A multimídia possibilita uma "linguagem lúdica", na qual o ato de divertir esteja intimamente vinculado à atividade de informar e educar. Assim, a multimídia pode auxiliar a aquisição do conhecimento em praticamente todas as áreas do saber. No entanto, muitas vezes, o design da interface vem sendo pensado nas suas dimensões mais superficiais. Para que o software educativo possa se diferenciar das ferramentas tradicionais de ensino, garantindo um auxílio significativo no processo pedagógico, a concepção da interface deve estar fundamentada no alto grau de interatividade, que provoque a ação/reflexão do aluno, levando-o a buscar informações e a rever suas hipóteses. O aplicativo deve ser uma ferramenta para construção do conhecimento.

3. INTERFACE LÚDICA NO ENSINO

A interface se encontra entre os nós²⁰ do hipertexto e as escolhas do leitor, num espaço onde o usuário pode se transformar num jogador ativo. Quando a interface tem como elemento constitutivo o "jogo", um aplicativo multimidiático pode enriquecer ambientes de aprendizagem. Através de métodos mais dinâmicos, interativos e atrativos para o aluno desperta-se a busca pela informação e a participação efetiva no processo de aprendizagem.

Este item procura identificar as relações entre o conceito de jogo e a estrutura hipermediática. O encontro dessas estruturas no mundo digital pode facilitar a compreensão dos desafios da multimídia, otimizando o processo de concepção e design da interface aplicada ao ensino.

3.1. O JOGO E A HIPERMÍDIA

O objeto lúdico não possui um caráter estático, cujos traços são reconhecidos através da técnica e da razão. Joga-se não "algo determinado", mas com algo que somente ganha forma pelo contato, pelo processo dialético circular de estímulo e resposta. É neste sentido, que podemos pensar a reticularidade da multimídia, como um grande jogo, que nos oferece a vivência do sentido que vai se construindo. Na multimídia o navegante é remetido a encontros e desencontros nos percursos hipermediáticos, o que atrai o sujeito que as experiencia cada vez mais para "dentro de si", a tal ponto que este se coloca em jogo, ou seja, o navegante muitas vezes se vê diante de situações onde ele

²⁰ Nós - são unidades de informação, interconectadas por ligações (*links*).

perde o rumo e tem então que se arriscar, tomar uma decisão, ir para algum lugar. Estas são as relações do jogo.

Um dos primeiros a estudar o conceito de jogo, foi Huizinga, em *Homo Ludens*²¹, onde o autor analisa características fundamentais do jogo e demonstra a importância do seu papel no desenvolvimento civilizatório. Huizinga define o jogo como uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos limites de tempo e espaço, vivida como fictícia e situada além da vida cotidiana, dotada de regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, uma ação destituída de todo e qualquer interesse material, capaz, contudo, de absorver completamente o jogador.

A arena, a mesa de jogo, o palco, a tela, têm a forma e função de terrenos de jogo, isto é, lugares fechados, isolados, em cujo interior se respeitam determinadas regras. Todos eles são mundos temporários dentro do mundo habitual, dedicados à prática de uma atividade especial.

Na multimídia, o jogo é possibilitado pela interface, um espaço fechado dedicado à prática de uma atividade. Uma das características mais importantes do jogo é esta separação espacial em relação à vida cotidiana e é neste espaço/tela que o jogo se processa e que suas regras tem validade. Quando navegamos numa multimídia, através da interface, entramos nesse "outro mundo", onde as regras devem ser obedecidas, como por exemplo, "clicar"

²¹ HUIZINGA, Johan. *Homo Ludens*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1993.

sobre uma *hotword*²², ou inserir dados. Se o usuário não interagir com a tela, o jogo acaba.

Um outro estudo de suma importância sobre o jogo, foi feito por Caillois²³. O autor, além de estabelecer características do jogo semelhantes às de Huizinga, estabelece também os conceitos de atividade regulamentada e fictícia, que define respectivamente, o jogo com regras e sem regras. A *paidia* é uma espécie de jogo sem regras, onde encontramos as manifestações espontâneas do instinto do jogo, como a improvisação, a distração, a fantasia. O *ludus* é a submissão à regra, à convenção, o complemento, o adestramento da *paidia*. A interface multimídia possibilita o entrelaçamento do *ludus* e da *paidia*. O ato de navegar na multimídia possui regras como por exemplo interagir, mas por outro lado a interface pressupõe uma livre improvisação, onde o usuário desempenha um papel, se comporta "como se" fosse uma determinada pessoa ou coisa, ele "faz de conta". Caillois define esta bipolaridade fundamental aos jogos, classificando-os em quatro categorias: a competição (*agôn*), o acaso (*alea*), o simulacro (*mimicry*) e a vertigem (*ilinx*)²⁴.

Na interface multimídia encontramos características das quatro categorias de jogo, no entanto, o "desempenho de um papel" por parte do usuário, que

²² Hotword – palavra ou imagem *clicável*, isto é, *linkada* a outra informação.

²³ CAILLOIS, Roger. *Os jogos e os homens*. Lisboa: Editora Cotovia, 1990, p.47.

²⁴ **Agôn** - ambição de triunfar unicamente graças ao mérito numa competição regulamentada, onde o jogador conta apenas consigo mesmo, e assim se esforça e se aplica com todo seu ardor. **Alea** - ocorre a demissão da vontade, a favor de uma espera ansiosa e passiva do curso da sorte, e o jogador conta com tudo exceto ele, e entrega-se as forças que o transcendem. **Mimicry** - o gosto de revestir uma personalidade diferente faz o jogador imaginar que é um outro e inventar um universo fictício. **Ilínx** - busca da vertigem, onde o corpo escapa à tirania da sua percepção e provoca a desordem da sua consciência. CAILLOIS, *op. cit.* p. 65.

consiste numa imitação do real, uma simulação, traz uma característica marcante do "mimicry". Num simulador de vôo, por exemplo, o usuário sabe que não está num avião, mas ele entra neste mundo temporário e se comporta como se estivesse pilotando um avião.

Um outro estudioso que pesquisou algumas características do comportamento humano e sua relação com o jogo é F. Buytendjik. Para o autor, o jogo é que joga, ao envolver os jogadores, tornando-se assim o verdadeiro sujeito do movimento lúdico. "Não se deveria falar de um jogo com a linguagem, mas do jogo da própria linguagem, que fala para nós, propõe, retira, pergunta, e na resposta se realiza" ²⁵. A reticularidade da multimídia possibilita esse "vaivém lúdico". Através de uma espécie de "diálogo" com a interface, o usuário oscila entre a fantasia e a vida cotidiana, numa alternância entre a aparência da tela e a realidade. Segundo Gadamer²⁶ "este vaivém é a tal ponto inerente ao jogo, que não existe um 'jogar só para si'". Nesse vaivém, são descobertas as possibilidades que a interface esconde preliminarmente, mas deixa suspeitar, permitindo assim que diferentes possibilidades se superem, o usuário é responsável pela navegação e pelas associações que podem ocorrer. É nesta conjuntura que podemos pensar a multimídia como um jogo, ou seja, um talhamento interativo de toda construção de sentido, definido através da atuação do usuário.

²⁵ BUITENDJIK, F. J. "O jogo humano". In: GADAMER, H. & VOGLER, P. (orgs.), *Nova Antropologia: o homem e sua existência biológica, social e cultural*. São Paulo: EPU/ Editora da Universidade de São Paulo, 1977, p.66.

²⁶ In BUITENDJIK, op. cit., p.67.

3.2. A INTERFACE, O LÚDICO E A APRENDIZAGEM

O jogo tem encontrado um espaço na estrutura digital como nunca ocorreu antes com outra estrutura midiática. Na "interface lúdica", onde tanto o usuário como a máquina são agentes ativos, o aluno pode aprender estimulado por sua própria experiência. Neste contexto podemos pensar a multimídia aplicada ao ensino, como uma maneira de explorar, no desenrolar da compreensão enquanto jogo, o frutífero encontro entre conhecimento e diversão.

"O jogo introduz o indivíduo na vida, no seu todo, aumentando-lhe as capacidades para ultrapassar os obstáculos ou para fazer face à realidade".²⁷

A multimídia aplicada ao ensino viabiliza o estudo de uma nova maneira de transmissão do conhecimento. Uma interface que potencialize o comportamento lúdico, incentiva o usuário a buscar, analisar, organizar as informações, percorrendo o conteúdo da maneira que "desejar".

O ato de navegar possui regras determinadas. A introdução das regras serve para ordenar a atividade, complexificando sua ação ou seu objetivo e introduzindo o uso da ordem, inteligência e habilidade. A simulação e a colocação de problemas a serem resolvidos pelo aluno promovem a exigência de uma relação ativa com a construção do conhecimento. Portanto, não deveríamos falar de um objeto contra um sujeito, mas do movimento da ação que a "interface lúdica" propõe.

²⁷ CAILLOIS *op. cit.* , p.16.

Se para Piaget, o conhecimento não está nem no sujeito nem no objeto, mas na interação entre ambos, podemos pensar a multimídia como uma poderosa ferramenta para a construção do conhecimento.

"As estruturas específicas para o ato de conhecer são construídas como resultado de um processo de 'equilibração' em que, num processo de 'adaptação progressiva', através de suas ações, o organismo troca com o meio. Este processo de adaptação não tem significado de um passivo ajustamento ao meio, mas sim um processo pelo qual o indivíduo se transforma em função do meio e transforma o próprio meio à medida que o assimila por suas ações e operações"²⁸.

A interface lúdica é a idéia construtiva de um micro-mundo. Um micro-mundo é uma pequena, mas completa versão de algum domínio de interesse. Tem duas características importantes: apresenta ao aprendiz "casos simplificados" do domínio, mesmo que sejam dados ao aprendiz, meios para modificar o micro-mundo e explorar as idéias mais sofisticadas. Também devem ser condizentes com o estado cognitivo e afetivo dos aprendizes, eles sabem exatamente o que fazer num micro-mundo, pouco ou nenhum treinamento é necessário. Espera-se que os usuários/alunos regulem sua própria aprendizagem em um micro-mundo.

Para Château, um estudioso do jogo pedagógico, jogar é dar-se uma tarefa a cumprir, e se esforçar para cumpri-la, é se dar um trabalho, quase um dever. O autor fala da ambigüidade da palavra dever: "Um dever é uma tarefa escolar, mas é também uma tarefa moral. Ora, o jogo/brincadeira nos dá um e outro,

²⁸ PIAGET, *op. cit.*, p. 14.

pelo valor que confere ao alvo fixado" ²⁹. O jogo é ao mesmo tempo esforço e liberdade, e uma educação pelo jogo deve ser fonte de dificuldade física, da mesma maneira que alegria moral. Jogar é buscar um prazer moral. É esse prazer moral que devemos transpor para multimídia aplicada ao ensino, se queremos calcá-la na atividade espontânea do jogo. É preciso apresentar obstáculos a transpor, e obstáculos que o aluno queira transpor.

Ao explorar os conceitos de jogo na multimídia aplicada ao ensino, pensa-se que a interface deve ser atraente (para que o aluno queira transpor os obstáculos), mas tem-se enganado muito com relação ao significado deste termo. Toda educação funcional tem atrativos, mas nem tudo que tem atrativo tem necessariamente valor educativo. A busca do atrativo é muito perigosa por isso ocorrem graves erros pedagógicos. O atrativo do jogo é especial, é superior. É preciso criar procedimentos que façam nascer o esforço, sem suprimir o atrativo. Château³⁰ cita o exemplo de alguns jogos de latim, que "são tão difíceis e tão apaixonantes", mas nunca aprenderemos latim como degustamos guloseimas.

Os aluno/jogador experimenta um prazer especial na atividade intelectual lúdica por si mesma. Segundo Getzels e Jackson:

²⁹ CHÂTEAU, Jean. *O Jogo e a Criança*. São Paulo: Summus, 1987, p.125.

³⁰ CHÂTEAU, *op. cit.*, p.128.

“... eles se envolvem na atividade lúdica, não para agradar ao professor, ou porque eles esperam uma avaliação melhor, mas, aparentemente devido ao prazer intrínseco que acompanha seu uso da fantasia. Esse prazer no funcionamento imaginativo, se nos apresenta como reminiscência da alegria da criança pequena ao explorar o mundo e testar os seus poderes intelectuais no faz-de-conta e atuando 'como se'”.³¹

Quando pensamos a interface lúdica aplicada ao ensino, devemos pensar um ambiente onde o aluno interaja com o meio. O aluno precisa colocar em jogo tudo que sabe e pensar sobre o conteúdo em torno do qual está trabalhando. O aluno deve ter problemas a resolver e decisões a tomar, em função daquilo que se propõe a produzir. Em resumo, para produzir uma situação de aprendizagem produtiva, a interface deve desencadear a ação/reflexão do aprendiz sobre o objeto do conhecimento, ação esta que leva o aluno a buscar informações e rever suas hipóteses. É nesta trajetória que devemos cultivar traços mnemônicos que vão se construindo através de relações, de associações, de nexos que, contando com uma estrutura hipermidiática, criam uma experiência enquanto possibilidades de escolha, bastante diferente das estruturas lineares.

³¹ GETZELS, J. & JACKSON, P. *Creativity and Intelligence*, NY. : Willey, 1962, p.144.

CAPÍTULO III

III. O PROCESSO DE CONCEPÇÃO DA INTERFACE GRÁFICA

"A multimídia providencia a mistura ou combinação de vários meios simples, que produzem outro mais complexo que termina por multiplicar o conjunto total de estímulos. O que temos não é a soma das partes, mas uma nova qualidade inovadora e diferente que transcende a soma das partes".¹

Como foi delimitado no capítulo anterior, esta pesquisa pretende analisar o processo de concepção da interface gráfica na multimídia aplicada ao ensino. Para que a interface seja aceita e efetivamente utilizada pelo usuário, ela precisa ser bem projetada. Isto não quer dizer que deva acomodar todo tipo de usuário, mas que seja projetada de acordo com as necessidades e capacidades das pessoas para as quais está sendo pensada. Muitos títulos multimídia de conteúdo vasto e aprofundado não são eficientes por oferecer uma interface mal planejada.

A concepção da interface educativa é mais complexa do que um simples apanhado de idéias docentes com o apoio da tecnologia educacional. É um

¹ PLAZA, Julio. *Videografia em videotexto*. São Paulo: Hucitec, 1986, p. 17.

campo interdisciplinar que propõe o desenvolvimento de ambientes interativos enquanto ferramenta educativa que auxilie o processo de ensino-aprendizagem. É neste contexto, que este capítulo pretende refletir sobre o processo de concepção da interface multimidiática, para que este recurso funcione como uma eficiente ferramenta para o ensino, permitindo que o usuário/aluno compreenda o conteúdo da disciplina a partir de suas próprias experiências.

Ao se pensar uma interface multimidiática é preciso considerar a complexidade do processo, pois uma boa proposta não será eficaz se a arquitetura do sistema não apoiá-la, ou se o código gerado ocupar muita memória ou rodar lentamente. As etapas do processo estão inter-relacionadas, no entanto, para facilitar o relato dos procedimentos, estão divididas em quatro itens. O item III.1 analisa o processo de elaboração do conceito, onde deve-se estabelecer os objetivos do aplicativo e observar as características do usuário, para que a interface seja projetada de acordo com as necessidades e capacidades daqueles que irão utilizá-la. O item III.2 mostra como a arquitetura de informação é fundamental para eficiência do aplicativo, através da organização da informação em unidades precisas e objetivas, considerando a linguagem da informação e os recursos utilizados, segundo as características do usuário, o foco do trabalho e a escolha da mídia. O item III.3 analisa algumas características do design da interface que podem sugerir sua funcionalidade, considerando a interação que ocorre entre o usuário/aluno e a interface/conteúdo. O item III.4 relata o processo de implementação de um aplicativo multimídia, apontando alguns softwares de autoria, suas vantagens e desvantagens, além de mostrar a importância dos testes para finalização do processo de implementação da interface.

1. ELABORAÇÃO DO CONCEITO

Para produzir uma interface é preciso saber quem vai utilizá-la e com qual finalidade, analisando o usuário e estabelecendo os objetivos do aplicativo. Num software educativo é importante analisar o usuário/aluno e desenvolver uma proposta pedagógica, para que seja desenvolvido de acordo com as necessidades e capacidades desses usuários, funcionando como uma ferramenta eficiente no processo educativo.

1.1 ANÁLISE DO USUÁRIO/ ALUNO E DO AMBIENTE EDUCATIVO

Considerando os novos paradigmas educacionais, discutidos no item 2, do capítulo anterior, a aprendizagem se define como um processo de construção de relações, onde o aprendiz, como ser ativo, na interação com o mundo, é o responsável pela direção e pelo significado do aprendizado. Este processo se estrutura no fazer e no refletir sobre o fazer. A partir desta perspectiva de aprendizagem percebe-se como é importante observar o aluno, pois é em função deste sujeito que vai desenrolar o processo.

A partir da análise da atuação do aluno no ambiente educativo (o ambiente no qual será utilizado o software) e das dificuldades encontradas pelo mesmo pode-se identificar os aspectos de funcionalidade da interface multimidiática. Muitos problemas de interface originam-se da capacidade básica do usuário e dos requisitos necessários para que eles realizem as tarefas que desejam. Uma interface bem projetada não funciona se o usuário não pode utilizá-la.

No ambiente escolar, onde a multimídia será aplicada, é preciso analisar as atividades dos alunos, as interações com o ambiente, e os instrumentos mediadores destas ações. O ambiente de aprendizagem deve ser observado,

pois influencia a utilização da ferramenta, assim como a utilização da ferramenta pode modificar o ambiente de aprendizagem. Através da observação identificam-se as tarefas que os usuários precisam realizar e quais as ferramentas mais adequadas para realizá-las. Para isso, é preciso ter todo ambiente de funcionamento em mente, pensando no efeito que a ferramenta causará neste determinado ambiente. Uma tarefa acontece num certo espaço, executada por determinadas pessoas, num período de tempo. As ferramentas úteis deverão apoiar este ambiente interativo.

É assim que podemos colocar a análise das características do usuário/aluno, e do contexto no qual será inserido o aplicativo multimídia, como etapa primordial no processo de produção de uma interface eficiente, foco desta pesquisa.

1.2. ELABORAÇÃO DA PROPOSTA

Para o desenvolvimento de um aplicativo educacional é preciso estabelecer uma finalidade educativa específica. A partir da observação do eixo educacional, informático e comunicacional, Galvis² aponta alguns tipos de softwares educativos a partir de funções específicas. O autor os separa em duas categorias: aqueles que tem caráter algorítmico e aqueles de caráter heurístico.

² GALVIS, Álvaro H. *Software educativo multimedia aspectos críticos em su ciclo de vida*. disponível em <<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio/15.htm>> Acesso em 10 set. 2000.

Os algorítmicos são caracterizados como uma versão computadorizada dos métodos tradicionais de instrução programada, como os:

- *Demo* – esclarece um conceito, permitindo ao usuário manipular o ritmo e a seqüência do percurso;
- *Exercitador* – permite reforçar e generalizar as habilidades que o aprendiz pode ter aprendido por outro meio, com a necessária quantidade e variedade de exercícios, com informação de retorno diferencial segundo o que o usuário demonstre, e com motivadores e reforçadores que ajudem o aprendiz a alcançar a meta;
- *Tutorial* – ajuda na apropriação do conhecimento através da apresentação contextualizada e dosada do conteúdo, como complementação do processo de exercitação.

Os heurísticos, mais condizentes com esta pesquisa, apóiam a descoberta e a construção dos conceitos e habilidades, a partir da atividade de busca do aprendiz, nos micro-universos de exploração ou solução de problemas. Os desafios relevantes são importantes para despertar a curiosidade e o desejo de aprender. Podem ser:

- *Jogo educativo* - não ensina explicitamente, nele aprende-se partindo da vivência lúdica e da reflexão sobre a mesma;
- *Simulador* – também servem para aprender da experiência, dentro do micromundo que envolve, de forma simplificada, aquelas qualidades que interessa descobrir num sistema natural ou artificial que o programador modelou.

A qualidade do aplicativo, porém, não se limita ao cumprimento dos padrões associados ao tipo ou combinação de tipos aos quais pertence. Acima disso estão os critérios de pertinência - isto é necessário? ; relevância - até onde esta solução é coerente com os outros elementos do ambiente de aprendizagem? ; e unicidade - em que medidas são aproveitadas as qualidades únicas do computador como meio?

2. ARQUITETURA DE INFORMAÇÃO

A arquitetura de informação organiza os volumes de informação, de acordo com a proposta estabelecida na etapa descrita no item anterior, para que os usuários possam interagir com a interface de forma fácil e eficiente. Através da organização da informação em unidades precisas, pretende-se orientar a navegação do usuário para que este saiba onde se encontra, o que ele pode ver, para onde pode ir, podendo assim utilizar a ferramenta de forma satisfatória.

Num aplicativo pedagógico é preciso organizar a informação de forma que usuários/aprendizes possam encontrar respostas para suas questões. Deve-se proporcionar a busca orientada, onde o sistema de informação faça sentido para o usuário.

2.1. ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Para organizar a informação é preciso classificá-la, definir quais documentos serão colocados em quais categorias. Para isso é preciso considerar as características da interface. Na multimídia informações dinâmicas e estáticas combinam-se. Informação textual divide espaço com vídeo, áudio e aplicações interativas. A informação é acessada em vários níveis, num contexto formado por várias mídias. Os pesquisadores em arquitetura de informação vêm elaborando alguns procedimentos que podem colaborar para uma interface eficiente.

Rosenfeld & Morville³, falam da importância dos “esquemas de organização”. Citam alguns esquemas de organização através dos quais navegamos todos os dias, como listas de telefone, supermercados e guias de programação de televisão, que facilitam o acesso à informação. Os autores classificam os esquemas em: esquemas exatos, esquemas ambíguos e esquemas híbridos.

Os esquemas exatos dividem a informação em seções bastante definidas. Esses esquemas são de fácil produção e manutenção, pois exige pouquíssimo trabalho intelectual na definição dos itens, e também são fáceis de utilizar. Como exemplos temos o esquema alfabético (dicionários, enciclopédias), o cronológico (livros de História, arquivos de revistas, guias de programação de TV) e o geográfico (noticiários, previsão do tempo).

Os esquemas ambíguos baseiam-se na ambigüidade da linguagem ou da organização, no entanto as informações são divididas em categorias definidas. São mais difíceis de produzir e podem ser difíceis de utilizar, mas podem ser mais eficientes que os esquemas exatos quando o usuário não sabe exatamente o que está procurando. Os esquemas ambíguos são divididos em: tópicos (páginas amarelas, jornais, capítulos de livros), pergunta orientada (quando as necessidades do usuário são antecipadas através de perguntas no menu, como itens de ação), audiências específicas (quando você tem duas ou mais audiências, pode-se utilizar esse esquema para que o usuário procure informações na categoria da qual faz parte, como por exemplo, funções dentro

³ ROSENFELD, Louis & MORVILLE, Peter. *Information Architecture for the World Wide Web*. USA: Ed. O'Reilly & Associates, 1999, pp.27-36.

de uma empresa), metáforas (interface Windows, onde organiza-se a informação a partir da metáfora do escritório, em pastas, arquivos e lixos).

Os esquemas híbridos combinam esquemas exatos e esquemas ambíguos. Podem ser bastante úteis, mas podem confundir o usuário fazendo com que este não consiga identificar o modelo mental de organização. Nesses esquemas, a navegação precisa ser bem orientada, para que o usuário consiga se localizar dentro da estrutura hipertextual.

O arquiteto de informação, ao organizar o conteúdo, precisa livrar-se do seu próprio modelo de classificação. É preciso considerar as características do usuário e a proposta do aplicativo, como foi colocado no item anterior, para que o modelo faça sentido e seja atrativo para o usuário/aluno. Num aplicativo pedagógico esta etapa deve contar com a participação de um especialista na disciplina em questão, que deverá relacionar os pontos mais relevantes a serem abordados, e juntamente com o arquiteto de informação, organizar esses dados num esquema de classificação que seja coerente com a proposta do programa.

Outro passo para organizar a informação, segundo Rosenfeld & Morville⁴ é estruturá-la num sistema hipertextual. O hipertexto é uma estrutura de informação não-linear, é um sistema que envolve dois tipos primários de componentes: os itens ou blocos de informação que podem estar conectados (*linkados*), e os *links* entre os blocos. Estes componentes formam o sistema hipertextual que conecta blocos de texto, imagem, vídeo e áudio. Os blocos podem ser ligados de forma hierárquica, não-hierárquica ou de ambas as formas, como mostra a figura a seguir:

⁴ ROSENFELD, Louis & MORVILLE, Peter, *op. cit.* , pp.40-41.

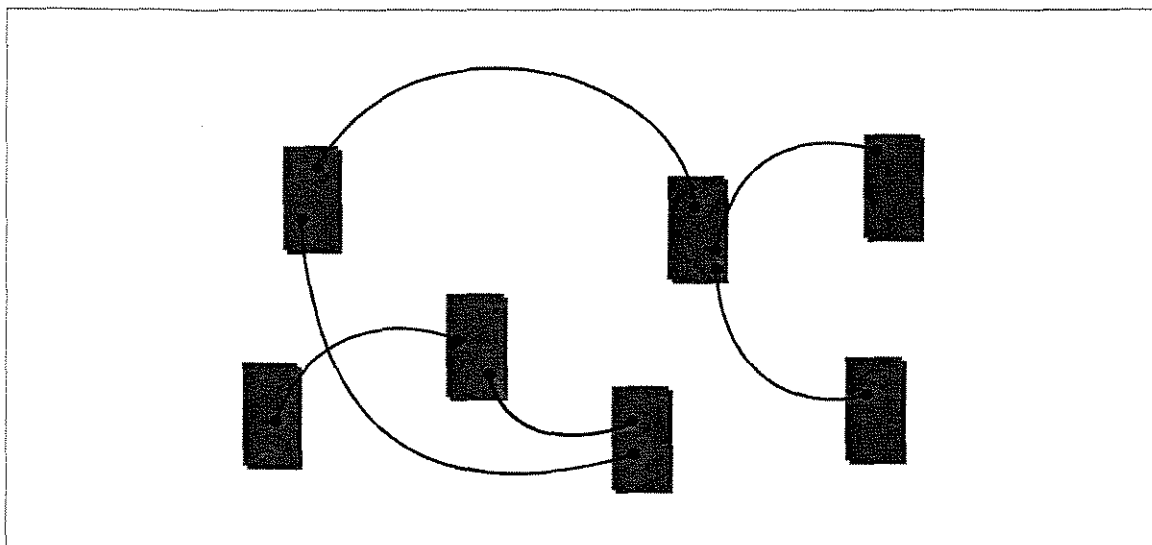


Figura 1⁵ – Sistema hipertextual - os blocos são conectados por *links* através de associações.

O processo de organização da informação está inter-relacionado ao sistema de navegação, que será analisado no item a seguir. A estruturação hierárquica, não-hierárquica ou composta, vai depender do sistema de navegação mais adequado aos objetivos do aplicativo. De acordo com a proposta deste trabalho, delimitada no capítulo anterior, é importante que a estrutura de informação potencialize o comportamento lúdico, incentivando o usuário a buscar, analisar, organizar as informações, percorrendo o conteúdo de acordo com suas próprias associações, numa estrutura flexível e bem orientada.

⁵ ROSENFELD, Louis & MORVILLE, Peter, *op. cit.*, p.40.

2.2 ESTRUTURA DE NAVEGAÇÃO

Os mecanismos de navegação podem sugerir ou impor certos comportamentos e lógicas de andamento. Segundo Duguet & Peyron⁶, o espectador face à tela multimídia é reenviado a um estado de sub-motricidade relativa, ele clica, toca, aperta, fala para selecionar comandos, organizando sua evolução na cena. A estrutura de informação deve criar um contexto que faça sentido para o usuário, onde ele consiga encontrar respostas para suas questões.

Vaughan⁷ classifica o sistema de navegação em cinco estruturas fundamentais:

- Linear – os usuários movimentam-se seqüencialmente, de um quadro ou campo de informação para o outro;
- Hierárquica – os usuários movimentam-se ao longo das ramificações de uma estrutura de árvore que é formada pela lógica natural do conteúdo;
- Não-hierárquica – os usuários podem mover-se livremente através do conteúdo do projeto;
- Composta – os usuários podem mover-se livremente, mas ocasionalmente são obrigados a acessar informações organizadas mais logicamente em uma hierarquia.

Essas estruturas, graficamente representadas nas figuras abaixo, geralmente são utilizadas em combinação.

⁶DUGUET, Anne Marie & PEYRON, Jean-Marc. "L'Odyssée du Virtuel". In *Dossiers de L'audiovisuel*, Paris: I.N., n. ° 4, novembre/décembre, 1991.

⁷ VAUGHAN, Tay. *Multimídia na prática*. São Paulo: Makron Books, 1994, pp.106-108.

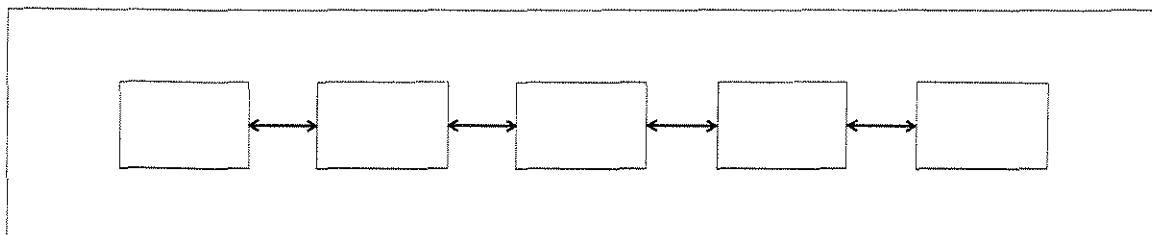


Figura 2 – estrutura linear.

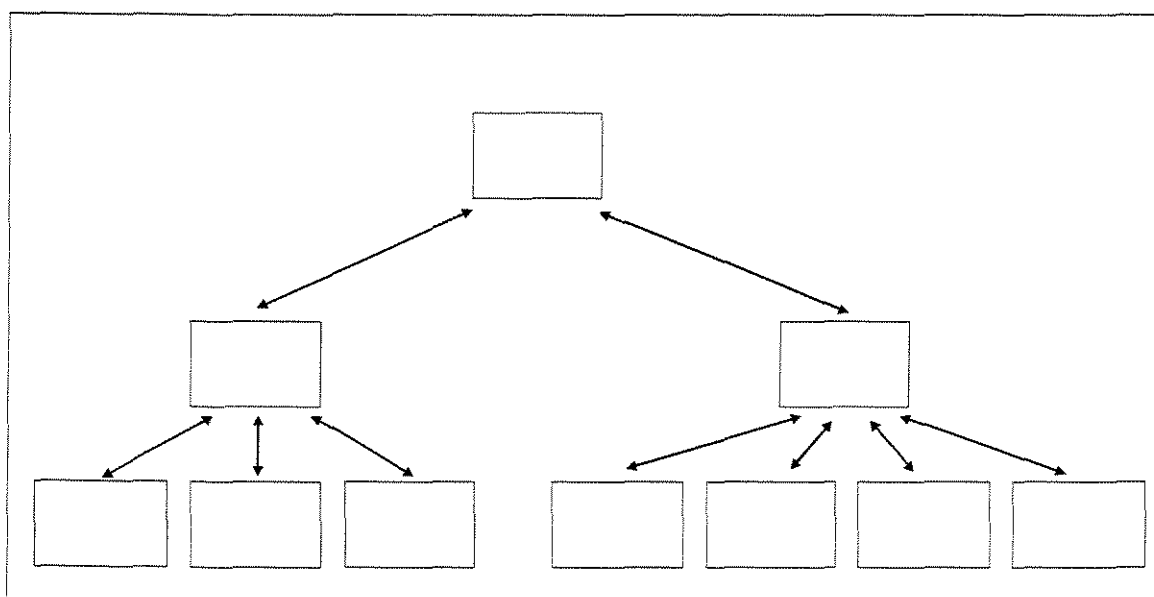


Figura 3 – estrutura hierárquica.

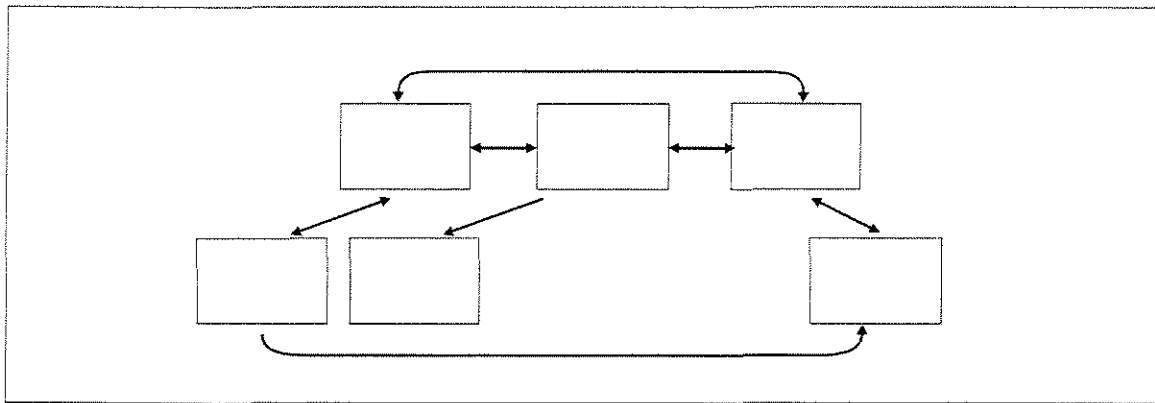


Figura 4 – estrutura não-hierárquica.

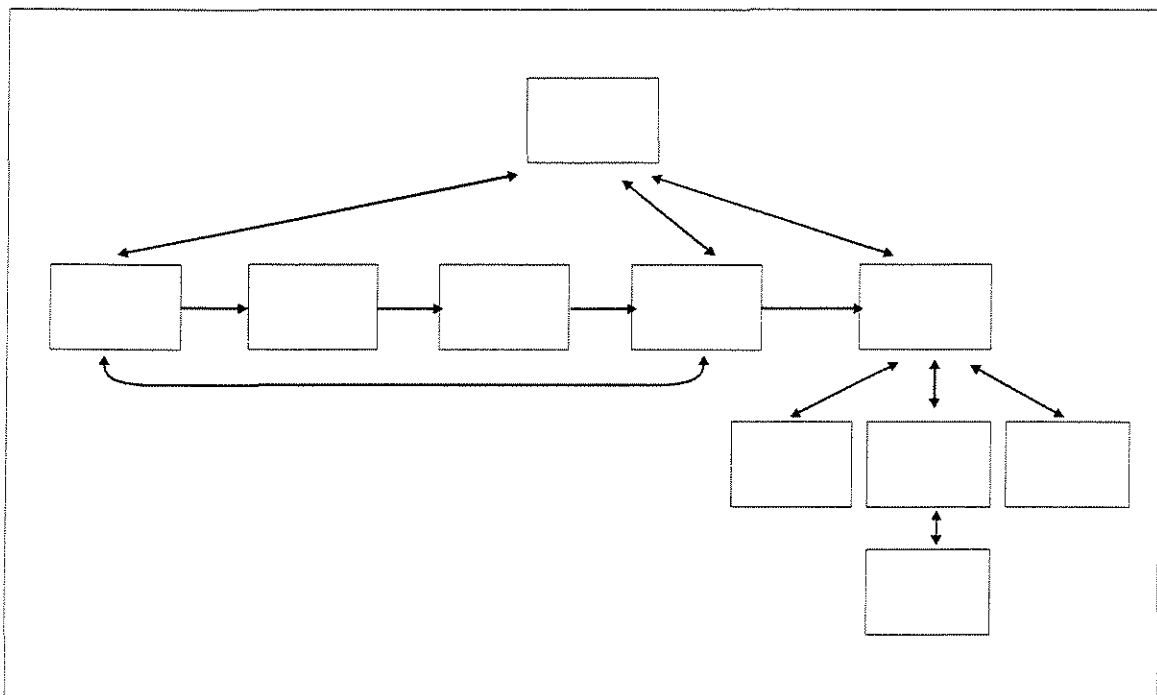


Figura 5 – estrutura composta

A estrutura linear é bastante limitada, mas pode ser útil enquanto complemento de outra estrutura. As estruturas hierárquicas também tornam a perspectiva de

navegação bastante limitada, permitindo a movimentação dentro de uma seção (navegação lateral) ou entre os níveis de hierarquia (navegação vertical). A característica hipertextual da multimídia permite maior liberdade de navegação, suportando a estrutura lateral e a vertical, permitindo ao usuário passar de um item ou seção para outra, sem ter que voltar cada evento hierarquicamente.

A estrutura não-hierárquica tem mais flexibilidade, enquanto que na hierárquica existe menor possibilidade do usuário se perder. As conexões dependem das associações do usuário, por isso é preciso uma estrutura flexível, no entanto, um número muito grande de opções poderia confundir o usuário, fazendo com que ele abandone a situação de aprendizagem.

O modelo multimidiático não pode ser lido ou compreendido como se faz perante um texto escrito, pois faz parte de sua própria essência o navegar de forma interativa, convivendo com a possibilidade de mudança de trajetória a cada novo contexto. Cada entrada deve oferecer um provável horizonte, um “jogo labiríntico” com o caminho. Daí a importância de uma estrutura flexível.

Num software educativo a estrutura de navegação eficiente, deve estimular o aluno a buscar, pesquisar, “jogar”, cada um com seus próprios interesses, no seu ritmo individual. Por outro lado, deve-se ter um alto grau de orientação para que o aluno não escape da situação de aprendizagem. A existência de controles evita a navegação aleatória sem objetivos e resultados pedagógicos.

O sistema de navegação é composto por vários elementos gráficos (menus, ícones indicativos, mapas, etc), que podem ser denominados pontos de interação, e serão analisados no item a seguir. Esses elementos e a estrutura de navegação que eles compõem, se bem desenvolvidos, podem potencializar o processo de produção de uma interface pedagógica.

2.3. PONTOS DE INTERAÇÃO

Os elos entre os blocos de informação, chamados *links*, estão inseridos no sistema de organização e navegação. Esses pontos de interação orientam a navegação do usuário num sistema. Podem ser textuais ou icônicos, representando os blocos de informação do aplicativo. Num primeiro nível o usuário pode encontrar alguns tópicos principais como pontos de interação, que devem fornecer uma dica do que o usuário encontrará. Por exemplo, numa revista eletrônica, num primeiro nível o usuário pode encontrar um tópico “eventos”, e num segundo nível, encontrar esses eventos organizados de forma cronológica. Um aplicativo pode conter diferentes grupos de pontos de interação, cada grupo representando uma estrutura de organização ou navegação diferentes.

O elemento interativo deve comunicar a informação de forma eficiente, fazendo com que o usuário codifique a informação rapidamente. No exemplo da revista eletrônica, o usuário deve imaginar rapidamente, o que encontrará no item eventos, estabelecido pelo designer da interface. Ao estabelecer a linguagem dos pontos de interação deve-se considerar a linguagem e os objetivos do usuário.

Segundo Rosenfeld & Morville⁸, os pontos de interação aparecem na estrutura hipertextual de várias formas, como itens do menu principal, como itens dentro de uma categoria do menu, como *links* associativos inseridos no texto, de forma textual ou icônica.

⁸ ROSENFELD, Louis & MORVILLE, *op. cit.* , pp.76-85.

Como foi colocado no item 2.2 deste capítulo, a estrutura de navegação deve fornecer ao usuário informações sobre a sua posição dentro do hipertexto, por isso, os elementos interativos que aparecem como menus, devem permitir que o usuário navegue com facilidade num ambiente que lhe seja familiar. Tanto os itens do menu principal como os itens dentro de uma categoria do menu, fornecem ao usuário uma visão da organização do aplicativo. Num aplicativo pedagógico, é importante que esses pontos orientem a busca, a pesquisa do aprendiz.

Deve-se ter alguns cuidados com a escolha do termo ou desenho utilizado como ponto de interação. Os termos “próxima página” ou “página anterior”, “voltar” ou a utilização de setas, podem confundir o usuário, pois num hipertexto um bloco de informação pode conter várias opções de acesso ou saída.

Podemos encontrar pontos de interação dentro do texto ou corpo de um bloco de informação. Esse tipo de *hyperlink* permite que o usuário atravesse o texto em busca de uma informação específica, quando quiser, por exemplo, conferir uma referência ou achar uma explicação determinada. Através do ponto de interação, pode-se estabelecer associações semânticas, comentários mais aprofundados, definições, exemplos, etc.

Segundo Leão⁹, o link dentro do texto pode ser disjuntivo ou conjuntivo. Os links disjuntivos têm sido empregados mais freqüentemente e correspondem a situações nas quais ao “clicar” sobre um termo destacado, o usuário é levado para outro ponto do sistema. Os links conjuntivos são bem interessantes de

⁹ LEÃO, Lucia. *O Labirinto da Hipermídia: Arquitetura e Navegação no ciberespaço*. São Paulo: Iluminuras, 1999, p. 31.

serem usados, pois levam a uma experiência de simultaneidade. Por exemplo, ao clicar na *hotword* surge uma definição em uma pequena janela que se sobrepõe à tela que estava sendo lida. Assim, o leitor tem a possibilidade de continuar na página e ao mesmo tempo acessar uma informação adicional.

O ponto de interação como um símbolo (*labelling*), seja ele textual ou icônico, deve indicar o que será encontrado no bloco de informação associado a ele. Numa interface pedagógica, é importante que a linguagem utilizada seja familiar ao usuário, para ele possa estabelecer as relações através do seu imaginário. A interface se encontra entre os pontos de interação e as escolhas do leitor. Num aplicativo pedagógico, esses elos devem permitir que o usuário se comporte como um jogador ativo, pesquisando, buscando informações de acordo com suas próprias associações. Nesta etapa é importante a participação de um especialista no assunto em questão, para que se estabeleçam termos específicos da disciplina e do ambiente onde será utilizada a ferramenta.

2.4 ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA E PROTÓTIPO

O arquiteto de informação fornece o mapeamento da estrutura planejada nas etapas anteriores para que a interface possa ser produzida. Através do fluxograma, os blocos de informações são organizados em vários níveis. O conteúdo é ordenado em grupos lógicos, de acordo com a estrutura de organização escolhida. O fluxograma é um mapa de movimentação que esboça as conexões ou ligações entre os vários blocos de conteúdo através de um gráfico do fluxo lógico da interface interativa. Na figura a seguir encontramos um exemplo de fluxograma:

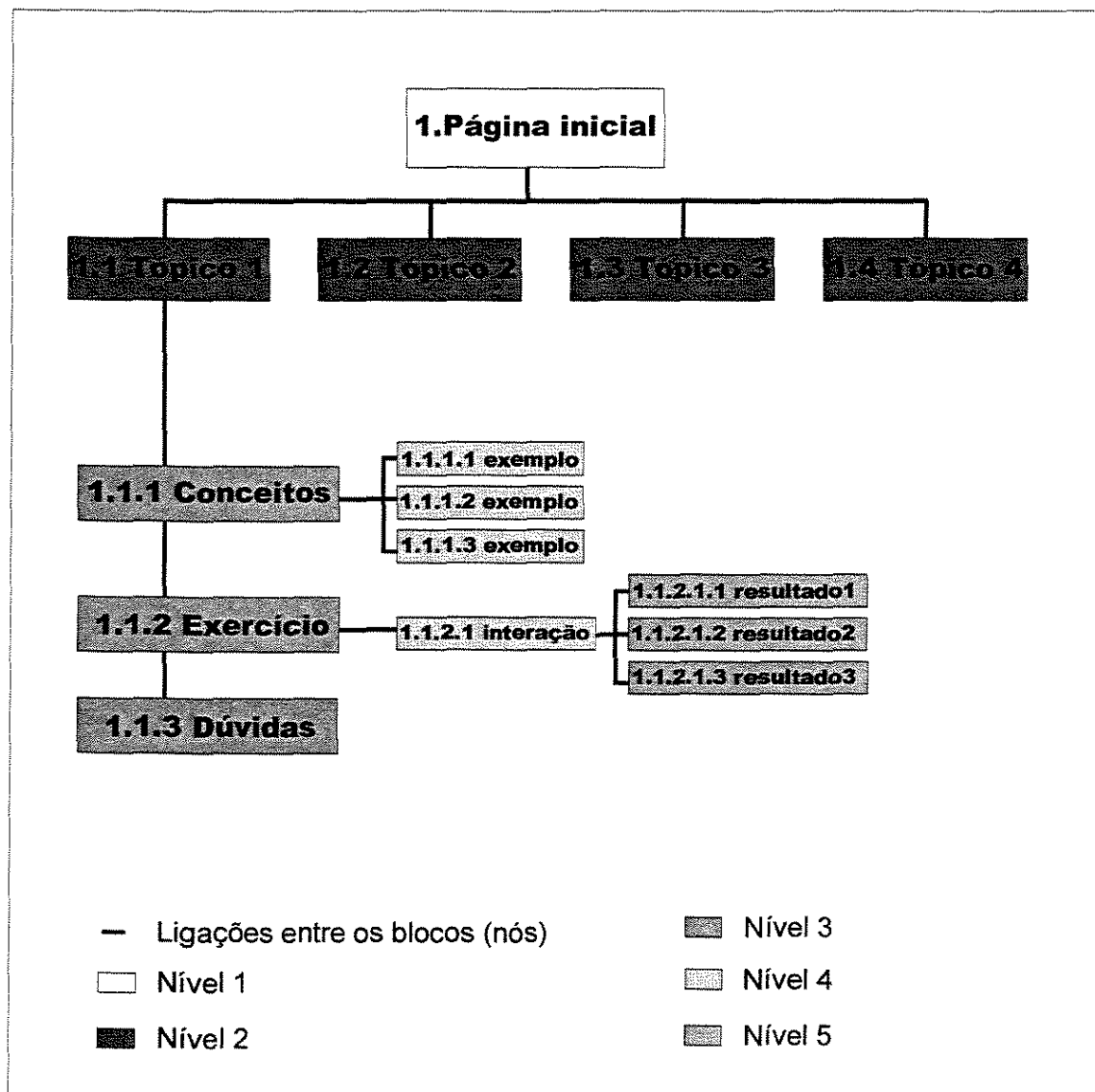


Figura 6 – Exemplo de Fluxograma

Após o mapeamento da estrutura do aplicativo, desenvolve-se um protótipo ou modelo, através do programa de autoria escolhido. Nesta fase não ocorre uma preocupação estética ou de identidade visual, através do protótipo procura-se identificar os problemas e oportunidades na estrutura do aplicativo e relatá-los para o arquiteto de informação, que poderá observar o sistema de navegação em funcionamento e fazer as adaptações necessárias.

Num aplicativo pedagógico, é importante que um especialista na disciplina em questão analise o protótipo juntamente com o designer da interface e o arquiteto de informação, e testem o protótipo com alguns usuários potenciais, para que os problemas e oportunidades possam ser identificados de forma eficiente.

3. DESIGN DA INTERFACE

O conteúdo de um CD-ROM apela a diversos sentidos ao mesmo tempo, oferecendo um maior poder de assimilação e retenção, já que os apelos sensoriais são multiplicados. Na multimídia é preciso navegar por diferentes telas em busca do conhecimento pretendido. As cores, sons, animações, textos e a possibilidade de interação prendem o usuário/aluno ao aprendizado como se fosse um divertido jogo. A questão é como melhor apresentar os dados na interface para transformá-la em informação útil.

O design da interface tem uma importante meta em comum com a arquitetura de informação: criar ambientes atrativos e funcionais. Segundo S. Joy Mountford¹⁰, do grupo de interfaces da *Apple Computer*, é preciso ter em mente o princípio da “forma segue a função”, onde a forma dos objetos acompanha os requisitos funcionais. O design é responsável pela apresentação visual do sistema computacional, e nessa perspectiva, é essencial que a interface de um aplicativo pedagógico, funcione como elemento de motivação para o utilizador/aluno.

Este item pretende analisar algumas características da multimídia consideradas como elementos motivadores no processo de ensino/aprendizagem e como esses elementos podem ser trabalhados na interface pedagógica.

¹⁰ MOUNTFORD, Joy S. "Tools and Techniques for Creative Design". In LAUREL, Brenda. *The Art of Human-Computer Interface*. U.S.A.: Addison-Wessley Publishing Company, 1994.

3.1 MULTIPLICIDADE

A multiplicidade é definida por Calvino¹¹ como um conjunto de redes de conexões entre os fatos, entre as pessoas, entre as coisas do mundo. A produção multimídia é uma procura por essa multiplicidade, esse “jogo” que exprime o modo de conhecimento do homem contemporâneo. A partir de uma espécie de colagem, imagens, sons e textos compõem a interface como elementos conjuntos e cooperativos de produção de sentido e significância reticular. Esta técnica de escritura múltipla exige uma leitura do tipo sinestésico, atenta ao mesmo tempo ao que é dito, ao que é mostrado nos vários quadros simultâneos e ao que é comentado por meio de inúmeros textos que correm paralelamente às imagens.

A multimídia pressupõe e enfatiza a integração e a multiplicidade de códigos diferenciados, num discurso polissêmico. A sintaxe utiliza elementos estéticos (cor, forma, posição, dimensão, entre outros), estabelecidos em outros suportes (como por exemplo, as artes plásticas, mídias impressas, cinema, vídeo), mas que associados à não-linearidade, aparecem de forma singular. A característica da narrativa não-linear e interativa permite várias possibilidades de configurações, sem que se tenha começo-meio-fim, reorganizando espaços onde não é estruturado apenas um significado e que pode reunir várias “linguagens” para construir um objeto, onde uma imagem pode remeter a um texto, que pode remeter a um som, e assim por diante. Assim, a representação gráfica da interface favorece a apreensão simultânea de múltiplos elementos e suas inter-relações.

¹¹ CALVINO, Ítalo. *Seis Propostas para o próximo milênio*. São Paulo: Companhia da Letras, 1991.

Segundo Prado, na hipermídia os elementos que compõem a interface são trabalhados e percebidos de novas formas:

“A composição parece nunca estar restrita a um só quadro, mas invade as áreas adjacentes, contaminando novos espaços que devem por sua vez ir se incorporando à relação estrutural do todo. Desta maneira o próprio suporte torna-se dinâmico fazendo com que o arranjo das tensões entre os elementos visuais tenha de ser pensado em relação não mais a uma única disposição, mas sim a uma configuração constantemente cambiante. Um dado cinético passa a ser incorporado às demais características das formas, que faz com que estas sejam percebidas de uma maneira renovada no momento que desfilam diante de nossos olhos, seja na direção vertical ou na horizontal”.¹²

Uma interface bem projetada tem o poder de seduzir o usuário, atraindo-o cada vez mais para o sistema. A multiplicidade permite que o usuário interaja com um ambiente gráfico, através de ícones que já vem sendo incorporados pelos usuários acostumados com as novas tecnologias, ao invés de uma interface codificada e desprovida de significado para o usuário que não conhece uma linguagem técnica.

A possibilidade de produção de documentos em diferentes formatos e linguagens, que podem ser acessados de forma não-linear num ambiente interativo, faz da multimídia uma ferramenta bastante adequada para o ambiente escolar, proporcionando ao usuário a escolha de uma ou mais representações parciais do conhecimento, permitindo-lhe assim inferir o modelo global de conhecimento.

¹² PRADO, Gilberto & DONATI, L. P. & CARVALHO, H. *Sites na web: considerações sobre o design gráfico e a estrutura de navegação*. Disponível em <<http://wawrwt.iar.unicamp.br/producao.htm>> Acesso em 07 out. 99.

3.2 INTERATIVIDADE

Interação é uma ação recíproca, ação que se exerce mutuamente entre duas ou mais coisas, ou duas ou mais pessoas. Interativo, entende-se por uma aplicação na qual cada entrada vai provocar uma resposta, por exemplo, uma operação recíproca entre o usuário e o computador. Segundo Manzine¹³, o objeto interativo tem uma gama variada de qualidades: níveis de interação, formas de comunicação e grau de inteligência no desempenho. Na multimídia, o objeto interativo instaura uma comunicação onde os dois pólos podem agir e reagir um em relação ao outro. Com o advento da multimídia, nos encontramos diante de uma nova abordagem interativa. Até pouco tempo, quando nos encontrávamos diante de algo, um objeto, uma instalação, olhávamos e tentávamos compreender. Hoje, a geração influenciada pelo videogame, pergunta-se: o que se pode fazer com isso? É para fazer o quê? Ela não reivindica ter que fazer uma escolha, mas exige uma certa qualidade de interatividade.

Num aplicativo pedagógico, a interface deve ser trabalhada no sentido de permitir que o aluno aja sobre os conceitos, e receba *feedbacks* que facilitem o trânsito entre sua ação e a sua compreensão sobre essa ação. O simples teclar não gera conhecimento, o que exige a colocação de problemas que requisite uma reação ativa com a informação disponibilizada. Podemos compreender a interatividade digital como uma espécie de "diálogo" entre homens e máquinas (baseadas no princípio da micro-eletrônica), através de uma "zona de contato" chamada de "interface gráfica", em tempo real. A multimídia, possibilita ao

¹³ MANZINE, Ezio. *Artefacts: Vers une Ecologie de L'environnement Artificiel*. Paris: CGP, 1991.

usuário interagir, não mais com o objeto (a máquina), mas com a informação, isto é, com o conteúdo.

A hipertextualidade da multimídia permite a sobrevalorização do leitor, enquanto ser ativo e responsável tanto pela trajetória da leitura quanto pelas associações que daí podem se desdobrar. Num aplicativo pedagógico, o aluno pode pesquisar, buscar as informações de acordo com as suas próprias expectativas.

Muitos títulos em CD-ROM apresentam telas que permanecem estáticas até que o usuário clique em um botão intitulado “avança”. Isso não caracteriza a não-linearidade hipertextual, mas sim um fluxo linear interrompido. Nesse caso, o usuário apenas dispara o acionamento do sistema que mostra a página subsequente e fica novamente a espera de um novo impulso. A interatividade digital possibilita a multiplicidade de escolha. Alguns programas permitem ao usuário cruzar grandes quantidades de informação, onde a escolha dos cruzamentos depende do usuário, que interage de acordo com suas associações. No CD-ROM, essa possibilidade de cruzar informações, abre uma nova perspectiva de leitura, no entanto as escolhas ficam limitadas a uma programação pré-estabelecida.

Através de *feedbacks*, o aplicativo pode proporcionar a interação em quantidade e qualidade das perguntas e respostas no interior de uma situação de ensino, funcionando como um facilitador da aprendizagem. Além disso, pode-se trabalhar o lúdico, através da interatividade, onde cada trajetória, cada opção, faça parte de uma conquista do aprendiz.

3.3 SIMULAÇÃO

Cada época teve seus simulacros. Segundo Weissberg¹⁴ a nossa tem como característica particular, ter feito nascer entidades híbridas, situadas entre o que é real (segundo o modo do objeto) e o que não é (segundo o modo da representação). A simulação se encontra entre o que é real - como o objeto se comporta num determinado fenômeno - e o que não é - a representação do fenômeno por objetos sintéticos. Quando visualizamos o comportamento desses objetos, uma peça mecânica submetida a uma tração mecânica, por exemplo, o que aparece na tela não é uma imagem figurativa (não poderíamos ver as linhas de fratura no interior do metal numa peça real); assim, o objeto sintético se comporta como o modelo ideal do objeto real.

Um fenômeno ou objeto pode ser representado antes mesmo da existência de tal fenômeno ou objeto. O computador pode ampliar significativamente nosso poder de representação. As disciplinas que oferecem maiores dificuldades, como por exemplo, a matemática, física e química, por tratarem de assuntos que exigem grande abstração, podem ser auxiliadas pela simulação. A capacidade de assimilação e fixação dos alunos é multiplicada quando a simulação propicia a visualização de demonstrações práticas num ambiente interativo.

Além de representar os fenômenos, a simulação, na interface gráfica, funciona como um modelo informacional, que faz com que objetos sintéticos funcionem “como se” fossem objetos reais; numa transição entre o índice, ainda ligado ao

¹⁴ WEISSBERG, Jean-Louis. "Real e Virtual". In *Imagem Máquina*, Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993, p. 117-126.

objeto, e o símbolo, suporte das combinações intelectuais. Os objetos sintéticos devem ser pensados, no sentido de guardar semelhanças, com os objetos da vida cotidiana, agindo como metáforas ou mediadores cognitivos.

Essa modalidade de simulação indica a emergência de ambientes sintéticos como forma de apresentação da interface. Virtualizando objetos, a simulação constitui um novo espaço de percepção, em que ver, falar, mover e sentir recompõem suas operações. Assim, através da simulação, a interface pode ser facilmente utilizada pelo aluno, sendo uma característica fundamental na potencialização do comportamento lúdico e, conseqüentemente, do processo de aprendizagem.

4. IMPLEMENTAÇÃO

A equipe de desenvolvimento do aplicativo é responsável por executar a interface, planejada pelo arquiteto de informação e pelo designer da interface, desde a elaboração do protótipo até a versão final do programa. A mesma equipe é responsável por testar o programa, para garantir que execute as funções para as quais foi projetado, executando as modificações necessárias durante o processo. Para melhor compreendermos a fase de implementação da interface, este item analisa alguns softwares de autoria multimídia, além de mostrar a importância dos testes para a finalização do processo de implementação da interface.

4.1 PROGRAMAÇÃO

Para o desenvolvimento de um aplicativo pedagógico deve-se identificar a ferramenta que fornece recursos amplos de interface gráfica para que se possa oferecer fatores diferenciais em relação aos tradicionais métodos utilizados no processo de ensino/aprendizagem.

As ferramentas de autoria multimídia fornecem uma estrutura para organização e edição dos elementos do projeto, incluindo gráficos, sons, animações e vídeos. Através dessas ferramentas desenvolve-se a interface interativa, os softwares fornecem um ambiente integrado para a combinação do conteúdo e das funções do projeto. Os sistemas normalmente incluem a possibilidade de criar, editar e importar tipos específicos de dados, agrupar dados, e fornecer um método ou linguagem estruturada para responder a entradas do usuário. Os programas mais utilizados são o *Toolbook*, o *Authorware*, e o *Macromedia Director*, descritos a seguir:

- TOOLBOOK (Windows) – Asymetrix Corporation

É um software de autoria baseado em telas (denominadas *frames*), com programação orientada para objetos. O documento inteiro do *Toolbook* é denominado “livro”, que é dividido em páginas. O modo de operação do programa é do tipo *What You See Is What You Get* (o que você vê é o que você tem). Esta é uma vantagem do *software* de autoria baseado em *frames*, que é a possibilidade de visualização dos resultados do projeto, durante sua implementação, sem a necessidade de execução para verificação dos resultados. Cada elemento das páginas, inclusive as próprias páginas, tem a possibilidade de definir um programa, denominado script, para a implementação de *links*, vínculos com outras páginas, execução de vídeos, etc. O software oferece todos os recursos multimídia – texto, gráfico, som, vídeo, animação – para apresentações em ambiente Windows.

- AUTHORWARE (Windows e Macintosh) – Macromedia

Com o *Authorware*, criadores de multimídia não-técnicos podem criar aplicativos sofisticados sem programações. Colocando ícones em uma linha de fluxo é possível seqüenciar eventos e atividades, incluindo decisões e interações do usuário. O programa permite mudar seqüências, adicionar opções e reestruturar interações simplesmente arrastando e posicionando ícones. O *Authorware* oferece mais de 200 variáveis de sistema e funções para captura, manipulação e apresentação de dados, e para controle da operação do projeto. Pode-se colar variáveis e funções em janelas de cálculo, áreas de opção ou janelas de apresentação. O software possui um conjunto completo de ferramentas para incorporação e edição de elementos multimídia (fotos, gráficos, sons, animações) criados em outros softwares. Nos textos é possível combinar fontes, estilos, tamanhos, modos e cores e desenhar objetos gráficos.

Importa arquivos em vários formatos, e os gráficos podem ser apresentados com vários efeitos de transição. As rotinas de animação e as imagens do *Quick Time* (aplicativo para vídeo) podem ser refinadas e múltiplas camadas são suportadas para controlar qual objeto animado sobreporá o outro. Vídeo pode ser apresentado na forma móvel ou em movimento em janelas móveis e dimensionáveis com reprodução de velocidade variável.

- **MACROMEDIA DIRECTOR (Macintosh e Windows) – Macromedia**

O *Director* é uma ferramenta complexa, com um amplo conjunto de recursos utilizados para criar apresentações, animações e aplicações de multimídia interativa. O *Director* é um programa de autoria baseado em linha do tempo, a reunião e seqüência dos elementos de um projeto são realizadas através do *Cast* e *Score*. O *Cast* é um banco de dados contendo fotos, arquivos de som, textos, paletas, programas, imagens, etc. Pode-se importar vários tipos de dados e formatos de elementos multimídia diretamente para o *Cast*, e pode-se também criar elementos a partir de ferramentas e editores próprios do *Director*. Para vincular os elementos utiliza-se o *Score*, um seqüenciador para apresentação e animação, constituído por quadros que contêm os elementos do *Cast*, tempo, paleta e informações de som. O *Score* possibilita efeitos visuais e transições complexas e elaboradas. O *Director* utiliza uma linguagem de programação chamada *Lingo*, que oferece uma variedade de recursos para ativar a interatividade e controle programado.

Os programas de autoria organizam os elementos numa estrutura hipertextual, cada um com algumas especificidades. Para produzir os elementos (fotos, vídeos, animações, gráficos) que serão utilizados por esses programas, existem ferramentas como o *Adobe Photoshop* e *Corel Photopaint* (edição de imagens), *Corel Draw* (elementos gráficos), *3D Studio*, *3DS Max*, *Animator*, e o próprio

Director (modelos em 2D e 3D e animações), e também o *Adobe Premiere* (edição de vídeo). A escolha, tanto do software de autoria como dos aplicativos para produção dos elementos gráficos, dependerá da proposta do software. Através do planejamento do aplicativo, no caso pedagógico, o método de ensino, a estrutura e os elementos considerados como potencializadores do processo de ensino/aprendizagem determinam a escolha dos softwares.

4.2 TESTES

Como foi discutido nos itens 2 e 3 deste capítulo, o processo de concepção da interface multimidiática está fundamentado nas necessidades e capacidades daqueles que utilizarão o aplicativo. Para garantir a funcionalidade do software é importante que o usuário esteja envolvido no processo, através dos testes.

Os testes devem ser efetuados desde o início do processo, através do protótipo até a aplicação do programa, para determinar se o aplicativo satisfaz as necessidades do usuário. Numa interface pedagógica, é importante que os testes sejam realizados com especialistas no conteúdo em questão, e também com usuários potenciais, prováveis utilizadores do programa, que não estejam envolvidos no processo de concepção do aplicativo.

A equipe de desenvolvimento do software é responsável por testar os módulos individuais do programa, garantindo que estes executem a função para qual foram projetados. Após os testes iniciais, faz-se as modificações necessárias e inicia-se a construção da estrutura completa do programa.

É importante que os testes sejam realizados em plataformas que tenham o mesmo potencial daquelas utilizadas pelo usuário, pois a performance do projeto multimídia depende do hardware e das configurações do sistema.

Segundo o grupo Pressman¹⁵ de pesquisas em engenharia de software, existem dois tipos de testes, que o autor denomina testes de caixa preta e testes de caixa branca. Os testes de caixa preta servem para analisar as funções operacionais; se os dados de entrada são corretamente aceitos e se os de saída são corretamente produzidos. Servem para validar os requisitos funcionais, sem se preocupar com o funcionamento interno do programa. Os testes de caixa branca são realizados a partir de um minucioso exame dos detalhes procedimentais. São testados os caminhos lógicos, fornecendo ao participante, conjuntos específicos de condições. Nesta etapa, analisa-se a parte de conteúdo e a lógica do código.

Segundo Gomoll¹⁶, pesquisadora de interfaces do grupo Apple Computer, é preciso testar todos os recursos e funções de um aplicativo. O responsável pelos testes deve dar uma explicação inicial ao participante, e observar as dificuldades encontradas. Num teste de usabilidade é importante fornecer um conjunto de tarefas específicas que o usuário deve seguir, e estes devem expressar suas opiniões à medida que resolvem um problema, dessa forma pode-se entender as etapas que eles seguiram e o que os está confundindo ou impedindo o seu progresso. Deve-se descobrir quais as partes do sistema podem ser difíceis de utilizar ou encontrar, e quais as partes ineficientes, analisando as fragilidades do sistema e não do participante.

¹⁵ PRESSMAN, R.S. & Associates. *Software Engineering Resources*. Disponível em <<http://www.rspa.com/spi/>> Acesso em 3 out. 2000.

¹⁶ GOMOLL, Kathleen. "Some Techniques for Observing Users". In LAUREL, Brenda, *op. cit.*, p. 85-90.

Num aplicativo pedagógico, sempre haverá a necessidade de aperfeiçoamentos, testando novos recursos, aperfeiçoando a ferramenta e consultando os professores e alunos que estiverem utilizando o aplicativo. A produção de uma interface educativa é realmente um desafio numa época de constantes inovações tecnológicas, razão pela qual é tão importante o constante aperfeiçoamento do projeto.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

CAPÍTULO IV

IV. O PROCESSO DE CONCEPÇÃO DA INTERFACE DO APLICATIVO "LABORATÓRIO DIDÁTICO DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS"

O objeto de estudo desta pesquisa é o aplicativo multimídia "Laboratório Didático de Resistência dos Materiais", que vem sendo desenvolvido por um grupo interdisciplinar de pesquisadores da Unicamp, para o ensino da disciplina Resistência dos Materiais. O aplicativo terá como suporte o CD-ROM. Na qualidade de usuários encontram-se os professores e alunos de cursos técnicos e universitários que apresentam esta disciplina em seu currículo mínimo.

A disciplina Resistência dos Materiais é considerada como uma das matérias de aprendizado difícil. Tal afirmação é válida mesmo para os alunos de Engenharia Civil, Mecânica, Naval ou Aeronáutica, que têm todo o desenvolvimento de sua formação alicerçados ou associados a ela. A experiência de alguns membros do grupo, relacionados a essa área, tem mostrado que as maiores dificuldades advêm da dificuldade de visualizar espacialmente os problemas apresentados, particularmente no que se refere aos esforços envolvidos, deformações e as correspondentes áreas solicitadas. Portanto, é um desafio profissional ministrar tal disciplina, mesmo para professores que apresentem bons conhecimentos da matéria e que tenham boa didática.

Através desta pesquisa ficou evidenciado ser um aplicativo multimídia, bem elaborado, o caminho que possibilita melhor aprendizado. O CD-ROM foi escolhido como suporte por suas características hipermidiáticas, além de suportar uma grande quantidade de informações, o que era necessário devido à quantidade de animações complexas que comporiam o projeto.

Este capítulo relata os procedimentos adotados para concepção da interface do aplicativo “Laboratório Didático de Resistência dos Materiais”, de acordo com as análises do capítulo anterior. Através deste trabalho pode-se analisar o processo de construção da interface do aplicativo em questão (objeto desta pesquisa), observando-se todas as etapas do processo, particularmente as que mais interessam a este trabalho: a arquitetura de informação e o design da interface.

1. O CONCEITO DO APLICATIVO

Considerando que a maior dificuldade do aluno é visualizar os fenômenos, e associá-los a Matemática e a Física, a melhor ferramenta seria aquela que pudesse integrar conceitos, fórmulas e animações, num ambiente interativo onde o aluno pudesse aprender de acordo com as novas concepções pedagógicas, participando do processo de aquisição do conhecimento.

Para que a interface do aplicativo fosse projetada de acordo com as necessidades e capacidades dos usuários, o grupo analisou as características dos alunos de Resistência dos Materiais e os ambientes utilizados por eles. Os especialistas na disciplina juntamente com especialistas em multimídia, traçaram a proposta pedagógica do aplicativo em questão. Esses procedimentos são relatos neste item.

1.1 O USUÁRIO E O AMBIENTE

Os usuários potenciais são alunos e professores de cursos técnicos e universitários que apresentam a disciplina Resistência dos Materiais em seu currículo mínimo. Como inicialmente, a intenção é que o aplicativo possa ser utilizado na Unicamp, neste item estão relacionados os cursos desta universidade que apresentam a disciplina, além de uma análise das características dos alunos e professores e dos ambientes utilizados pelos mesmos.

Os cursos de graduação da Unicamp que oferecem a disciplina Resistência dos Materiais são: Engenharia Civil (FEC – Faculdade de Engenharia Civil), Engenharia Mecânica (FEM – Faculdade de Engenharia Mecânica), Engenharia de Controle e Automação (FEM – Faculdade de Engenharia Mecânica),

Engenharia de Computação (IC – Instituto de Computação e FEEC – Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação), Engenharia Elétrica (FEEC – Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação), Engenharia Química (FEQ – Faculdade de Engenharia Química), Física (Instituto de Física Gleb Wataghin), Arquitetura e Urbanismo (FEC – Faculdade de Engenharia Civil) e Tecnologia em Construção Civil (CESET – campus Limeira – Centro Superior de Educação Tecnológica). A maioria dos cursos são oferecidos em período integral.

Nestes cursos predominam alunos e professores do sexo masculino, apesar das mudanças de comportamento pelas quais passa a sociedade moderna estar começando a modificar este perfil. A maioria dos alunos de graduação, principais usuários do aplicativo, têm entre 17 e 28 anos¹.

Segundo os integrantes do grupo que ministram a disciplina Resistência dos Materiais, a maior dificuldade do aluno é visualizar os fenômenos relacionados aos conceitos da disciplina. Segundo uma pesquisa realizada por Felder e Silverman, os alunos de engenharia, aprendem melhor através de métodos de ensino visuais e ativos/reflexivos:

“O que normalmente precisa ser acrescentado para acomodar os estudantes de engenharia é material visual – figuras, diagramas e esboços. Diagramas deveriam ser usados para ilustrar fluxos, processos e algoritmos complexos, funções matemáticas deveriam ser ilustradas com gráficos, e filmes ou demonstrações ao vivo de processos operacionais deveriam ser apresentados sempre que possível. O professor deveria apresentar material que enfatizasse tanto a solução de problemas práticos (ativos) quanto a compreensão fundamental (reflexivos).”²

¹ De acordo com pesquisa realizada nos sites das Faculdades e Institutos da Unicamp que oferecem a disciplina Resistência dos Materiais. Disponível em <<http://www.unicamp.br>>.

² FELDER, R.M. & SILVERMAN, L.K. *Learning Styles and Teaching Styles in Engineering Education*. New York: Annual Meeting of the American Institute of Chemical Engineers, 1987.

Portanto, o aluno precisa de uma ferramenta dinâmica, interativa e rica em material visual. Na figura abaixo podemos observar um exercício em sua forma clássica. Exercícios e livros impressos, geralmente utilizados como material didático no ensino de Resistência dos Materiais, são estáticos e pobres em material visual, o que mostra a necessidade de uma nova ferramenta para o ensino desta disciplina.

EM 423 - RES. MAT. - NOME:

15º TESTE - 16/06/9

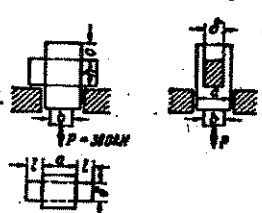
Nº

1) Calcular as dimensões do dispositivo ilustrado para que suporte a carga P.

$\sigma_{adm} = 160 \text{ MN/m}^2$

$\tau_{adm} = 120 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_{esm} = 320 \text{ MN/m}^2$



2) Calcular as dimensões do dispositivo ilustrado para que suporte a carga P.

$\sigma_{adm} = 1600 \text{ Kg/cm}^2$

$\tau_{adm} = 1200 \text{ Kg/cm}^2$

$\sigma_{esm} = 3200 \text{ Kg/cm}^2$

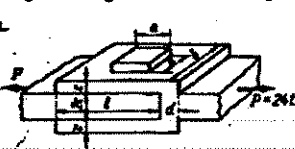


Figura 1 – Exercício de Resistência dos Materiais em sua forma impressa.

Todas as Faculdades e Institutos, que oferecem a disciplina em questão, são equipados com laboratórios de informática bastante atualizados, onde a maioria dos computadores é *IBM PC*, com multimídia e processadores acima de Pentium 100. Os alunos e professores estão acostumados a utilização de computadores e ambientes interativos, como por exemplo, a Internet. Os

usuários já estão acostumados com ícones e modos de atuação dentro de uma estrutura hipermidiática.

1.2 A PROPOSTA

Através da multimídia pretende-se possibilitar um trabalho interativo entre o aluno e o conteúdo da disciplina em questão. Com base na experiência do grupo, e na análise das potencialidades do meio e das necessidades dos usuários, optou-se por uma interface que apresente um desafio associado ao entretenimento do jogo. O grupo pretende trabalhar com aplicações relativas a problemas simples, de fácil visualização e de solução matemática pouco complexa. O importante é que o conceito e o fenômeno fiquem bastante claros. O procedimento adotado, de trabalhar com conceitos e fenômenos, fundamentados em fórmulas que não precisam ser memorizadas e ainda associados à visualização de modelos, faz com que os alunos assimilem o conceito com mais facilidade e aprendam estimulados por suas próprias experiências.

De acordo com os tipos de softwares educativos propostos por Galvis³, este projeto tem como proposta o desenvolvimento de um software do tipo heurístico, que apóia a descoberta e a construção dos conceitos a partir da atividade de busca do aprendiz nos micro-universos de exploração ou solução de problemas. Pretende-se associar os dois tipos de softwares heurísticos, os

³GALVIS, Álvaro H. *Software educativo multimedia aspectos críticos em su ciclo de vida*. disponível em <<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio/15.htm>> Acesso em 10 set. 2000. Os tipos de softwares são citados neste projeto na pp. 40-41.

jogos educativos que procuram ensinar através da vivência lúdica e das reflexões sobre as mesmas, e os *simuladores*, onde o aluno pode aprender através da experiência, dentro do micro-mundo que o envolve.

Através da multimídia pretende-se auxiliar o processo de aprendizagem dos principais conceitos relacionados à Resistência dos Materiais, através de uma interface que apresente um diferencial em relação às ferramentas tradicionalmente utilizadas no ensino da disciplina.

2. ARQUITETURA DE INFORMAÇÃO

As maiores dificuldades dos alunos originam-se da dificuldade de visualizar espacialmente os problemas apresentados, particularmente os esforços envolvidos, as deformações e as áreas solicitadas, e da dificuldade de relacionar estes fenômenos à Matemática e à Física. A arquitetura de informação foi planejada no sentido de permitir a descoberta indutiva. O aluno deve ser estimulado a navegar pelos principais conceitos relacionados à Resistência dos Materiais, e explorar exemplos significativos. As tarefas propostas pretendem promover a construção de conceitos e relações matemáticas, permitindo que os alunos formulem e resolvam problemas, e visualizem os resultados.

2.1 SELEÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS CONCEITOS DA DISCIPLINA

De acordo com a proposta do projeto, iniciou-se a seleção dos principais conceitos relacionados à Resistência dos Materiais. Para atender as necessidades dos usuários, que freqüentam cursos diversos, o conteúdo selecionado deve permitir o desenvolvimento do aluno no campo das construções nas diversas modalidades de engenharia. Um especialista na disciplina em questão selecionou os principais conceitos relacionados à Resistência dos Materiais: cisalhamento, tração, compressão, flexão, torção e flambagem. Esta seleção determinou que a organização seria esquematizada em tópicos (os próprios conceitos selecionados).

O grupo escolheu aplicações relativas a problemas simples, fáceis de visualizar e de solução matemática pouco complexa. Cada tópico do menu principal deve conter uma outra estrutura de organização, também a partir de tópicos: “apresentação do fenômeno”, “conceitos” ilustrados com fórmulas e diagramas,

além de “exercícios” interativos com simulações (animações em 3D). Inicialmente, foi escolhido um fenômeno específico (cisalhamento e tração) para ser trabalhado como modelo. A partir desse fenômeno, iniciou-se o planejamento de um roteiro reticular.

2.2 ESTRUTURA DE NAVEGAÇÃO DO APLICATIVO

Para que o aluno possa pesquisar de acordo com seus próprios interesses, a estrutura de navegação deve permitir uma flexibilidade na escolha de caminhos. Assim o usuário pode navegar a partir de suas próprias associações. No entanto, num aplicativo pedagógico é importante que a interface seja bem orientada, para que o aluno não escape da situação de aprendizagem⁴. Para a interface do aplicativo em estudo optou-se por uma estrutura de navegação composta, onde os usuários podem mover-se por uma estrutura não-hierárquica, mas ocasionalmente são obrigados a acessar informações organizadas mais logicamente numa estrutura hierárquica.

A partir do fenômeno a ser trabalhado como modelo, desenvolve-se a estrutura de navegação (figura 2). Dentro do tópico “cisalhamento e tração” o usuário pode navegar pelas páginas “conceitos”, “apresentação” e “exercício”. Dentro da página “conceitos”, o usuário pode também navegar pelos tópicos relacionados aos conceitos do fenômeno, ou para as telas de “apresentação” ou “exercício”. Na página “exercício”, o usuário é obrigado a seguir uma estrutura hierárquica, para que possa compreender o resultado de suas ações e se for desejável, interagir novamente com o exercício revendo seus conceitos.

⁴ Estruturas de navegação - item 2.2, capítulo III, pp. 47-50.

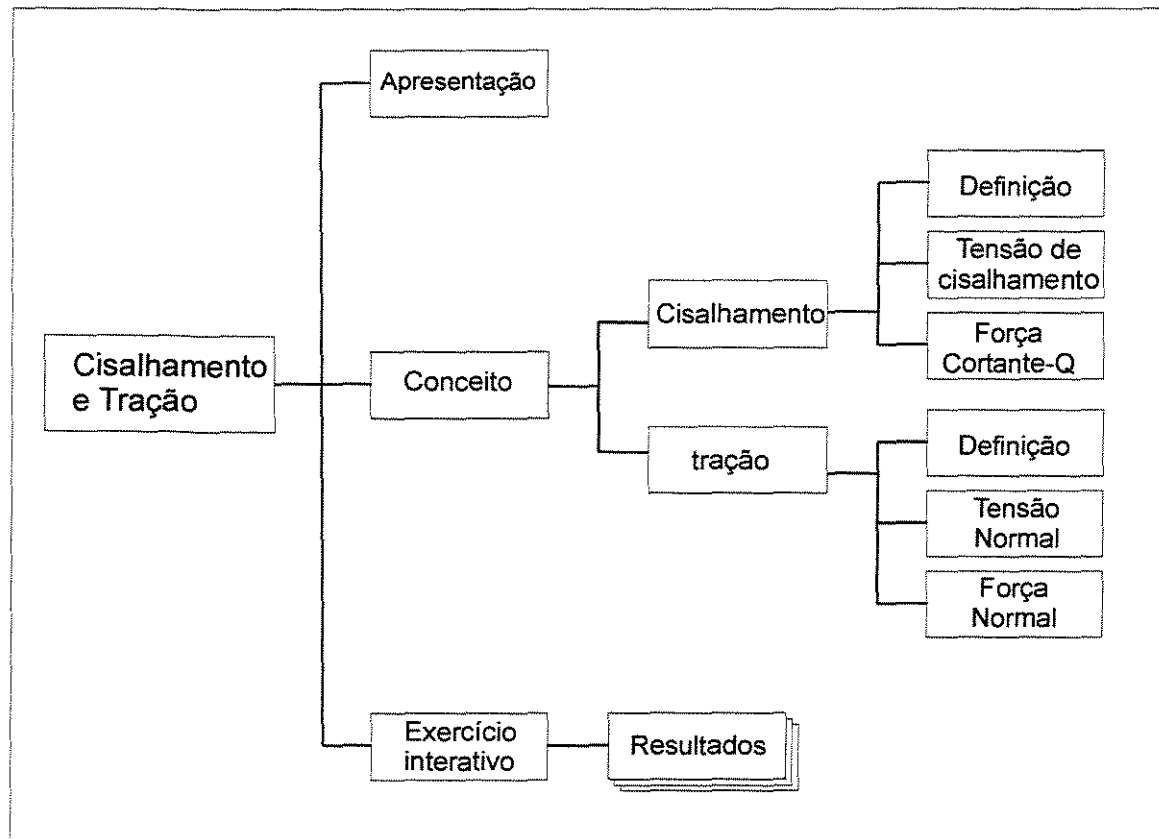


Figura 2 – Planejamento da estrutura de navegação.

Quando o aluno entra em um tópico, a partir do menu principal, é convidado a "jogar" com o fenômeno (tela "apresentação"). No caso do aluno sentir falta de alguma informação, ele pode navegar para página de conceitos e desenhos esquemáticos (tela "conceitos") onde encontrará mais informações sobre o fenômeno, podendo assim se sentir mais seguro para se "aprofundar no jogo" (tela "exercício"), interagindo com o fenômeno. Desta maneira, o aluno se envolve no processo de aprendizagem, tendo uma "certa liberdade" no processo de aquisição do conhecimento.

O aluno é estimulado a navegar pelos principais conceitos dos fenômenos relacionados a essa disciplina. A estrutura de navegação foi planejada para

estimular a pesquisa e a exploração de conceitos e relações matemáticas. Através dos mecanismos de navegação, pretende-se capturar o aluno para dentro do "jogo", envolvendo-o no processo de aprendizagem. É importante que a interface seja bem orientada para que o aluno possa encontrar respostas para questões específicas.

2.3 PONTOS DE INTERAÇÃO

Os tópicos selecionados no esquema de organização (exemplo: cisalhamento e tração, flexão, flambagem, etc) devem ser trabalhados como pontos de interação. Esses pontos indicam o fenômeno que será encontrado, que geralmente são complexos e por isso difíceis de representar de forma icônica. Portanto optou-se por trabalhar os tópicos interativos de forma textual, para que possam ser decodificados com facilidade pelo usuário. Os itens dentro do menu principal (exemplo: apresentação, conceitos, tensão de cisalhamento, etc) também serão trabalhados de forma textual, e foram determinados por especialistas na disciplina em questão, a partir de termos específicos relacionados aos fenômenos.

No corpo das páginas, quando houver a utilização de termos específicos, estes serão definidos através de um *link* conjuntivo⁵. Ao clicar sobre o termo (*hotword*), a definição do mesmo surge numa pequena janela que se sobrepõe a tela que estava sendo lida. Assim o usuário pode acessar uma informação adicional sem sair da página.

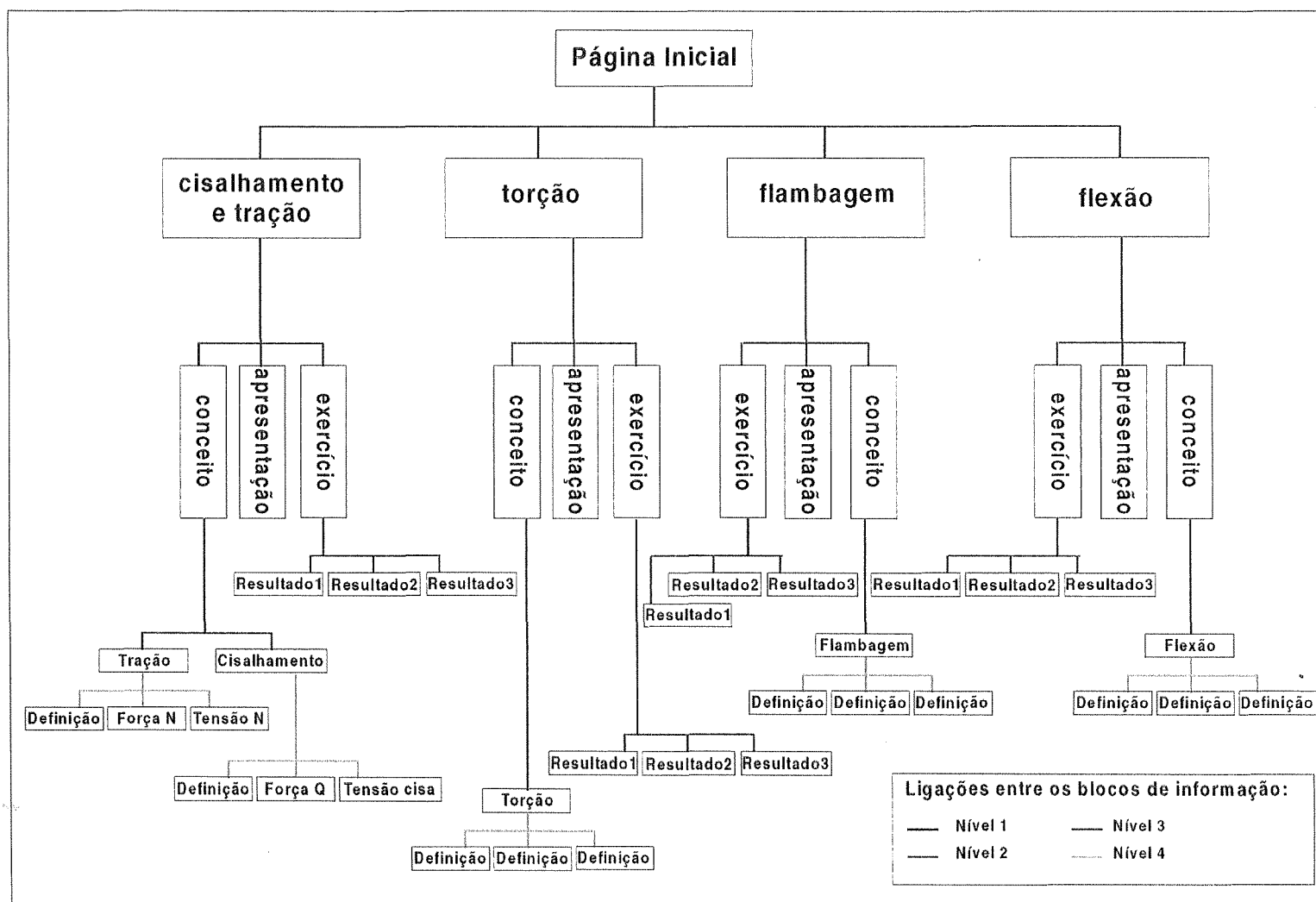
⁵ Links conjuntivos, capítulo III, item 2.3, pp. 52-53.

Os pontos de interação foram selecionados a partir das principais definições dos fenômenos de Resistência dos Materiais, para assim orientar a busca do aprendiz, que pode tanto navegar aleatoriamente pelas definições, como procurar uma definição específica. No fenômeno escolhido para ser trabalhado como modelo, os pontos de interação estão ilustrados na figura 2 (p.78). Os outros fenômenos serão trabalhados a partir dos mesmos princípios.

2.4 ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA E DO PROTÓTIPO

A partir da estrutura planejada desenvolveu-se o mapeamento da informação, discriminando num fluxograma os principais níveis de navegação e os "hiperlinks". Através do gráfico do fluxo lógico da interface interativa, foram esboçadas as conexões entre os vários blocos de conteúdo. Na figura abaixo podemos ver o mapa de movimentação do aplicativo:

Figura 3 – Primeiro fluxograma do aplicativo



Depois de testar alguns softwares de autoria (Authorware, Director e Toolbook), optou-se por desenvolver um protótipo, através do software Authorware, da Macromedia, pela facilidade de implementação, e por propiciar os recursos necessários para o nível de sofisticação desejado⁶. O protótipo permitiu uma análise da estrutura do aplicativo, o grupo pode observar o sistema de navegação em funcionamento e fazer as adaptações necessárias.

Nas figuras abaixo pode-se observar algumas telas do protótipo desenvolvido:

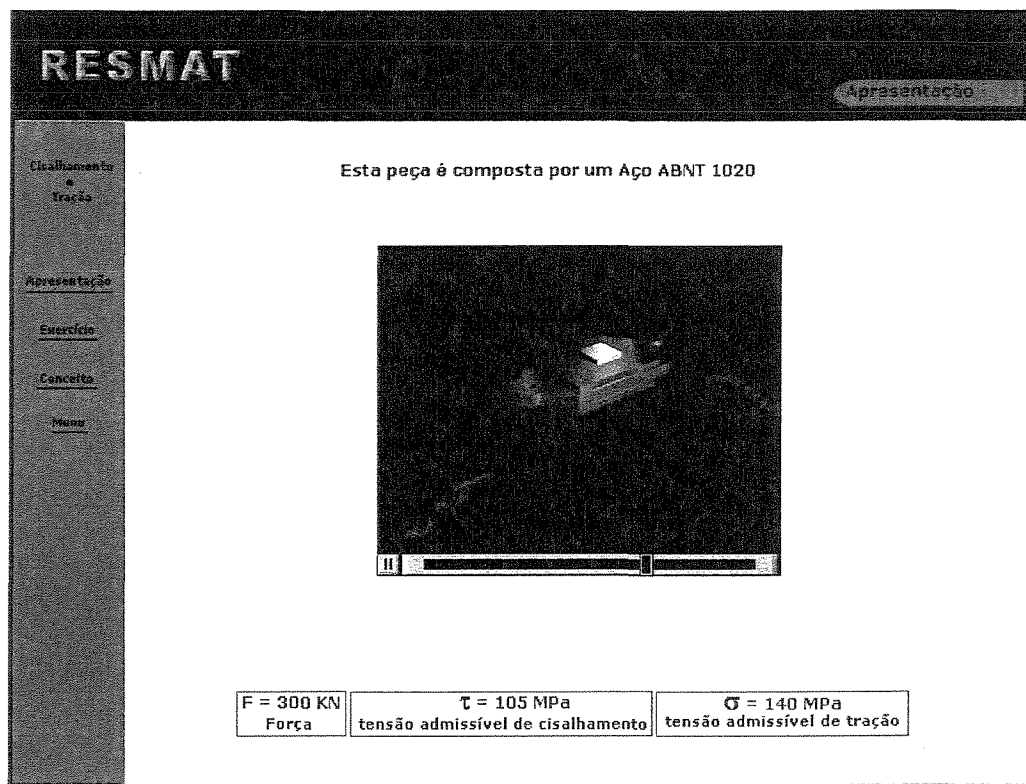


Figura 4 – Página de apresentação de um fenômeno de cisalhamento, a animação mostra o comportamento da peça, o gráfico mostra as tensões admissíveis e a força atuante.

⁶ A programação e a escolha do software são relatadas no item 4.1 deste capítulo

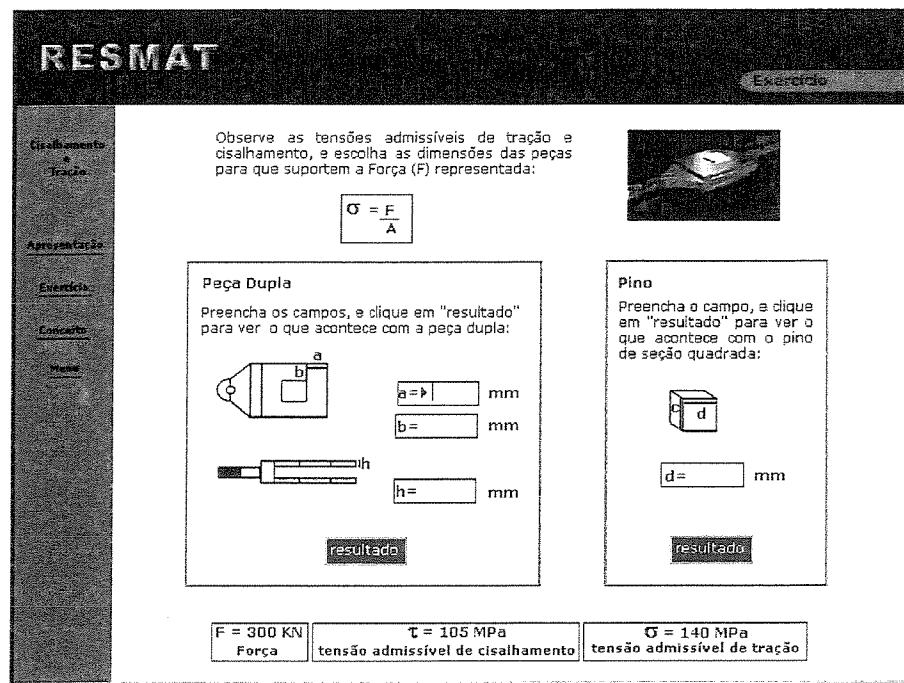


Figura 5 – Tela de Exercício, onde o aluno pode interagir com a fórmula e visualizar o resultado numa próxima tela.

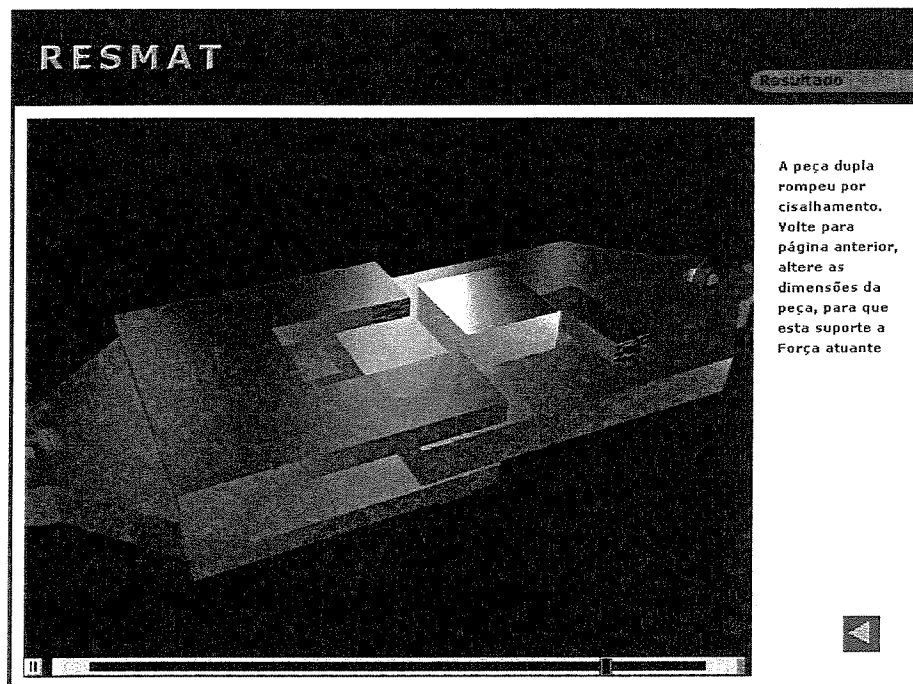


Figura 6 – Tela com o resultado correspondente ao cálculo realizado na página anterior, a partir da interação do aluno.

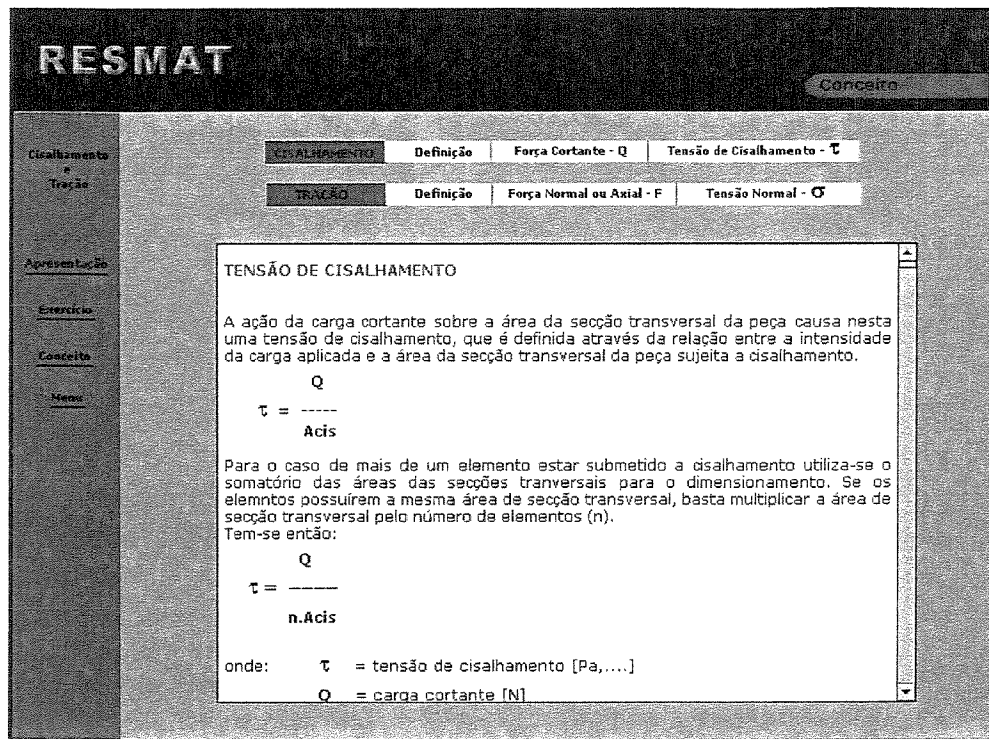


Figura 7 – Página de conceitos, o aluno pode navegar por vários conceitos sem sair da página.

Ao analisar o protótipo, o grupo considerou algumas modificações necessárias. O aluno deveria ter o menu principal disponível em todas as telas, com exceção de algumas telas do exercício, onde o aluno continuaria obedecendo a uma ordem hierárquica. O tópico "cisalhamento e tração" deveria ser desmembrado em dois tópicos: "cisalhamento" e "treliças" (princípios de tração e compressão). Ao entrar em um dos tópicos principais, o aluno não deveria entrar diretamente num fenômeno específico (tela de apresentação), mas sim encontrar conceitos gerais sobre os princípios, de cisalhamento por exemplo, e ilustrações de vários fenômenos através de animações. Desta tela o aluno poderia buscar mais informações sobre o assunto ou partir para o exercício.

A partir destas modificações foi elaborado um novo fluxograma, de acordo com a figura a seguir:

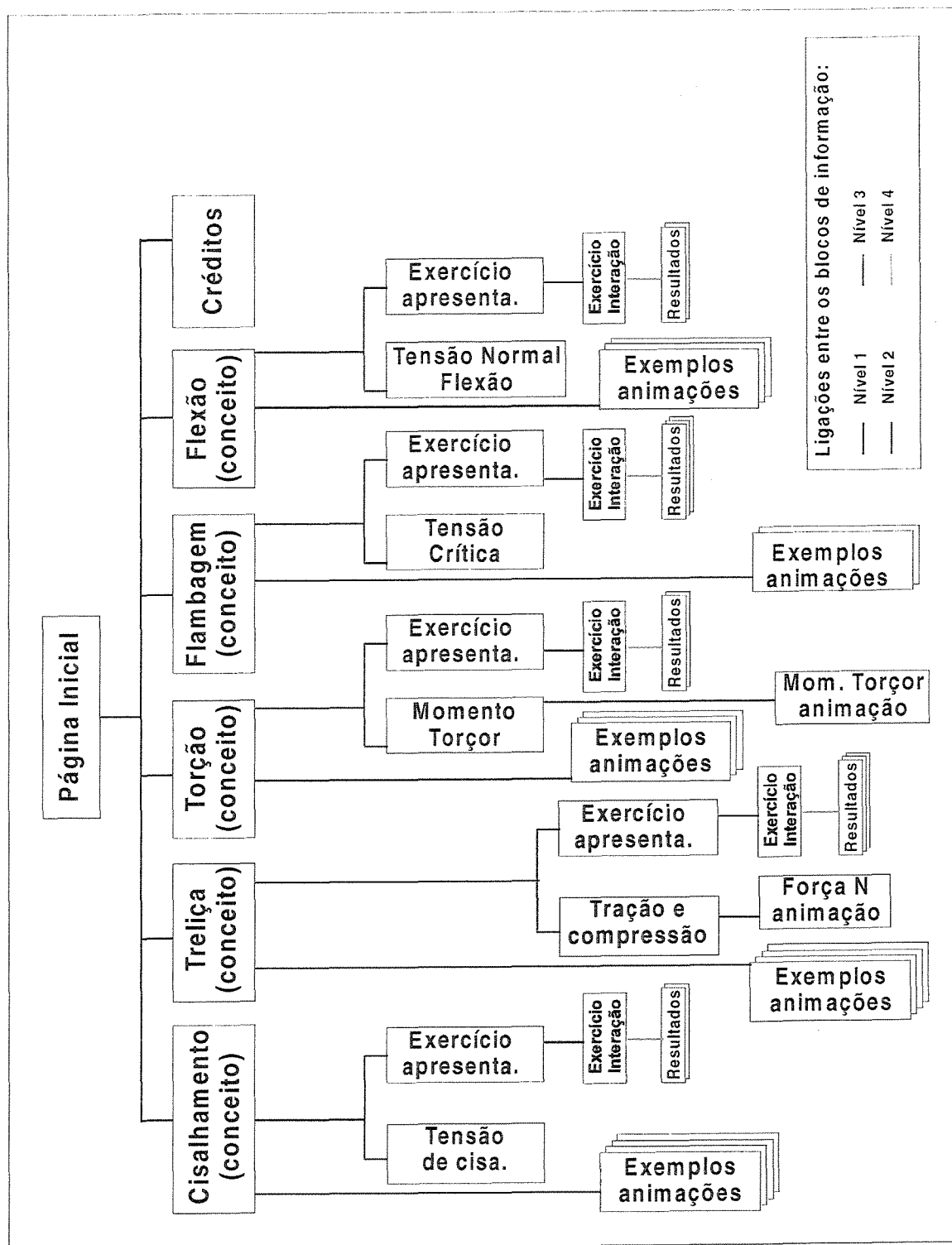


Figura 8 – Fluxograma definitivo, reestruturado de acordo com as modificações necessárias.

3. DESIGN DA INTERFACE

A partir da proposta de criar um ambiente interativo, atrativo e funcional, o grupo analisou as características da multimídia que deveriam ser exploradas no design da interface. Este item analisa o processo de concepção do design, a partir dos elementos considerados como motivadores no processo de ensino da disciplina Resistência dos Materiais, e como esses elementos foram trabalhados no aplicativo.

3.1 MULTIPLICIDADE

No caso da disciplina Resistência dos Materiais, como já foi citado, a maior dificuldade do aluno é visualizar espacialmente os fenômenos. A possibilidade de mostrar animações associadas a fórmulas, conceitos e desenhos esquemáticos dos fenômenos é uma característica da interface multimídia que pode favorecer o processo de aprendizagem desta disciplina. Através da multiplicidade da interface, pretende-se incentivar o usuário a "entrar no jogo" e chegar ao entendimento do conceito dos fenômenos.

Na interface, a atividade lúdica leva a ação à representação, através do jogo simbólico ou jogo de imaginação. A tela de apresentação dos exercícios é composta por uma animação em 3D ilustrando o comportamento da peça, dados referentes aos esforços envolvidos e fórmulas, convidando o aluno a participar do exercício ("jogo"). Na tela seguinte o usuário encontra desenhos esquemáticos das peças, e textos que o convidam para a ação. Numa próxima tela o usuário pode visualizar os resultados de sua ação através de uma animação (representação de um cálculo matemático), e compreender este resultado através de um texto explicativo. Animações relacionadas a fórmulas,

diagramas e textos, facilitam a passagem gradual do concreto ao abstrato, podendo facilitar a compreensão dos conceitos abordados.

A multiplicidade da interface permite a construção de um ambiente dinâmico que simule o ambiente de trabalho do usuário. Na tela de abertura do CD-ROM, figuras geométricas entram por vários lados da tela formando um guindaste (peça bastante comum no contexto da disciplina). Os botões do guindaste são entradas para os conceitos (menu principal). Através de um recurso chamado *mouse down*, ao passar o mouse em cima dos botões aparece ao lado um símbolo textual indicando o que será encontrado. Os elementos textuais só aparecem quando acionados através do mouse, criando um dinamismo para a tela e, como num jogo, escondendo preliminarmente as possibilidades, mas deixando suspeitar. Os tópicos são separados por cores que orientam o usuário sobre a sua posição dentro das telas. Através desses recursos multimidiáticos pretende-se seduzir o aluno para o jogo, para que possa ocorrer o aprendizado.

As explorações desenvolvidas em ambientes computacionais podem aumentar a compreensão das relações entre os conceitos e levar progressivamente o aluno a pensar de um modo mais geral e abstrato. A possibilidade de navegar em sistemas gráficos com maior facilidade, e de forma “lúdica”, permite uma comunicação que efetive um caminho em busca de experimentação e conhecimento, potencializando o processo de aprendizagem da disciplina em questão.

3.2 INTERATIVIDADE

O aplicativo “Laboratório Didático de Resistência dos Materiais”, através de um alto grau de interatividade, permite que o aluno “jogue” com o conteúdo, em busca da aprendizagem. Quando a interface solicita que o aluno interfira na fórmula, ela está propondo que o aluno interaja com o conceito do fenômeno, assim o aluno está transformando o objeto de acordo com as regras de resistência da peça, e o resultado dessa ação (cálculo matemático) será visualizado por uma simulação, fazendo com que o aluno compreenda o resultado da sua própria ação. A potencialidade de projetar o futuro e ao mesmo tempo recuar faz com que a interatividade presente na interface lúdica possa incentivar a curiosidade.

Na interface, o aluno pode manipular o fenômeno proposto, as propriedades e relações estabelecidas podem variar. A observação do resultado da manipulação direta permite a “descoberta” das propriedades e relações entre os fenômenos.

O simples teclar ou clicar, não gera conhecimento, a interface pedagógica exige a colocação de problemas que requisite uma relação ativa com a informação disponibilizada. É neste sentido que a interface foi pensada, através dos *feedbacks*, possibilitados pela multimídia, procurou-se facilitar o trânsito entre a ação do aluno e sua compreensão sobre essa ação. Esses *feedbacks* podem proporcionar a interação em quantidade e qualidade no interior da situação de ensino, funcionando como um facilitador da aprendizagem.

Os exercícios propostos no aplicativo permitem que o aluno interaja com o conteúdo, experimentando seus conhecimentos, através da estratégia de tentativa e erro. Na interface multimidiática a execução do resultado se torna muito mais rápida e precisa do que num ambiente de papel e lápis.

A interatividade da interface também permite que o aluno escolha os caminhos e o ritmo do aprendizado. Cada entrada oferece um provável horizonte inesperado, um novo "jogo labiríntico" com o caminho. O aluno, através das suas próprias associações pode interagir com o conteúdo, envolvendo-se assim com o processo de aprendizagem. A exploração intencional e dinâmica pode contribuir para uma maior compreensão dos conceitos.

3.3 SIMULAÇÃO

No caso do aplicativo em estudo, a simulação se encontra entre o que é real (como o objeto se comporta num determinado fenômeno) e o que não é (a representação do fenômeno por objetos sintéticos). A visualização espacial dos fenômenos, no campo particular das Resistências dos Materiais, será viabilizada por simulações, através de objetos sintéticos, numericamente modelizados. Quando visualizamos o comportamento desses objetos sintéticos, uma peça mecânica submetida a uma tração mecânica, por exemplo, o que aparece na tela não é uma imagem figurativa (não poderíamos ver as linhas de fratura no interior do metal numa peça real); assim, o objeto sintético se comporta como o modelo ideal do objeto real.

Na multimídia, o fenômeno é representado por uma projeção espacial de uma realidade tridimensional, num plano bidimensional da tela. Através da animação em 3D, o aluno visualiza, por exemplo, as áreas de deformação e dimensões de uma peça, assim como os esforços envolvidos. A simulação proporciona uma leitura visual do fenômeno imaginado pelo aluno, quando este interfere na fórmula. Aliada à colocação do problema a ser resolvido pelo aluno, e ao comportamento lúdico, a simulação, no caso do aplicativo, promove a exigência de uma relação ativa com a construção do conhecimento. O aluno propõe,

pergunta, responde, ele age sobre o exercício e a resposta é dada através de uma simulação, onde o aluno visualiza o fenômeno de acordo com suas hipóteses. Através da simulação o aluno pode aprender estimulado por sua própria experiência.

A simulação também aparece na interface gráfica do aplicativo, como modelo informacional. Os objetos virtuais funcionam como se fossem objetos reais, agindo como metáforas. No aplicativo, os botões que comandam as animações, por exemplo, simulam os botões de um *CD Player* que são aparelhos que fazem parte da vida cotidiana do usuário em questão. Essa modalidade de simulação indica a emergência de um ambiente sintético como forma de apresentação da interface. Virtualizando objetos, a simulação constitui um novo espaço de percepção, em que ver, falar, mover, sentir, recompõem suas operações de forma ampliada. Assim, através da simulação, a interface pode ser facilmente utilizada pelo aluno, sendo uma característica importante para potencialização do comportamento lúdico e, conseqüentemente, do processo de aprendizagem.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO APLICATIVO

A implementação do aplicativo ocorre desde a elaboração do protótipo até a construção final do aplicativo. Durante o processo de execução do projeto, análises e testes foram realizados, para garantir que o aplicativo execute as funções para as quais foi projetado.

4.1 PROGRAMAÇÃO

Depois de testar alguns softwares de autoria (*Toolbook*, *Director* e *Authorware*), o grupo optou pelo software *Authorware* da *Macromedia*, por propiciar a produção de aplicativos sofisticados sem muita programação. O programa é baseado em ícones, que vão sendo colocados numa linha de fluxo. Através desses ícones é possível seqüenciar eventos e atividades, incluindo decisões e interações do usuário.

O aplicativo em estudo foi programado com resolução de tela de 800 X 600 pixels, e com 256 cores, pois essas configurações são compatíveis com as configurações dos computadores mais utilizados pelos usuários.

Na figura 9 encontra-se o fluxo de algumas páginas do aplicativo. No quadro superior esquerdo, pode-se observar que os tópicos estão separados em pastas (mapas), cada mapa contém um ou mais outros fluxos. Nos outros quadros encontram-se algumas páginas do tópico "cisalhamento", e podemos observar ícones de Animação, Interação, Movimentação, Vídeo, entre outros.

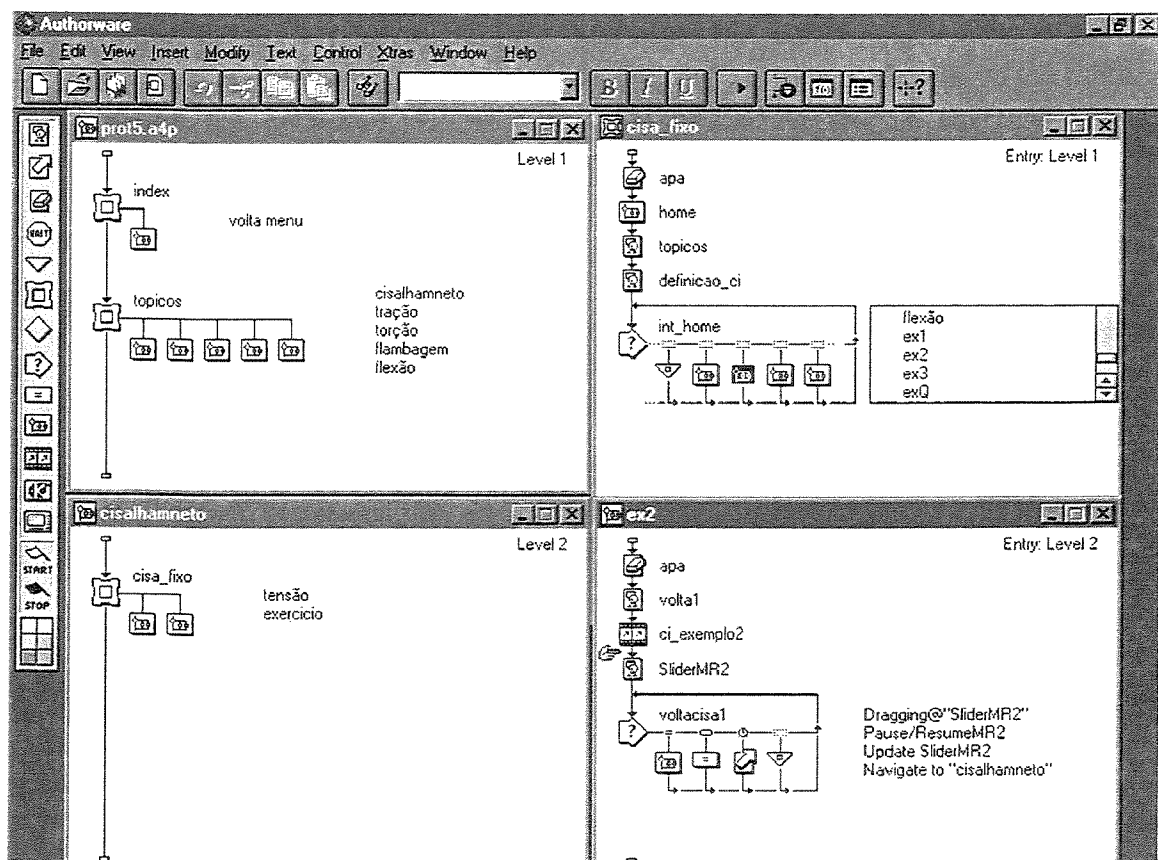


Figura 9 – Tela de programação do *Authorware*, referentes ao aplicativo "Laboratório Didático de Resistência dos Materiais".

O software *Authorware* oferece variáveis de sistema e funções para captura e manipulação de dados. As variáveis e funções podem ser colocadas em janelas de cálculo, áreas de opção ou janelas de apresentação. No aplicativo, a proposta é que a partir da interação do aluno, o programa faça cálculos matemáticos que gerem *feedbacks*. Por isso o software *Authorware* foi considerado mais adequado com a proposta do aplicativo.

Na figura 10, no quadro do lado direito nos ícones nomeados a2 e h2, encontramos um ícone de interação, através de um recurso chamado "*Text Entry*" pode-se capturar dados inseridos pelo usuário. No quadro inferior esquerdo encontra-se uma janela de cálculo com a variável que controla os

dados inseridos pelo usuário, determinando o que acontecerá de acordo com o dado inserido.

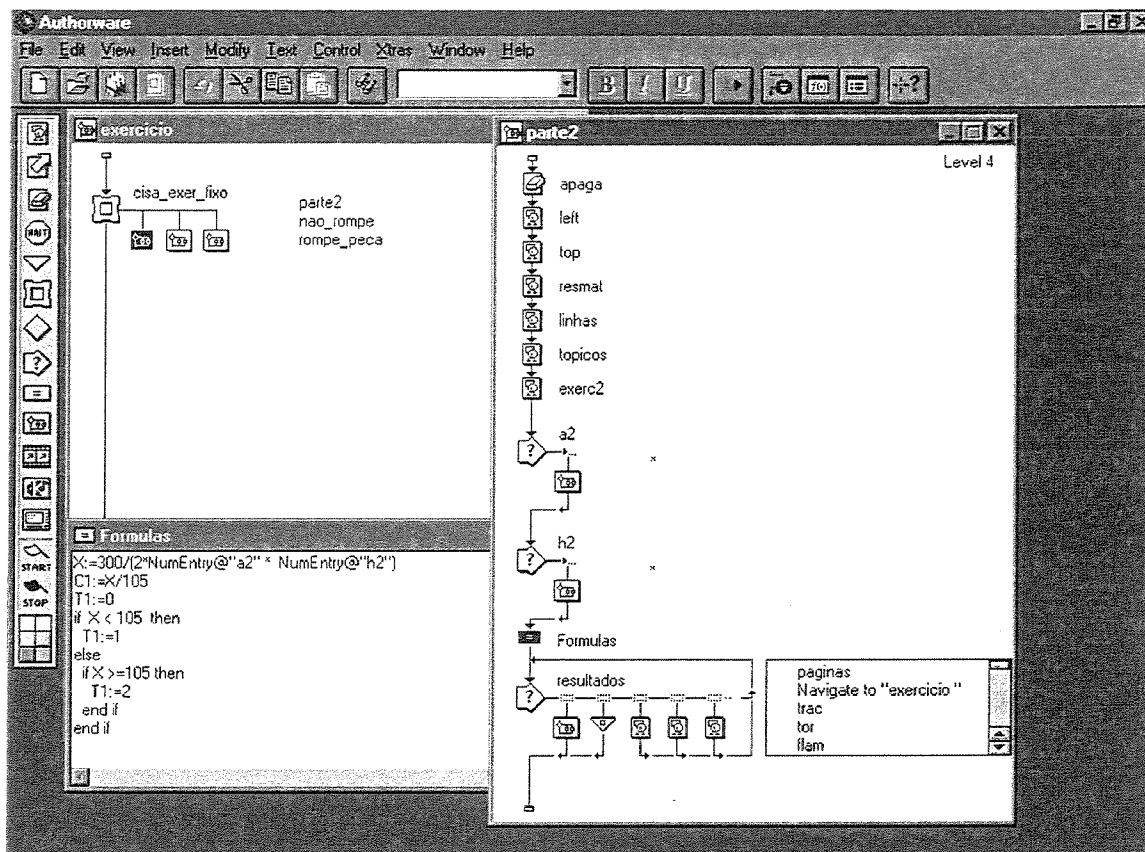


Figura 10 – Páginas de programação do exercício de "cisalhamento", onde encontram-se as variáveis que controlam a interação do usuário com o fenômeno.

Outros programas foram utilizados para a produção da interface. As imagens estáticas que compõem o aplicativo (logotipo, setas, botões) foram elaboradas e editadas através dos softwares *Adobe Photoshop* e *Corel Photo Paint*. As animações foram construídas através dos softwares *3D Studio* e *3DS Max*, e editadas no *Adobe Premiere*.

Depois da construção de todos os eventos do aplicativo foram efetuados os testes, verificando os recursos e funções e a usabilidade do software, para

então finalizar a implementação do software com as últimas modificações necessárias.

4.2 TESTES

Os testes foram iniciados após a elaboração do protótipo e finalizados após a construção da estrutura completa do aplicativo. Foram realizados em computadores *IBM PC*, com processador Pentium, pois é nesta plataforma que os usuários utilizarão o software.

Através do protótipo, especialistas na disciplina em questão e outros integrantes do grupo avaliaram a organização do conteúdo e observaram que um conceito importante não estava sendo abordado, o de compressão. Como este conceito está estreitamente relacionado ao conceito de "tração", sugeriram que os dois conceitos fossem abordados como subitem de um novo tópico denominado "treliças".

Algumas modificações estruturais foram consideradas necessárias. Os participantes dos testes consideraram a estrutura de navegação pouco flexível, pois o usuário precisava voltar para a página do menu principal para entrar em outro tópico.

No protótipo, o aluno ao entrar num tópico encontrava a apresentação de um fenômeno específico ilustrando o conceito, dali o aluno poderia buscar mais informações ou partir para o exercício. Os participantes sugeriram que a página inicial de um tópico deveria conter conceitos gerais e alguns exemplos, para então partir para um fenômeno específico através do exercício ou buscar informações específicas. A partir destas sugestões, a estrutura foi modificada. Os recursos e funções foram todos validados.

Após a construção da estrutura completa do aplicativo, alguns integrantes do grupo testaram o aplicativo, encontrando a necessidade de mudanças apenas no design. Algumas informações precisavam ser colocadas em lugares de maior destaque. Alguns *links* estavam posicionados em locais diferentes, podendo desorientar o usuário. A padronização dos *links* foi conferida e atualizada.

Posteriormente, os testes foram feitos com usuários potenciais, dois alunos da Engenharia Mecânica e um da Engenharia Elétrica, da Unicamp. Enquanto os alunos navegavam pelo aplicativo, eram observados e questionados. Nenhum deles teve dificuldades em encontrar informações ou entender o funcionamento do programa. Um dos alunos sugeriu a incorporação de recursos sonoros, que não estavam sendo explorados, e poderiam dar mais dinamismo para o aplicativo. A sugestão foi incorporada ao projeto.

O aplicativo deverá ser aplicado por alguns professores da Unicamp responsáveis pela disciplina Resistência dos Materiais, para então passar por aperfeiçoamentos, de acordo com as dificuldades e necessidades encontradas na utilização.

5. TELAS DO APLICATIVO

A seguir pode-se observar algumas telas da versão final do aplicativo "Laboratório Didático de Resistência dos Materiais":

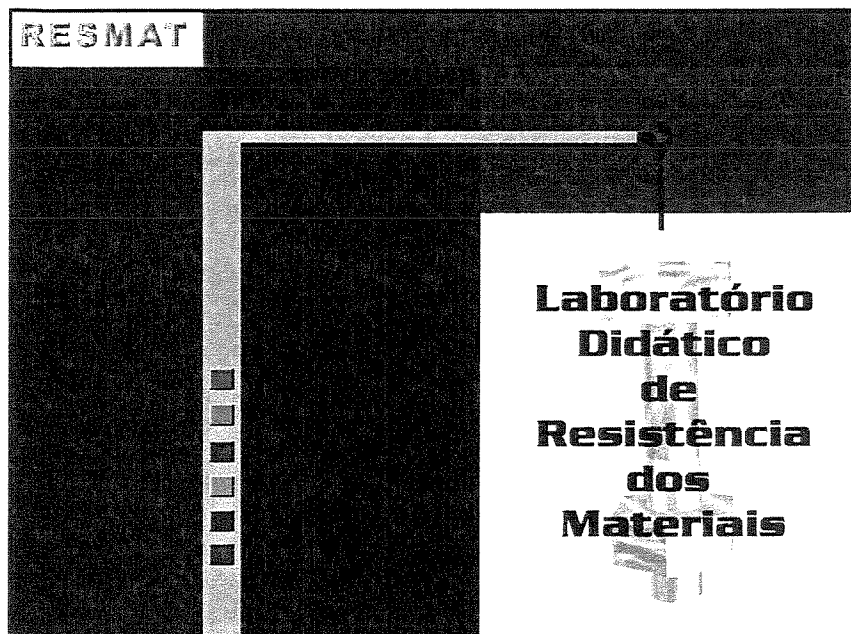


Figura 11 – Tela inicial do aplicativo. As figuras entram por vários lados da tela, montando o quadro através de uma animação acompanhada de recursos sonoros. Os botões do guindaste são as entradas para os tópicos (menu principal). Quando o usuário passa o mouse sobre os botões, aparece ao lado, o nome do conceito que será encontrado, este recurso pode ser observado na figura acima no tópico "torção".

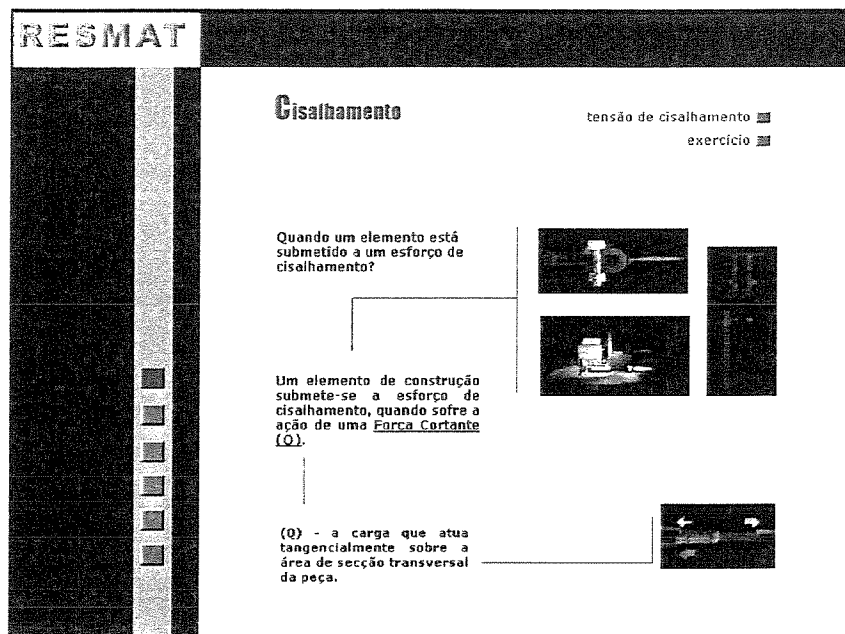


Figura 12 – Tela inicial do tópico "Cisalhamento". São apresentados alguns conceitos gerais, através de textos e figuras (quando clicadas abre uma tela com a animação). O usuário pode partir para o exercício, buscar mais informações sobre cisalhamento ou partir para outro tópico.

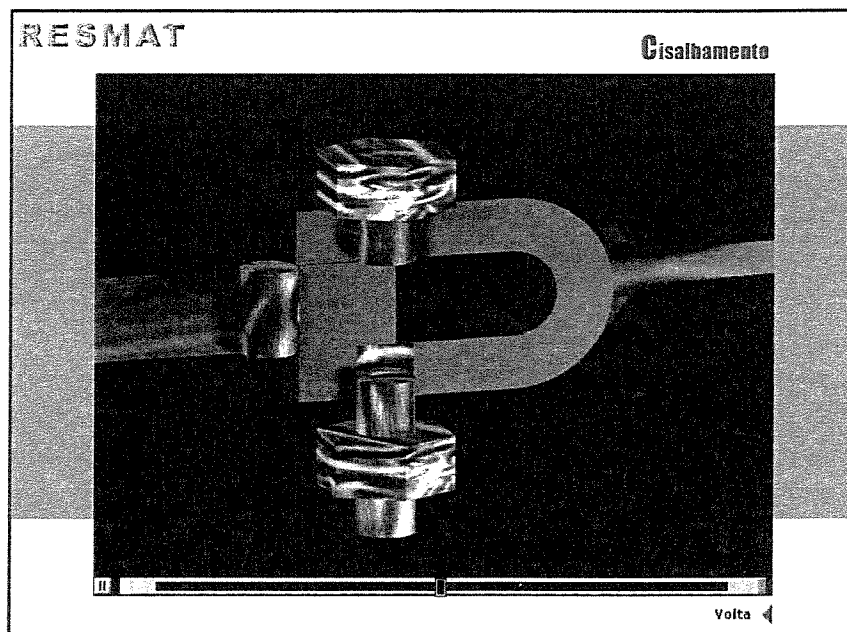


Figura 13 – Tela com animação ilustrando o conceito de cisalhamento através da ilustração de um modelo físico, onde os esforços e áreas estão didaticamente destacados.

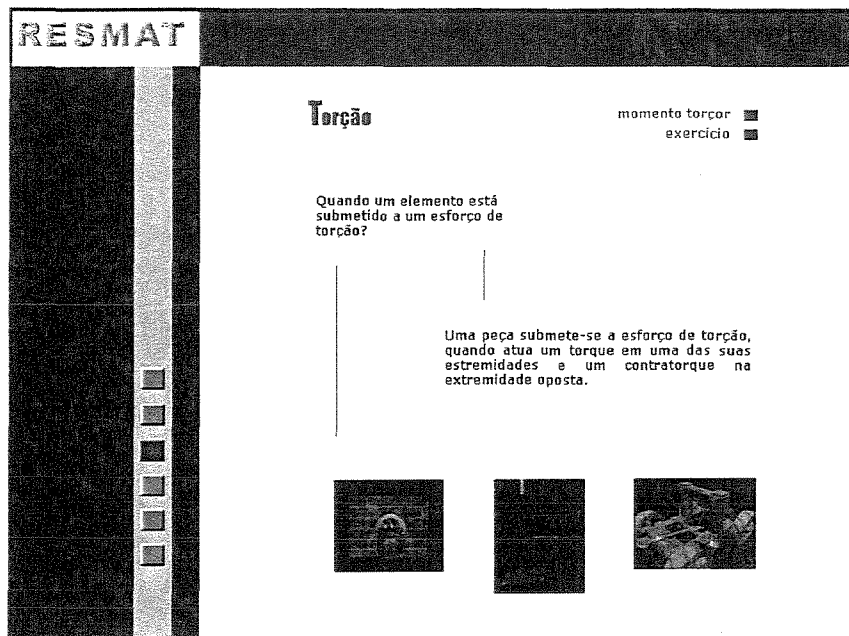


Figura 14 – Tela inicial do tópico "Torção", seguindo os mesmos padrões da figura 12.

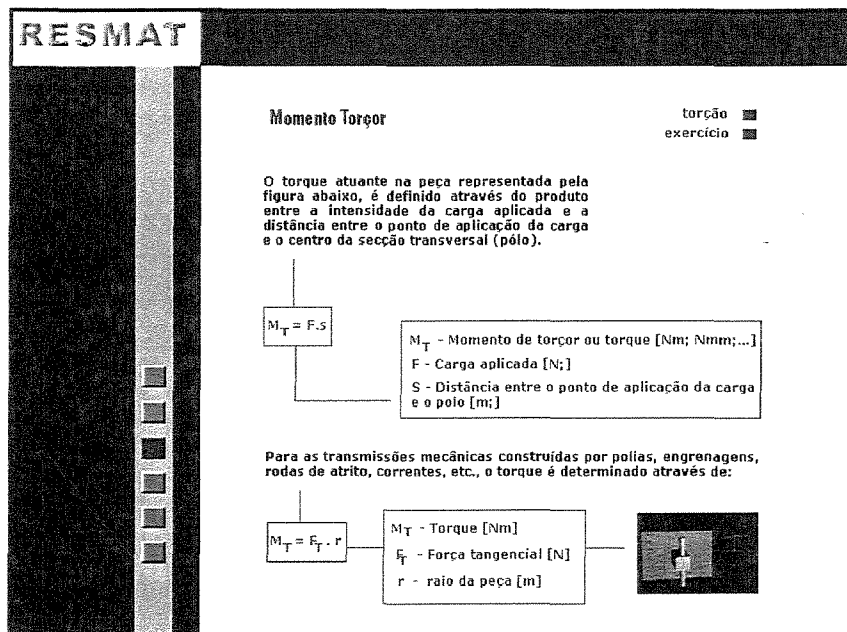


Figura 15 – Tela do Tópico "Torção", com definições específicas sobre o conceito, e uma ilustração, que quando clicada abre a tela ilustrada na figura 16.

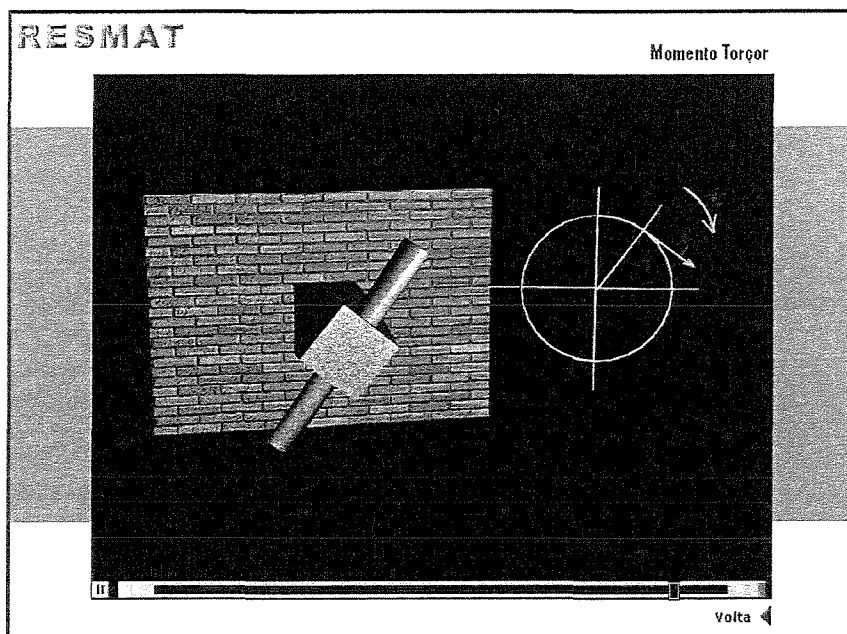


Figura 16 – Tela do Tópico "Tração", com definições específicas sobre o conceito, e uma ilustração, que quando clicada abre a tela ilustrada na figura 15.

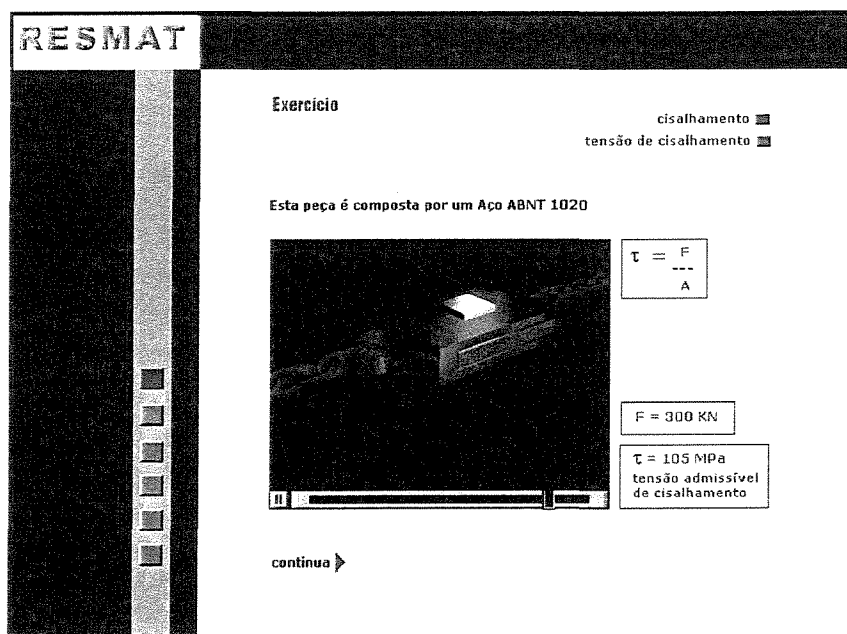


Figura 17 – Tela de apresentação do exercício do Tópico "Cisalhamento", com uma animação ilustrando o comportamento do modelo, fórmulas e dados sobre os esforços aplicados. O aluno pode entrar no exercício ou partir para outro tópico ou subitens do mesmo tópico.

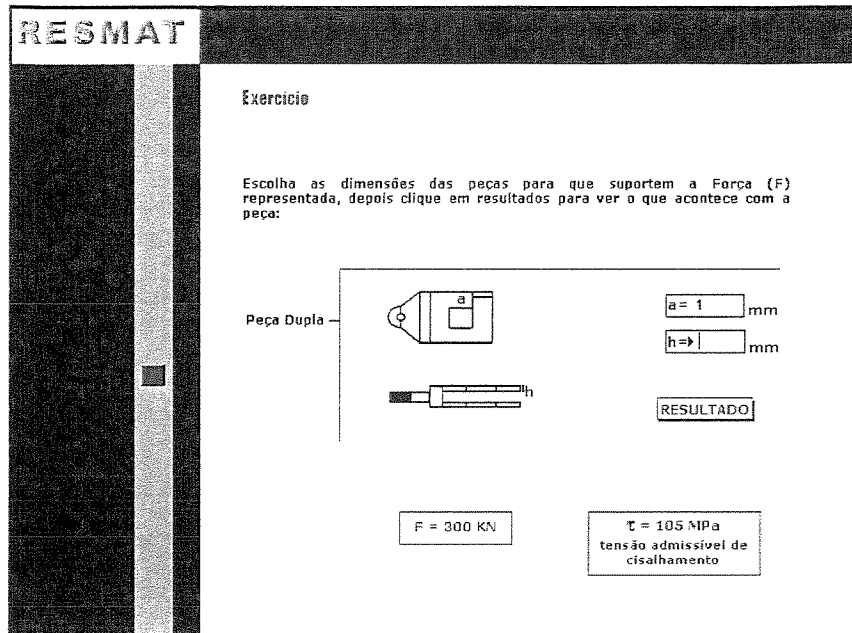


Figura 18 – Tela de exercício do Tópico "Cisalhamento", onde o aluno interage com a fórmula, escolhendo as áreas das peças. O aluno é convidado a experimentar seus conhecimentos, e resultado será visualizado na próxima tela, figura 19.

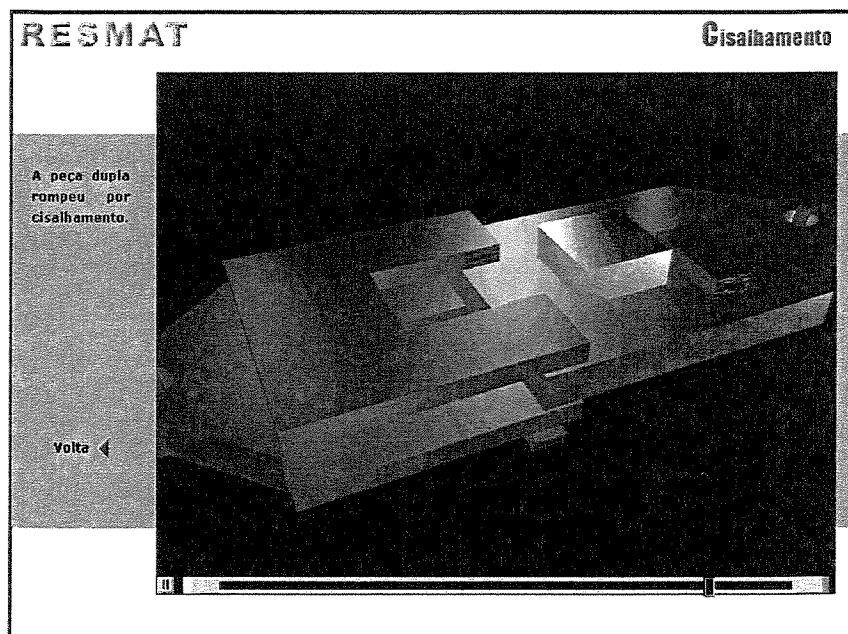


Figura 19 – Tela de visualização de um dos desfechos (a peça rompe) do problema colocado na tela anterior, figura 18, o resultado depende da interação do aluno (o dado inserido).

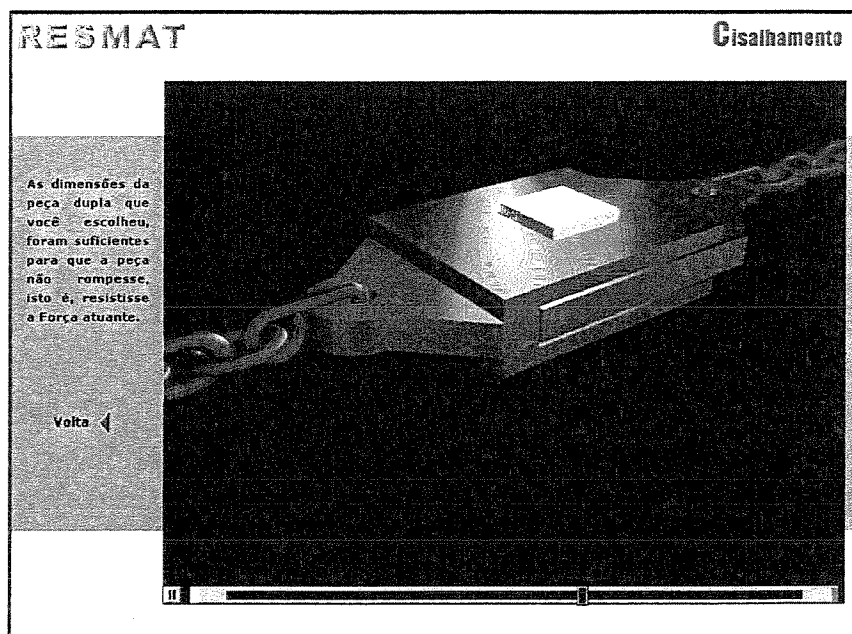


Figura 20 – Tela de visualização de outro desfecho (a peça não rompe) do problema colocado na tela da figura 18.

O aplicativo que acompanha este trabalho (CD-ROM - Anexo I), que é parte desta dissertação de mestrado, foi desenvolvido no "LABORATÓRIO DIDÁTICO DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS" que é composto por um grupo multidisciplinar, que teve a seguinte formação:

Coordenação Geral

Prof. Dr. Celso Arruda - Laboratório de Engenharia Biomecânica - Centro de Tecnologia – UNICAMP

Coordenação Estética e Programação Visual

Prof. Dr. Gilberto dos Santos Prado - Dep. Multimeios – Instituto de Artes - Unicamp (até o 1º semestre de 1998).

Prof. Dr. Spencer Pupo Nogueira – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo PUC-Campinas e USP - São Carlos (até o 1º semestre de 1998).

Conteúdo

Herta Avalos – Faculdade de Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia do Petróleo - Unicamp (do início de 98 até o 2º semestre de 98).

Célio Maschio - Faculdade de Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia do Petróleo - Unicamp (2º semestre de 99 até o final do projeto).

Produção da Interface Multimídia

Adriana Camargo Pereira - Dep. Multimeios – Instituto de Artes – Unicamp

Animações

Adriana Camargo Pereira - Dep. Multimeios – Instituto de Artes – Unicamp

Fabio Lourenço Caldeira – Engenharia Mecânica – Unicamp

Luisa Paraguai Donati - Dep. Multimeios – Instituto de Artes – Unicamp

Michael Shun King Yuan – Engenharia de Computação – Unicamp

Testes – participantes

Emiliana Camargo Siqueira – Engenharia Elétrica – Unicamp

Fabio Lourenço Caldeira – Engenharia Mecânica – Unicamp

Paulo César Lenço – Engenharia Mecânica – Unicamp

CAPÍTULO V

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial da multimídia permite que múltiplos espaços informacionais sejam explorados de forma não-linear e interativa, possibilitando novas formas de representação do conhecimento. No entanto, para que este meio funcione como uma eficiente ferramenta no ambiente escolar, a interface gráfica (foco desta pesquisa) deve ser bem elaborada, de acordo com as necessidades e capacidades dos usuários/alunos.

Este trabalho propõe uma ferramenta construída de acordo com as novas concepções de ensino, onde a interface tenha como elemento constitutivo a "intervenção criativa", "o jogo". Através de ambientes mais dinâmicos e interativos espera-se que o aluno participe efetivamente do processo de aprendizagem. A pesquisa relata e analisa alguns procedimentos que possam contribuir para o processo de concepção de uma interface que potencialize o processo de aprendizagem.

A partir da elaboração do conceito, detectam-se as necessidades e capacidades daqueles que utilizarão a interface, e define-se uma proposta pedagógica. Esta etapa é importante para o desenvolvimento de uma solução que seja coerente com os outros elementos do ambiente de aprendizagem, e

para determinar que as qualidades únicas da multimídia como meio sejam bem aproveitadas. Esta etapa fundamenta o processo de estruturação da informação.

A arquitetura de informação organiza e estrutura o conteúdo, orientando a movimentação do usuário na estrutura hipermidiática. Os mecanismos de navegação podem sugerir ou impor certos comportamentos e lógicas de andamento, produzindo diversos efeitos e sensações específicas. Num aplicativo pedagógico, este procedimento deve ser pensado no sentido de propiciar a busca orientada. Uma estrutura flexível permite que o aluno pesquise de acordo com as suas próprias associações, num ritmo individual. A orientação evita que o aluno escape da situação de aprendizagem.

O design da interface é responsável pela representação visual. Através de uma análise das características do meio procurou-se detectar os elementos que possam funcionar como potencializadores no processo de ensino/aprendizagem, e como esses elementos podem ser trabalhados na interface. Para um aplicativo pedagógico, a multiplicidade, interatividade e simulação, foram os elementos considerados como motivadores. A multiplicidade permite a apreensão simultânea de múltiplos elementos e suas inter-relações. A interatividade permite que *feedbacks* facilitem o trânsito entre a ação e a compreensão sobre essa ação. Através desses *feedbacks*, o aplicativo pode proporcionar a interação em quantidade e qualidade das perguntas e respostas no interior de uma situação de ensino. A simulação pode ampliar significativamente o poder de representação da interface. Através de objetos numericamente modelizados pode-se criar realidades artificiais. Esses elementos permitem a construção de um micro-mundo. Dentro de um sistema natural ou artificial programado, o aluno pode aprender estimulado pela experiência.

Na etapa de implementação, alguns softwares de autoria permitem a organização dos elementos numa estrutura hipertextual. É importante que a programação da interface desenvolva-se a partir do planejamento do aplicativo, no caso pedagógico, a partir do método de ensino, a estrutura e os elementos considerados como potencializadores no processo de ensino/aprendizagem. Para finalizar o processo, a fase de testes é importante para verificar se o aplicativo satisfaz as necessidades dos alunos, garantindo a funcionalidade do software.

Uma interface que potencialize o comportamento lúdico, incentivando o usuário a buscar, analisar, organizar as informações de acordo com seus próprios interesses, viabiliza uma nova forma de transmissão do conhecimento. Uma ferramenta bem elaborada que permita que o aluno explice suas idéias pode funcionar como uma ferramenta educacional de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança do antigo paradigma educacional. A investigação feita nesta pesquisa aponta grandes potencialidades educativas de um software dinâmico para o ensino de Resistência dos Materiais.

A análise do processo de concepção da interface do aplicativo "Laboratório Didático de Resistência dos Materiais", associada à reflexão teórica, possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa. O resultado prático pode ser observado através do CD-ROM anexo a este trabalho. Através dos procedimentos analisados e relatados espera-se colaborar com futuras pesquisas para a construção de interfaces multimidiáticas aplicadas ao ensino, particularmente da disciplina Resistência dos Materiais e áreas congêneres.

BIBLIOGRAFIA

- ASCOTT, Roy. *The architecture of cyberception*. ISEA'94, The 5th International Symposium on Eletronic Art. Helsink, Finland, 1994.
- ASSIS, Jesus de Paula. *Arquitetura de Informação em Multimídia*. In: Cadernos da Pós-Graduação, Campinas, Instituto de Artes, Unicamp, ano 2, vol. 2, 1998, pp. 118-125.
- BAECKER, Ronald & BUXTON, William. *Human-Computer Interaction*. U.S.A: Morgan Kaufmann Publishers, 1987.
- BAIRON, Sergio. *A Rede e o Jogo*. In: www.iponet.es/casinada/25rede.htm. 1998.
- BUITENDJIK, F. J. "O jogo humano". In: GADAMER, H. & VOGLER, P. (orgs.), *Nova Antropologia: o homem e sua existência biológica, social e cultural*. São Paulo: EPU/ Editora da Universidade de São Paulo, 1977.
- CAILLOIS, Roger. *Os jogos e os homens*. Lisboa: Editora Cotovia, 1990.
- CALVINO, Ítalo. *Seis Propostas para o próximo milênio*. São Paulo: Companhia da Letras, 1991.
- CHAMBAT, Pierre & LEVY, Pierre (orgs.). *Lês Nouveaux outils du savoir*. Paris: Éditions Descartes, Paris, 1991.
- CHÂTEAU, Jean. *O Jogo e a Criança*. São Paulo: Summus, 1987.
- CHAVES, Eduardo O. C. *Multimídia: conceituação, aplicações e tecnologia*. Campinas: People Computação, 1991.
- CORTAZAR, Julio. *O jogo da amarelinha*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1989.
- COTTON, Bob & OLIVER, Richard. *Understanding Hypermedia – from multimedia to virtual reality*. London: Phaidon Press, 1993.
- DONATI, Luisa A. P. *A utilização e as implicações de câmeras de vídeo na rede internet*. Dissertação de Mestrado: Unicamp, Campinas, 1999.
- DUCROT, O. & TODOROV, T. *Dicionário enciclopédico das ciências da linguagem*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1988.

- DUGUET, Anne Marie & PEYRON, Jean-Marc. *L'Odyssée du Virtuel*. In *Dossiers de L'audiovisuel*, Paris: I.N., n. ° 4, novembre/déembre, 1991.
- EDWARDS, Alistair D. N. & HOLLAND, Simon. *Multimedia Interface Design in education*. NATO ASI Series, Vol. 76, 1990.
- FELDER, R.M. & SILVERMAN, L.K. *Learning Styles and Teaching Styles in Engineering Education*. New York: Annual Meeting of the American Institute of Chemical Engineers, 1987.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GADAMER, Hans-Georg. *A atualidade do Belo: A Arte como Jogo, Símbolo e Festa*. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro, 1985.
- GALVIS, Álvaro H. *Software educativo multimedia aspectos críticos em su ciclo de vida*. disponível em <<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio/15.htm>> Acesso em 10 set. 2000.
- GETZELS, J. & JACKSON, P. *Creativity and Intelligence*, NY. : Willey, 1962.
- GOMOLL, Kathleen. "Some Techniques for Observing Users". In LAUREL, Brenda. *The Art of Human-Computer Interface*. U.S.A.: Addison-Wessley Publishing Company, 1994.
- HUIZINGA, Johan. *Homo Ludens*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1993.
- JOYCE, Michael. *Of two minds: hypertext pedagogy and poetics*. Michigan: Univ. of Michigan, 1995.
- LANDOW, George. *Hypertext: the convergence of contemporary critical theory and technology*. Baltimore: John Hopkins Univ. Press, 1993.
- LAUREL, Brenda (org.). *The Art of human-computer interface design*, U.S.A.: Addison-Wessley Publishing Company, 1994.
- LEÃO, Lucia. *O Labirinto da Hiperídia: Arquitetura e Navegação no ciberespaço*. São Paulo: Iluminuras, 1999.

- LEMOS, André L. M. *Anjos Interativos e retribalização do mundo. Sobre interatividade e interfaces digitais.* Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/pesq/cyber/lemos/interac.html>>. Acesso em 3 out. 1998.
- LEVY, Pierre. *O que é virtual?* São Paulo: Editora 34, 1996.
- _____. *Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.* Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993
- _____. *Cibercultura.* São Paulo: Editora 34, 1999.
- MACHADO, Arlindo. *Pré-Cinemas & Pós-Cinemas.* Campinas: Ed.Papirus, 1997.
- _____, *Máquina e Imaginário: o desafio das poéticas tecnológicas.* São Paulo: Edusp, 1993.
- MANZINE, Ezio. *Artefacts: Vers une Ecologie de L'environnement Artificiel.* Paris: CGP, 1991.
- MCLUHAN, Marshall. *Os meios de comunicação como extensões do homem – understanding media.* São Paulo: Editora Cultrix, 1971.
- MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à Educação do Futuro.* DF: Unesco, 2000.
- MOUNTFORD, Joy S. "Tools and Techniques for Creative Design". In LAUREL, Brenda. *The Art of Human-Computer Interface.* U.S.A.: Addison-Wessley Publishing Company, 1994.
- NORMAN, Donald. *The design of everyday things.* Doubleday, 1990.
- PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças – repensando a escola na era da informática.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PARENTE, André (org.). *Imagem/Máquina.* Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.
- PEREIRA, Adriana Camargo. *A interface lúdica na multimídia aplicada ao ensino.* In: Cadernos da Pós-Graduação, Campinas: Instituto de Artes, Unicamp, ano 3, vol. 3, n.2, 1999.

- PIAGET, Jean. *Psicologia da Inteligência*. São Paulo: Fundo de Cultura, 1967.
- _____. *A formação do símbolo na criança – imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. Rio de Janeiro: Ed. Zahar, 1978.
- PLAZA, Julio. *Videografia em videotexto*. São Paulo: Hucitec, 1986.
- PRADO, Gilberto & DONATI, L. P. & CARVALHO, H. *Sites na web: considerações sobre o design gráfico e a estrutura de navegação*. Disponível em <<http://wawrwt.iar.unicamp.br/producao.htm>> Acesso em 07 out. 99.
- PRESSMAN, R.S. *Engenharia de Software*. São Paulo: Makron Books, 1995.
- _____. *Software Engineering Resources*. Disponível em <<http://www.rspsa.com/spi/>> Acesso em 3 out. 2000.
- ROSENFELD, Louis & MORVILLE, Peter. *Information Architecture for the World Wide Web*. USA: Ed. O'Reilly & Associates, 1999.
- SANTAELA, Lucia. *Cultura das mídias*. São Paulo: Razão Social, 1992.
- SANTOS, Laymert Garcia dos. *O Homem e a Máquina*, in: *Imagens*, n.3, Campinas: Editora da Unicamp, dez. , 1994.
- SILVA, Dulcimira C. M. *Os Jogos do Olhar: Imagens de Nosso Tempo*. Tese de Doutorado. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1998.
- THIOLLENT, M. "Problemas de metodologia". In: FLEURY, A. C. & VARGAS, N. (orgs). *Organização do Trabalho*. São Paulo: Atlas, 1983. p. 54-83.
- TUFTE, Edward. *Envisioning Information*. Graphics press, 1990.
- VALENTE, José Armando. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica Central da Unicamp, 1993.
- VANNUCCHI, Hélia A. *Rompendo com as expectativas dos usuários da web*. In: *Cadernos da Pós-Graduação, Instituto de Artes, Unicamp, Campinas*, vol.3, n.1, 1999, pp. 111-118.
- VAUGHAN, Tay. *Multimídia na prática*. São Paulo: Makron Books, 1994.
- VIGOTSKY, L. S. *Psicologia e Pedagogia. Bases Psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento*. São Paulo: Moraes, 1991.

WEISSBERG, Jean-Louis. "Real e Virtual". In *Imagem Máquina*, Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994, p. 117-126.

WRIGHT, Frank Lloyd. *El futuro de la arquitectura*. Buenos Aires: Poseidon, 1954.