UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO COMPUTACIONAL,
VALENDO-SE DA HIPERMÍDIA COMO RECURSO DE ENSINO-
APRENDIZAGEM EM ENDODONTIA**

ÉRICO DE MELLO LEMOS

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade de São Paulo,
para obter o Título de Mestre, pelo Programa
de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Endodontia

São Paulo

2001

Data da Defesa: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____

Julgamento:_____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Julgamento:_____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Julgamento:_____ Assinatura: _____

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO COMPUTACIONAL,
VALENDO-SE DA HIPERMÍDIA COMO RECURSO DE ENSINO-
APRENDIZAGEM EM ENDODONTIA**

ÉRICO DE MELLO LEMOS

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade de São Paulo,
para obter o Título de Mestre, pelo Programa
de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Aun

São Paulo

2001

DEDICATÓRIA
E
AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar Deus, fonte da vida, da razão, da verdade e que se revela à nossa consciência pela eternidade absoluta. Obrigado por minha existência.

À Marta, a quem dedico este trabalho, que sempre incentivou meu estudo, deu apoio para que eu pudesse realizá-lo, soube compreender as dificuldades e teve muita paciência.

Aos meus filhos Diego e Caio que nunca entenderam porque desde que eles nasceram eu estou “sempre neste computador”. Eles tem nove e oito anos.

Aos meus pais Lorival e Cida

Primeiros e eternos mestres

Traduzindo amor, verdade e vida

Aos meus irmãos Maurilo, Andréa e Reni

Por todos os momentos de nossas vidas

À toda a minha família, por saber
que nela os grandes são pequenos e os
pequenos, grandes. E sempre o serão...

Este trabalho é o resultado de muito empenho e seriedade.

Sua realização jamais seria possível sem vocês.

Ao meu orientador, **Professor Dr. Carlos Eduardo Aun**.

Pela primeira oportunidade como docente, pelo incentivo, colaboração e liberdade em todas as fases desta dissertação, acreditando em minha capacidade durante estes anos. Meus sinceros agradecimentos e admiração.

Ao **Professor Dr. João Humberto Antoniazzi** pelo conhecimento ímpar, colaboração, incentivo e paciência.

Ao Professor **Hildeberto Francisco Pesce**, *in memoriam*, pelo conhecimento acumulado durante os seminários que coordenou.

Aos Professores e amigos **Giulio Gavini** e **Celso Luiz Caldeira** que, com competência, caráter e integridade, influenciaram minha formação.

Ao Professor **José Luiz da Silva Lage-Marques**, pelo incentivo e apoio no desenvolvimento desta dissertação.

Aos Profs. **Antonio Carlos Bombana**, **Manoel Eduardo de Lima Machado**, **Igor Prokopowitsch**, **Marcelo dos Santos** e **Abílio Albuquerque Maranhão de Moura** que, sem restrição, me acolheram na Faculdade de Odontologia.

Aos amigos e colegas de ensino Eduardo Calil, Danilo Minor Shimabuko, Fátima Negrão Salemi, Eduardo Akisue, Ricardo Godoy, Marili Doro Andrade Deonizio, Weber Bueno de Andrade, Mary Caroline Skelton Macedo, Luciana Corrêa, Alexandre Barberini, Selma Cristina Cury Camargo e Antônio Hélio de Freitas e Silva.

Aos colegas de mestrado Rodrigo, Evandro, Cristina, Claudia, Liliane, Crystiane, Diana, Arturo, Elce, Silvia e Juniô, pela saudável convivência e solidariedade.

Aos colegas da Disciplina de Endodontia da FO-UNICID e FO-UNISANTA, que me fizeram crescer, com seu apoio e me fortalecendo cada vez mais.

Aos amigos Luis Bezerra Sandes, Neusa Mazzoni e Ana Maria de Souza, as bibliotecárias Vânia e Luzia pela revisão bibliográfica e a professora Maria Tereza Santoro pela impecável revisão de português.

SUMÁRIO

p.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GLOSSÁRIO

RESUMO

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3 PROPOSIÇÃO.....	56
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
5 RESULTADOS.....	84
6 DISCUSSÃO.....	107
7 CONCLUSÕES.....	159
REFERÊNCIAS.....	161
SUMMARY.....	167

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Disposição de diretório (e-endo), sub-diretórios (geral\...\...) e arquivos (htm), destinados à navegação na forma de páginas, correspondentes ao 1º, 2º e 3º níveis hierárquicos no CD-ROM.....	79
Figura 4.2 – Disposição de arquivos auto-executável (autorun.inf) e <i>Plug-in Shockwave</i> (Flash®) na raiz do CD-ROM.....	80
Figura 5.1 – Página inicial do aplicativo da Disciplina de Endodontia.....	84
Figura 5.2 – Página da estrutura de diretórios (CD-ROM)	86
Figura 5.3 – Página de apresentação.....	86
Figura 5.4 – Página referente à configuração interna dental (parte I).....	88
Figura 5.5 – Página referente à configuração interna dental (parte II).....	88
Figura 5.6 – As palavras grifadas e em azul, bem como as imagens são hiperlinks para outras páginas.....	89
Figura 5.7 – Exemplo de como as imagens podem ser visualmente aumentadas, com descrições anatômicas detalhadas.....	90
Figura 5.8 – Exemplo da página acessada a partir do link da Figura 5.5 representando, de forma dinâmica, os aspectos radiográficos dos pré-molares superiores.....	91
Figura 5.9 – Métodos utilizados para o estudo da anatomia interna dental, acessados a partir do link textual.....	92
Figura 5.10 – Página de cirurgia de acesso endodôntico para os pré-molares superiores.....	93
Figura 5.11 – Videoclipe de cirurgia de acesso e painel de controle de vídeo.....	94

Figura 5.12 – Página de instruções para exercício de odontometria.....	95
Figura 5.13 – Página de exercício de odontometria.....	96
Figura 5.14 – Formulário para preenchimento, composto por identificação, cálculos odontométricos, respostas e botões Limpar e Enviar.....	96
Figura 5.15 – Página destinada aos sites, com os hiperlinks: FOU SP; ECLER; USP On-Line; BIREME e MEDLINE.....	98
Figura 5.16 – Exemplo de página carregada a partir do acionamento do hiperlink FOU SP.....	99
Figura 5.17 – Página “Auto-Avaliação Cognitiva” com seleção “Sim ou Não”.....	100
Figura 5.18 – Página “Caderno de Anotações” para preenchimento textual; na parte superior está a identificação com nome, número USP e período (Diurno / Noturno).....	101
Figura 5.19 – Página de referências, acessada a partir do botão Referências, contido no menu de navegação.....	104
Figura 5.20 – Página acessada a partir do acionamento do botão “Sair”, do menu navegacional.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGP - **A**ccelerator **G**raphics **P**ort (adaptador de vídeo que contém um co-processador gráfico; atualiza o vídeo mais rapidamente que a CPU e libera a CPU para outras tarefas).

AIFF - formato de som usado originalmente em computadores Apple e Silicon Graphics (SGI); armazena arquivos em forma de onda, em um formato monoauricular de oito bits.

AVI – **A**udio **V**ideo **I**nterleave (formato padrão de vídeo digital para Windows).

BIT - **B**inary digit (dígito binário); o zero ou o um do sistema binário de numeração; no processamento e armazenamento de dados, um bit é a menor unidade de informação tratada pelo computador, sendo representada fisicamente por um elemento específico.

CAI - **C**omputer **A**ssisted **I**nstruction (Instrução Auxiliada por Computador ou Instrução Assistida por Computador - uso de computador para auxiliar alunos no aprendizado de algum assunto).

CBT - **C**omputer **B**ased **T**raining (Treinamento Baseado em Computador - uso de computador para treinamento e instrução).

CCE – **C**entro de **C**omputação **E**letrônica (USP).

CD - **C**ompact **D**isk (formato de disco compacto).

CD-ROM – **C**ompact **D**isk **R**ead **O**nly **M**emory.

CD-R - **C**ompact **D**isc-**R**ecordable (tipo de CD-ROM que pode ser gravado em um gravador de CD e lido em uma unidade de CD-ROM).

CD-RW - **C**ompact **D**isc-**R**ewritable (tipo de CD-ROM que pode ser regravável em um gravador de CD e lido em uma unidade de CD-ROM).

CGI – **C**omom **G**ateway **I**nterface (interface construída a partir das linguagens C, Perl, Java ou Visual Basic, que possibilita a formação de páginas em HTML mais dinâmicas).

CMYK – **C**yan, **M**agenta, **Y**ellow, **B**lack.

CPU - **C**entral **P**rocessing **U**nit (unidade central de processamento).

DPI – **D**ots **P**er **I**rch (unidade utilizada para indicar a resolução de uma imagem digital).

DVD – **D**igital **V**ideo **D**isc - disco de vídeo digital (tecnologia de armazenamento 4,7; 8,5; e, 17 GB em disco ótico, com possibilidades de codificar imagens, sons e dados de computador em um CD).

EAD – **E**nsino **À** **D**istância.

FAPESP – **F**undação de **A**mparo à **P**esquisa do **E**stado de **S**ão **P**aulo.

FOUSP – **F**aculdade de **O**dontologia da **U**niversidade de **S**ão **P**aulo.

GB – **G**igabytes.

GIF – **G**raphics **I**nterchange **F**ormat (formato de imagem composta por mapas de bits).

HTML – **H**iper**T**ext **M**arkup **L**anguage (linguagem utilizada para a confecção de hipertextos para Internet).

HTTP – **H**iper**T**ext **T**ransfer **P**rotocol (protocolo de transferência de hipertextos utilizado na Internet).

Internet – **I**nternational **N**et (rede internacional de informações).

Intranet – (rede interna a uma dada organização, protegida de acessos externos).

JPEG – **J**oint **P**hotograph **E**xpert **G**roup (formato de imagem com sistema de compressão).

KB – **K**ilobytes.

MAC - **M**edia **A**ccess **C**ontrol (série bastante conhecida de computadores pessoais, lançada em janeiro de 1984 pela Apple Computer Corporation).

MB – **M**egabytes.

MEMEX – **M**emory **E**xtender.

MIDI - **M**usical **I**nstrument **D**igital **I**nterface (interface digital para instrumentos musicais).

MIT – **M**assachusetts **I**nstitute of **T**echnology (Boston E.U.A.).

Modem - **M**odulator/**d**emodulator (equipamento de comunicação que permite a um computador transmitir informações por linhas telefônicas comuns).

MPEG – **M**oving **P**icture **E**xpert **G**roup (conjunto de padrões de compactação de áudio e vídeo estabelecido pelo Joint ISO/IEC Technical Committee on Information Technology; o padrão MPEG tem diferentes tipos, projetados para funcionar em diferentes situações).

OCR - **O**ptical **C**aracter **R**ecognition (reconhecimento óptico de caracteres).

PC – **P**ersonal **C**omputer (computador pessoal).

PCI - **P**eripheral **C**omponent **I**nterconnect (especificação lançada pela Intel Corporation, define um sistema de barramento local que permite a instalação de até dez placas de expansão, compatíveis com PCI).

Pixel – (**Pix**) **e**lements (cada ponto em uma matriz retangular de milhares de pontos iguais que são "pintados" individualmente para produzir uma imagem na tela do computador ou no papel da impressora).

RAM - **R**andom **A**ccess **M**emory (memória baseada em chips semicondutores que podem ser lidos e gravados "escritos" pelo microprocessador e outros dispositivos).

RGB – **R**ed, **G**reen, **B**lue.

SIAE - **S**istema Integrado de **A**poio ao **E**nsino.

SVHS – **S**uper **V**ideo **H**ome **S**ystem (formato de vídeo analógico com qualidade superior ao VHS).

TGA - **T**ruvision **G**raphics **A**dapter (abreviatura de TARGA).

TIFF - **T**agged **I**mage **F**ile **F**ormat ou **T**ag **I**mage **F**ile **F**ormat.

URL - **U**niform **R**esource **L**ocator (endereço de um recurso na Internet ou de um site).

USP – **U**niversidade de **S**ão **P**aulo.

VHS - **V**ideo **H**ome **S**ystem (formato de vídeo analógico com qualidade inferior ao SVHS).

WBT - **W**eb **B**ased **T**raining (Treinamento Baseado na Web).

WEB – teia em inglês; metonímia de World Wide **Web**.

WWW – **W**orld **W**ide **W**eb (teia mundial de informações).

GLOSSÁRIO

Auto-executável – (auto-play; auto-reprodução; autorun.inf) recurso do Windows 95 ou versão superior, que permite operar um CD-ROM automaticamente; quando um CD é inserido em uma unidade de CD-ROM, o Windows procura pelo arquivo AUTO-RUN.INF no CD; se o arquivo for encontrado, o Windows 95 vai abri-lo e executar suas instruções, que são em geral a instalação de uma aplicação a partir do CD-ROM para a unidade de disco rígido do computador, ou iniciar a aplicação uma vez que ela tenha sido instalada.

Bancos de Dados - conjunto de arquivos inter-relacionados que são criados e gerenciados por DBMS (**D**atabase **M**anagement **S**ystem) - sistema de gerenciamento de banco de dados; qualquer coleção de dados armazenada eletronicamente.

Broadcast - assim como no rádio e na televisão, é uma transmissão enviada a mais de um receptor.

Browser - programa que permite ao usuário ler o hipertexto ou lista de arquivos; programa usado para navegar, pesquisar, pagnar e folhear pela Internet.

Browsing – navegador; programa que permite ao usuário navegar em um aplicativo ou Internet.

Download – programa que permite transferir uma cópia de um arquivo de um computador remoto para outro computador, através de um modem ou de uma rede.

Drive – acionador de disco; uma área retangular oca no chassi de um computador, projetada para conter uma unidade de disco.

DVD – **D**igital **V**ideo **D**isc (disco de vídeo digital), tecnologia de armazenamento (4,7; 8,5; e, 17 GB) em disco ótico, na qual é possível codificar imagens, sons e dados de computador em um CD.

Hardware - máquinas e equipamentos (CPU, discos, unidades de fita, modem, cabos, impressora, mouse, etc.); quando em operação, um computador é hardware e software; sem um deles, o outro é inútil - "é armazenamento e transmissão".

Hiperdocumento - documento desenvolvido a partir da tecnologia de hipertexto: organização não linear de informações em programa de computador.

Hipermídia - banco de dados de hipertexto, constituído de diferentes tipos de informação (fotografia, som, voz, texto e vídeo).

Hiperlink – elo de hipertexto.

Hipertecnologia - tecnologia que faz uso da hipermídia/hipertexto.

Hipertexto - forma de apresentação ou organização de informações escritas em que blocos de texto estão articulados por remissões, de modo que em lugar de seguir um encadeamento linear e único, o leitor pode formar diversas seqüências associativas, conforme seu interesse.

Home - Posição inicial ou início de um documento.

Hypercard - sistema de desenvolvimento de aplicativo para os computadores Macintosh e Apple.

Ícone - representação de um objeto em tela de computador por meio de uma pequena figura (arquivo, programa, disco, etc.); usada em interfaces gráficas.

Interface - conexão e interação entre hardware, software e usuário.

Label – Rótulo, etiqueta ou identificador (uma palavra, símbolo ou outro grupo de caracteres usado para identificar um arquivo, um meio de armazenamento, um elemento definido em um programa de computador, ou um item específico de um documento como uma planilha ou gráfico).

Link – forma reduzida de hiperlink, nó ou elo de hipertexto.

Logo - linguagem de programação de computador de alto nível, destacada por sua fácil utilização e por suas capacidades gráficas; muito usada para o ensino de programação às crianças, desenvolvida por Seymour Papert, MIT, 1968.

Menu - Lista de opções na qual o usuário de um programa pode selecionar a ação desejada.

Multimídia - divulgação de informações sob mais de uma forma. Inclui uso de texto, áudio, gráfico, gráfico com animação e vídeo com movimento.

Nó - ponto de interconexão em uma estrutura ou rede; link.

Plug-ins – pequenos programas conectados às páginas em HTML, destinados a executar determinadas ações; por exemplo, execução de animações.

Raiz - nível superior de um conjunto de informações hierarquizadas; a raiz é o ponto de onde todos os subconjuntos se ramificam em uma seqüência lógica que vai refinando progressivamente o seu foco.

RealAudio - software da Web que transmite, por fluxo, informações de áudio ao vivo ou pré-gravadas a um cliente, como um navegador da Web, através da descompactação instantânea para que essas informações possam ser reproduzidas para o usuário do navegador da Web, em tempo real.

Rede - organização de objetos que estão interconectados - conjunto de nós interconectados por ligações.

Rede de distribuição - ação de enviar informações, através de uma rede.

Rede de informações - número de bancos de dados interconectados, usando normalmente linhas telefônicas e modems, permitindo que uma grande quantidade de dados seja acessada por um número maior de usuários.

Rede Semântica - rede de significados de palavras ou símbolos usados em programas.

Sistema Operacional – (SysOp) conjunto de programas e de arquivos de dados; o sistema de gerenciamento de bancos de dados é usado no processamento de tipos específicos de informação.

Site; Homepage – página de entrada em um site da Web, ou de outro sistema de hipertexto ou de hipermídia; geralmente contém uma apresentação geral e um índice, com elos de hipertexto que remetem às principais seções de conteúdo do site, visando facilitar a navegação pelo sistema; página inicial ou página (default).

Slot – **Expansion Slot**: um soquete contido em um computador, que é projetado para conter placas de expansão e conectá-la aos barramento do sistema (a via de dados).

Software – em um sistema computacional, o conjunto dos componentes que não fazem parte do equipamento físico propriamente dito e que incluem as instruções e programas (e os dados a eles associados), empregados durante a utilização do sistema; qualquer programa ou conjunto de programas de computador; produto que oferece um conjunto de programas e dados para uso em computador.

Targa – formato de arquivo de gráficos de varredura da Truevision, Inc., que gerenciam cores de 16, 24 e 32 bits; *raster graphics* (gráficos de varredura); *video graphics board* (placa gráfica de vídeo); marca de uma série de placas gráficas de vídeo de alta resolução.

Videoclipe - arquivo que contém um pequeno elemento de vídeo, em geral um trecho de uma gravação maior.

Videodisco – disco laser; um disco óptico, usado para gravação de vídeo com movimento, usando a tecnologia Laser Vision, desenvolvida pela Philips.

Wave - Wav - formato de arquivo no qual o Windows armazena os sons em forma de onda; esses arquivos têm a extensão .wav.; dependendo da frequência da amostragem, se o som é mono ou estéreo, e se 8 ou 16 bits; um minuto de som pode ocupar tanto 644 kilobytes quanto 27 megabytes de espaço de armazenamento.

RESUMO

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO COMPUTACIONAL, VALENDO-SE DA HIPERMÍDIA COMO RECURSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM EM ENDODONTIA

O material educativo (parcialmente composto pela configuração interna dental e cirurgia de acesso endodôntico), bem como o tema para o exercício escolhido, utilizados neste aplicativo, são de caráter experimental. Para sua produção, todas as modalidades audiovisuais normalmente utilizadas no ensino tradicional pela Disciplina de Endodontia foram parcialmente digitalizadas e processadas, o que possibilitou a exploração das potencialidades da tecnologia hipermídia. Os recursos pedagógicos dessa ferramenta permitiram instrumentalizar o corpo discente para uma exploração ativa do tema e exclusivamente centrada no aluno.

O objetivo deste trabalho constituiu-se no desenvolvimento de aplicativo computacional, valendo-se da hipermídia como recurso de ensino-aprendizagem em Endodontia, de modo a:

- Permitir uma exploração interdisciplinar do tema e de recursos audiovisuais;
- Possibilitar uma navegação não-linear e interativa das informações, com características motivadoras de aprendizagem, baseadas em buscas e associações e veiculadas em diferentes mídias.

Alunos e Professores da Disciplina de Endodontia compuseram o público alvo. A sala de aula é o ambiente ideal para utilização deste aplicativo. Conquanto o aplicativo computacional possa residir nos laboratórios de informática, nas bibliotecas, em CD-ROM; possa ser acessado em ambiente restrito ou em rede local (Intranet) e sua aplicação no grupo de alunos não seja descartada, a exploração mais indicada é a individual.

1 INTRODUÇÃO

No princípio do novo milênio, o impacto das novas tecnologias da informação e da comunicação no cotidiano das pessoas é mais evidente do que nunca. Essa revolução tecnológica impulsiona rumo a uma nova sociedade, onde a velocidade de propagação da informação e do conhecimento passarão a ter valores inestimáveis.

A revolução que está ocorrendo nas telecomunicações e na informática é irreversível e se assemelha, quanto ao seu impacto, àquela provocada pelo surgimento da imprensa em 1450, na Alemanha, quando Gutemberg popularizou a escrita, colocando em operação a primeira máquina de imprimir da História. Imaginava-se que esse seria o ápice do conhecimento e a forma mais eficaz de transmitir o saber. De fato, a imprensa tem sido uma realidade nos últimos cinco séculos.

A mudança daquela realidade acontece com a criação do primeiro computador, em 1944; com o surgimento dos computadores de uso pessoal nos anos 80 e com a criação dos softwares de comunicação, nas últimas

décadas, ou seja, através de avanços tecnológicos que permitem a intensa disseminação da informação.

Toffler (1983), em seu livro “A Terceira Onda”, faz um relato das três eras sucessivas da civilização humana. A primeira surgiu no início dos tempos e vigorou até finais do século XVII. A sociedade, nesse período, caracterizava-se por ser essencialmente agrícola. A segunda era ocorreu após o século XVII e se fundamentou por apresentar um grande desenvolvimento industrial. A terceira onda (era) da civilização está baseada principalmente na chamada "sociedade da informação". Lucena (1994), Negroponte (1995), Zuffo (1997), Dyson (1998) e Tori (1998) corroboram com essa afirmação.

Este último processo foi alavancado sobretudo pela rápida e incessante evolução dos computadores e dos sistemas de comunicação. Tal evolução pode ser caracterizada pelo desenvolvimento dos microprocessadores, os quais continuam seguindo a “Lei de Moore”: na década de 70, o co-fundador da Intel, Gordon Moore, previu que o poder de processamento dos chips dobraria a cada dezoito meses. Graças principalmente à criação da fibra óptica, pode-se dizer que hoje vivemos num mundo totalmente interconectado, concretizando a verdadeira "*aldeia global*" preconizada, em 1977, pelo teórico da comunicação canadense M. McLuhan.

Estas mudanças estruturais se exprimem principalmente pelo carácter de produção, na transição da sociedade industrial para a chamada

sociedade da informação. Na primeira, a ênfase está no produto. A educação é centrada no ensino da técnica e dos meios de produção para obter o produto final de modo mais eficiente. Na era da informação, a ênfase se desloca para a prestação de serviços, com a educação centrada no aluno, de modo a permitir construir sua própria aprendizagem.

Segundo Piaget (1967), o construtivismo é uma das correntes teóricas empenhadas em explicar como a inteligência humana se desenvolve, partindo do princípio de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio ambiente. A idéia é que o homem não nasce inteligente, mas também não é passivo sob a influência do meio, isto é, ele responde aos estímulos externos, agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento de forma cada vez mais elaborada.

O que se observa na sociedade da informação é o crescente poder de disseminação das informações, de forma fantástica e em tempo recorde. Hoje, os computadores estão por toda parte: nas empresas, nas escolas, nas casas, no cotidiano das pessoas.

Apesar de o computador não ensinar ninguém a redigir ou a pensar, os recursos por ele disponibilizados permitem obter agilidade para escrever e pensar. Seu uso facilita ainda a aquisição de informação, sua reprodução e comunicação. Papert, criador da linguagem LOGO, afirmou, em 1980, que o computador deve ser visto como um objeto com o qual pensar.

Nunca se publicou tantos livros e artigos como no final do século XX. Isto se deve ao computador, como ferramenta nas tarefas de reescrita e reorganização dos textos. Com ele, modificar um ordenamento de idéias se torna um ato simples de digitação, que demora apenas alguns segundos. Na máquina de escrever seria preciso rebater todo um texto para inverter-se um parágrafo.

Ler, escrever ou pesquisar com um teclado e um monitor tornou-se um trabalho mais simples e mais produtivo. Num disco óptico, como um CD-ROM, por exemplo, uma enciclopédia inteira pode ser armazenada, facilitando o acesso do estudante às informações de que precisa.

Além de grande economia de tempo, o uso do computador cria possibilidades de conhecimento ilimitadas. Através da Internet, sem sair do lugar, vinte e quatro horas por dia, pesquisa-se sobre tudo. Relacionando palavras, tem-se acesso aos mais variados bancos de dados, aos equipamentos mais sofisticados da Nasa, ou às obras do Museu do Louvre.

O DVD (disco de vídeo digital) é um dispositivo capaz de armazenar 4,7; 8,5; e, 17GB de imagens, sons ou dados.

Conectado à rede mundial, o computador agrega praticamente todas as ferramentas de comunicação, informação e entretenimento, desde televisão, cinema, rádio, telefone, correio, videogame, videofone, até a palavra escrita. Desta forma, ele possibilita a interatividade e a globalização das informações.

É importante salientar que qualquer experiência no sentido de substituir o professor na sala de aula é uma atitude infrutífera e plenamente rejeitável. A figura do professor como um agente facilitador da aprendizagem é essencial para o ensino em classe. Contudo, ele não pode, nos dias atuais, desconhecer as tecnologias de informação e comunicação. Essa solicitação envolve desde uma necessidade de capacitação técnica para a manipulação de ferramentas tecnológicas de modo eficiente, até cuidados maiores para com a qualidade da informação e sua transmissão, consolidando um novo fazer pedagógico.

Marcovitch (1998) - Reitor da USP - no simpósio "Universidade e Novas Tecnologias: Impactos e Implicações" (p.14), ressalta que:

"As várias tecnologias de comunicação criam novas fronteiras para o professor, habituado a ver a sala de aula como um espaço desconectado do mundo externo. Isso implica na preservação do papel do docente e lhe oferece a possibilidade de enriquecer e aprimorar os processos de aprendizagem. Significa, ainda, abrir mão de práticas passadas, preservar o essencial e aprender o uso de novas tecnologias".

Por sua vez, Abreu & Masetto (1990, p.11) afirmam que:

"Seu papel (do professor) não é ensinar, mas ajudar o aluno a aprender; não é transmitir informações, mas criar condições para que o aluno adquira informações; não é fazer brilhantes preleções para

divulgar a cultura, mas organizar estratégias para que o aluno conheça a cultura existente e crie cultura”.

Segundo Tori (1998, p.81), *“o paradigma do professor como centro difusor do conhecimento e o aluno como simples paciente de um processo de ensino há muito foi ultrapassado, ao menos para os estudiosos da área de educação”.*

Para Passarelli (1993, p.3), *“o conhecimento é como uma teia de idéias interconectadas que atravessa vários domínios...”.*

A Escola Tradicional, porém, mantém uma visão limitada e restrita aos processos convencionais de consulta e pesquisa.

A Universidade do terceiro milênio não pode mais ignorar as profundas alterações que as novas tecnologias de informação e comunicação introduziram na sociedade contemporânea. Ela precisa perceber que essas tecnologias criam novas maneiras de aprender a aprender, isto é, uma aprendizagem do mundo que se faz de forma participativa.

A abrangência de pontos de vista, a quantidade crescente de informações, o enriquecimento de novas idéias, conceitos, paradigmas, teorias e debates em tempo real e imediato precisam ser incorporados pela Universidade como instituição geradora, mantenedora e delegadora do saber humano, caso a Universidade pretenda sobreviver com o papel que a sociedade lhe destinou.

A revolução tecnológica mudou muito a sociedade nas últimas décadas. Nesse processo de mudanças, a educação tem que se adaptar não somente às novas necessidades da sociedade da informação, mas assumir também um papel de ponta, isto é, inovador e de percepção do futuro.

Um processo de ensino-aprendizagem à altura da sociedade da informação é aquele que se preocupa com o fato de que cada ser humano possui uma forma diferenciada e particular de aprendizagem. Ou é aquele que se pauta segundo a teoria de que as inteligências e habilidades são múltiplas e devem ser trabalhadas e desenvolvidas (Gardner, 1994). Tal processo exige conhecimento, informações, formas de apresentação e manipulação, bem como estratégias diferenciadas, múltiplas, multi-sensoriais, abrangentes e em constante mutação.

Para propor um aplicativo computacional que logre um processo de aprendizagem harmonioso e eficaz, é necessário identificar uma concepção de educação (construtivismo, behaviorista, instrucionismo, interacionismo, construcionismo, inteligências múltiplas, entre outras) que deverá perpassar a utilização dessa tecnologia. O emprego da hipermídia como tecnologia educacional – recurso ou estratégia - vem de encontro a esta evolução do mundo da informação e das novidades tecnológicas, mas deve respeitar o sistema de ensino tradicional, projetando-o para futuras mudanças.

A nova tendência pedagógica, baseada no conceito construtivista (onde o aluno é o sujeito principal no processo de aprendizagem – p.3) tem

como estratégia estimular a análise e a capacidade de argumentar que leve a um processo criativo e inovador.

Educadores e especialistas questionam a utilização do computador como elemento efetivo no processo de desenvolvimento da capacidade de criar e pensar. Afirmam que o computador não pode ser inserido na educação como máquina de ensinar, mas como ferramenta facilitadora do raciocínio. Enfim, uma reflexão sobre a concepção de aprendizagem que integre a utilização dessa tecnologia na prática educativa é, hoje, fundamental.

O desenvolvimento do aplicativo computacional (valendo-se da tecnologia hipermídia aplicada ao ensino-aprendizagem de uma determinada disciplina) deverá proporcionar uma exploração interdisciplinar do tema, desencadeando a aquisição abrangente de informações, conhecimentos, habilidades e comportamentos que venham de encontro com os objetivos educacionais e sociais planejados. Entre as vantagens do aplicativo computacional, estão:

- a estimulação da auto-avaliação, em termos de habilidades adquiridas, que possibilitará ao aprendiz investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar suas idéias iniciais, permitindo-lhe ainda construir seu próprio conhecimento;
- o acesso às informações de forma interativa, num contexto não-linear, que constituirá papel relevante para o desenvolvimento deste aplicativo computacional. A interatividade tem sido o

conceito de muitas das reformas propostas na área da educação (Passarelli, 1993; Gardner, 1994; Lucena, 1994; Vieira, 2001).

As potencialidades pedagógicas proporcionadas pela tecnologia hipermídia, bem como a facilidade no desenvolvimento, atualização e compatibilidade com novos equipamentos, produtos e sistemas operacionais, constituem atualmente uma das principais ferramentas utilizadas mundialmente nos campos da comunicação e da informação.

Essa solução multimídia (aplicativo computacional de hipermídia) não dispensa os recursos tradicionais utilizados em sala de aula, tais como livros, quadro e giz, áudio, vídeo, etc. Todos os recursos possíveis devem estar integrados nesse ambiente, possibilitando ao aluno, através do contato com as mais diversas ferramentas, desenvolver plenamente seu potencial de aprendizagem.

O emprego das novas tecnologias na educação foi percebido no passado com alguma reserva. A aceitação de computadores na educação nem sempre foi otimista como é hoje. Há alguns anos atrás, educadores e outros especialistas afirmavam que os computadores eram máquinas isoladas e, conseqüentemente, isoladoras. Dizia-se que o computador afastava as pessoas da realidade e do convívio social. De fato, o uso do computador era uma atividade individual. Então para que usá-lo no ensino?

A multimídia, agregada ao hipertexto e distribuída a partir do CD-ROM - em rede local (intranet) ou através da rede mundial (Internet) - quebrou

esse paradigma. O computador - conectado a uma gigantesca rede global - tornou-se um mecanismo de comunicação.

A realidade contemporânea confirma o pensamento de McLuhan (1977) *apud* Abreu & Masetto (1990, p.50) de que "*o meio é a mensagem*", onde o autor propõe que o meio (a mídia) por si só é tão ou mais importante quanto o material que ele comunica. A mídia, hoje, chama-se hipermídia e a nossa pergunta tornou-se: como usá-la no ensino de Endodontia?

A estrutura de ensino da Endodontia não foge à regra tradicional, baseada na presença de um professor, do qual depende todo o processo de ensino em sala de aula. O professor é ainda um verdadeiro "vertedouro" de informações, conhecimento e experiência.

No entanto, cabe perguntar se a hipermídia, usada como recurso educacional, pode contribuir para a melhoria na qualidade do ensino na Universidade e, em particular, à Disciplina de Endodontia.

Será um aplicativo com tecnologia hipermídia simplesmente o equivalente eletrônico de uma apostila ou de um livro comum? O que essa tecnologia oferece de diferente, de inovador? Como será sua aceitação por parte de professores e alunos?

Fundamentado nas potencialidades que a tecnologia hipermídia proporcionam, sou otimista: a possibilidade da utilização de texto, imagem, animação, áudio, vídeo e simulação computacional, integradas e inter-

relacionadas através do contexto não-linear das informações, tornou-se uma promissora ferramenta de auxílio à educação.

Pode-se dizer que em sistemas baseados na tecnologia hipermídia não há uma maneira ordenada de "ver/ler" uma página. O aluno respeita a sua maneira peculiar e o seu ritmo de aprender: ele segue o hipertexto, explorando-o até satisfazer suas necessidades de aprender.

Entretanto, a característica mais importante da tecnologia hipermídia é a interatividade. O aprender no computador exige uma postura ativa do aluno. A máquina não pensa, somente recebe instruções. Cabe ao aluno "comandá-la".

Portanto, a proposta deste trabalho é estudar: como utilizar o computador e a hipermídia para o aperfeiçoamento do ensino-aprendizado em sala de aula. Mais especificamente, da configuração interna dental, da cirurgia de acesso endodôntico e da técnica odontométrica. Os temas foram selecionados aleatoriamente para o desenvolvimento deste protótipo.

A proposição do presente estudo é instrumentalizar o docente de modo a conhecer; entender e dominar as metodologias envolvidas na utilização dessa ferramenta pedagógica de apoio ao ensino-aprendizagem em Endodontia.

A instrumentalização do docente significa que ele terá como tarefas:

- identificar as principais ferramentas que podem ser aplicadas no ensino-aprendizagem em Endodontia (recursos audiovisuais, hipertexto, multimídia, hipermídia, computação gráfica, etc.);
- estudar os procedimentos e os recursos necessários para a criação de conteúdo didático, utilizando as ferramentas descritas acima.

Tal metodologia prevê, de modo experimental, a criação de material didático-interativo para o ensino presencial. O trabalho fundamentou-se exclusivamente no desenvolvimento de soluções multimídia interativas, ligadas com: estrutura da informação; aplicabilidade dos recursos tecnológicos dos vários meios audiovisuais; projeto gráfico (design, leiaute e composição); legibilidade; acessibilidade; interatividade; ambiente rápido, aberto e democrático; atualizável e infinito, entre outros recursos. Essas soluções funcionam como guia ou manual, pois instruem, com clareza, sobre os procedimentos necessários para criar novos conteúdos, utilizando as ferramentas disponíveis.

Conquanto seja cada vez mais intenso o uso de recursos audiovisuais na educação, o ensino da Odontologia e, em particular, a Disciplina de Endodontia ainda não o explorou de maneira eficiente.

De acordo com Passarelli (1993); Machado (1997); Tori (1998); Corrêa (2001) acredito ser extremamente válido o emprego dos mais diversos recursos de hipertexto e multimídia no ensino. Seu uso, principalmente como complemento cognitivo na sala de aula, bem como uma

extensão dela, serve não só para ilustrar e esclarecer a matéria, mas também para estimular o aluno, despertando a curiosidade e criatividade através de um ambiente intuitivo, desafiador e lúdico. Desta forma, o aluno passa a se interessar e a "participar" da disciplina, buscando mais detalhes sobre certos tópicos, resolvendo testes e exercícios, trocando informações com seus colegas e professores.

Trabalhar com tecnologia ainda em fase de desenvolvimento e amadurecimento, como é o caso da hipermídia e de muitas ferramentas computacionais, é ainda uma tarefa complicada. Apesar da visão otimista contemporânea, encontramos algumas dificuldades no emprego das novas tecnologias no ensino, seja por falta de recursos, seja pela não aceitação/colaboração de alunos e professores. Nesse sentido, lembramos a frase de Andrew Grove, ex-presidente e um dos fundadores da Intel, *apud* Isaacson (1997, p.2): *"A tecnologia acontece. Ela não é boa, ela não é ruim"*. Pode-se dizer que vivemos um momento de experimentação. A tecnologia computacional não veio substituir o professor, mas adicionar.

Enfim, justifica-se esta primeira experiência, valendo-se da tecnologia hipermídia como um novo recurso de ensino-aprendizagem em Endodontia.

Acreditamos que este trabalho vai capacitar o docente para a compreensão e o desenvolvimento de metodologias eficientes para aplicações da tecnologia hipermídia. O treinamento do docente versará sobre os sistemas de organização da informação, o trabalho em grupo, as

interfaces eficientes de usuário, a diagramação visual, etc., com o objetivo de ampliar sua formação multidisciplinar.

Por todos os motivos apontados acima, recupera-se a questão proposta nesta introdução: como utilizar os recursos hoje disponíveis pela tecnologia hipermídia para aperfeiçoar o ensino dentro da sala de aula, sem excluir o atual modelo de ensino?

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura visa a caracterização dos conceitos hipertexto, multimídia e hipermídia, e a sua relação com a educação no processo de ensino-aprendizagem. Cada um desses conceitos possui, diferentes definições, segundo a fonte pesquisada e a área de interesse. Nos artigos científicos odontológicos, a maioria das definições desses termos estão ausentes; as que foram encontradas estão inseridas neste trabalho. A literatura especializada complementou essas definições. O objetivo foi esclarecer a origem e o significado dos termos, mais do que se chegar a um consenso sobre eles.

2.1 Hipertexto

O funcionamento do hipertexto, enquanto uma aplicação de armazenamento e recuperação de informações, foi previsto por Vannevar Bush, em 1945 (Vieira, 2000). Bush descreveu um dispositivo chamado MEMEX (Memory Extender), no qual um indivíduo poderia armazenar todas as informações que possuísse: livros, anotações, registros e comunicações. Através de microfilmes, alavancas, botões e sistemas de índice, seria possível localizar as informações requisitadas, visualizando-as através de

projeção em telas e realizando buscas progressivas ou regressivas. A idéia da projeção progressiva, segundo Bush, era oferecer uma facilidade de indexação associativa, segundo a qual cada item poderia sempre selecionar outro. Essa seria a característica essencial do MEMEX.

Embora seja considerado o precursor do hipertexto e tenha inspirado todos os seus desenvolvimentos posteriores, este projeto nunca foi implementado.

Nos anos 60, Engelbart & Nelson elaboraram conceitos a partir do sistema MEMEX, de maneiras diferentes. Em 1965, Nelson propôs o sistema XANADU e foi o primeiro a empregar a palavra "hipertexto" para descrever a visão de textos interligados, formando estruturas complexas (as informações eram então digitais, e não armazenadas em microfilmes). Engelbart percebeu a importância de se considerar as diversas abordagens para a interação usuário-computador, desenvolvendo várias ferramentas (como o mouse) para concretizar seu sistema interativo, apresentado em 1968. A partir de então, várias outras experiências e projetos implementaram estruturas e conceitos relacionados ao hipertexto (Vieira, 2000).

A exploração não-linear proporcionada pelo hipertexto, vem de encontro com as pesquisas neurofisiológicas relacionadas com as sinapses, sobre os padrões e as pendências cerebrais, e a memória, demonstrando o poder de associação da mente humana, apontando para o fato de que a associação produzida pelo cérebro não tem o padrão linear normalmente

utilizado na organização de informações, como documentos e livros que devem ser lidos em ordem pré determinada pelo autor.

O hipertexto pode ser definido como um sistema de representação de conhecimento, no qual os múltiplos elementos do conhecimento podem ser montados de maneiras diferentes, de acordo com as perspectivas dos usuários do sistema. Através de ligações (links), o hipertexto oferece mecanismos para se descobrir as relações cognitivas entre seções de assuntos relacionados. Uma de suas vantagens é permitir a exploração cognitiva através dessas ligações. Em outras palavras, o hipertexto procura simular o processo de associação realizado pela mente humana, rompendo com os padrões de organização linear da informação. Tal processo é possível por causa de sua estrutura e de suas facilidades de navegação não lineares, sendo um de seus propósitos melhorar estratégias de aprendizado existentes (McAleese, 1989; Miranda & Menezes, 1990; Nielsen, 1990; Vieira, 2000).

O hipertexto tem como objetivo principal apoiar a estruturação de idéias e conceber documentos com criatividade, possibilitando e auxiliando a geração e organização de informações.

Os principais atributos do hipertexto para a elaboração de trabalhos são, segundo Shneiderman (1991):

- ter um grande corpo de informações, organizadas em numerosos fragmentos;

- os fragmentos se relacionarem entre si;
- o usuário necessitar de uma pequena fração de informação de cada vez.

Para Miranda & Menezes (1990), a generalidade e flexibilidade do hipertexto fazem com que ele sirva para a armazenagem de documentos, uma vez que todos os tipos de informação podem estar contidos em seus nós, e seus usuários podem dar uma estrutura própria ao documento.

Machado (1997), acrescenta que as boas qualidades que caracterizam um sistema de hipertexto são:

- conectividade entre as informações;
- interface amigável;
- visualização do conjunto de informações;
- acesso compartilhado;
- recuperação e busca de dados;
- controle de versões.

Para Nielsen (2000), a utilização do hipertexto está associada a alguns parâmetros tradicionais, ou seja, ao custo, ao suporte e à confiabilidade com outros sistemas. O autor, porém, aponta outras características do funcionamento do sistema:

- fácil de aprender: os leitores rapidamente entendem os comandos básicos e as opções de navegação, e os utilizam para localizar a

informação desejada. Os autores de hipertexto são capazes de fazer modificações sem conhecer o contexto total da base de informações;

- eficiente de usar: é fácil para o leitor localizar um link e entender o seu significado em relação ao ponto de partida; o autor pode rapidamente construir uma estrutura de hipertexto que reflita o seu domínio de conhecimento;
- fácil de lembrar: após algum tempo sem usar o hiperdocumento, é fácil para o usuário lembrar como usar e navegar por ele. A regra do hipertexto é que, para o autor, deve ser sempre fácil retornar à base de dados e atualizá-la;
- ter poucos erros: em caso do leitor seguir um link errado, é fácil retornar à locação prévia;
- ser prazeroso de usar: o usuário tem a sensação de domínio do hipertexto e pode mover-se livremente.

Segundo Campos (1994), os computadores vêm sendo, cada vez mais, operados por indivíduos não especializados e a interação homem/computador torna-se, a cada dia, mais importante. Quanto maior o potencial para a interação dinâmica entre o homem e a máquina, melhor a participação ativa do usuário no diálogo, e maior seu envolvimento e motivação.

De outra parte, o hipertexto é aplicável como modelo para o armazenamento de documentos, devido à sua generalidade e flexibilidade. Ele é geral, na medida em que todos os tipos de informação podem estar

contidos em seus links e é flexível, na medida em que os usuários podem impor uma estrutura própria ao hiperdocumento (Miranda & Menezes, 1990).

2.2 Multimídia

Em seu significado mais abrangente, o termo multimídia aplica-se à exposição das informações por meio da integração de diferentes meios, tais como textos, imagens fixas ou animadas, gráficos, som e vídeo em uma única apresentação. Essa integração depende da imaginação de cada um que cria/faz o trabalho, bastando para isso possuir um hardware e software.

A multimídia dá vida às telas de informação, oferecendo possibilidades, tais como efeitos sonoros e visuais. Seu uso didático adiciona animação às aulas de forma ponderada, e a atenção normalmente é estimulada. A multimídia mudou a maneira de usar o computador, transformando-se em uma ferramenta para auxiliar no processo ensino-aprendizagem e transportando-nos para a era da informação. A multimídia poderá fazer com que o processo ensino-aprendizagem de matérias curriculares deixe de ser considerado monótono e passe a ser uma tarefa divertida e agradável.

O termo multimídia refere-se às várias formas de mídia (meios) ou maneiras de comunicação, como por exemplo: e-mail (correio eletrônico ou mensagem que pode conter voz, texto, som, imagem, vídeo e links).

A multimídia pode ser também entendida como forma de divulgação de informações, ou seja, através de texto, de áudio, de gráfico, desenho animado (no formato GIF ou Flash - Macromedia[®], entre outros), e vídeo.

O desenvolvimento da computação gerou vários novos termos, como “realidade virtual” (RV), “inteligência artificial” (IA) e outros. Entretanto, esses termos não transmitem exatamente a idéia daquilo que representam. Já a multimídia retrata com fidelidade aquilo que realmente representa. Seja no caso em que se faça uso de três de seus elementos, como som, texto e imagem, ou de um projetor de slides, um equipamento de som e um retroprojetor para ilustrar uma aula expositiva, por exemplo. Nos dois casos, caracteriza-se uma representação multimídia. Porém, uma propaganda que faça uso somente de som e imagem (isto é, de dois elementos) não caracteriza, ou não é uma apresentação multimídia. Como se pode notar, para que uma apresentação seja caracterizada como multimídia, é necessário que se faça uso de pelo menos três meios ou mídias.

A grande vantagem da multimídia é permitir a interatividade e mesmo interferir na seqüência das apresentações, ou seja, o usuário de multimídia não é um ser passivo, tendo a opção participativa de escolher o nível de aprendizado que deseja, como é o caso de um programa educativo em uma disciplina específica, como o nosso. Outros modernos meios de comunicação não permitem esse desenvolvimento. As multimídias podem ser consideradas ferramentas para a comunicação com as massas.

Em 2001, Karlsson salientou que todos os aspectos do uso do computador são importantes, acrescentando que o computador não é apenas uma máquina simples, mas se constitui, em si mesmo, em um multimeio. O autor complementa que o computador é uma ferramenta de integração, que pode ser usada para muitos projetos (onde se inclui correio, telefax, telefone, jornal e, até mesmo televisão). Combinado com as facilidades de multimídia externa (que, como se disse anteriormente, podem ser integradas), passa a ser utilizado como uma ferramenta para inferenciar nossas vidas dentro da sociedade da informação.

Segundo Semeteys, *apud* Neves & Mucheroni (1996, p.8-10), o computador é:

“uma evolução tecnológica, cultural e econômica que está se desenvolvendo e emerge do encontro de dois mundos que até então se ignoravam: o universo informático - marcado pela razão, pela tecnologia e pela interatividade - abre uma janela para o mundo do vídeo, livre, da imaginação”.

O principal produto da multimídia é o CD-ROM, que tem a grande vantagem de armazenar som, imagem e vídeo, e com capacidade de comportar mais informações do que o disquete.

No entanto, existe uma variedade de aplicações e conceitos para os CD-ROMs, pois em termos tecnológicos não representa tanto. A memória de armazenagem do CD-ROM é grande e, por isso, ele tem maior capacidade

de armazenamento de dados, sons e vídeos, além de maior precisão, segurança e durabilidade devido a sua leitura ser ótica. O CD-ROM apresenta ainda vida útil de uso ilimitada. Sua lógica, porém, é a mesma do disquete magnético, ou seja, é a lógica binária, onde não há possibilidades de opções complexas de estocagem. Os CD-ROMs são, atualmente, disponibilizados com 650MB para armazenar dados e com 74 minutos para áudio. Com referência às mídias, CD-R ou CD-RW são mídias para gravar ou re-gravar, respectivamente.

Segundo Chaves (1991, p.2-9), a multimídia é:

“...o resultado da reunião de um conjunto de tecnologias de origens diversas, informática, comunicação, design, psicologia, fotografia, educação, vídeo, animação, gráficos, textos são algumas das áreas concernidas pelo tema... Fantásticos recursos de armazenamento e processamento de informações tornaram possível a interatividade dos sistemas com os usuários num nível que há poucos anos só era concebível no universo da ficção científica... O mundo mágico da multimídia só aparece com as criações que dão vida aos discos-óticos: os sistemas que são rodados neles. Esses sistemas podem ser voltados para infinitas aplicações: educação, treinamento, publicações, publicidade, criação, vendas, entretenimento, etc. Podem ainda ser usados para criar outros sistemas - tantos quantos se queira... Uma rápida manipulação pode abranger todo tipo de

informação: do texto ao filme, passando pela foto, pelo desenho e pelo som”.

Atualmente, o termo multimídia é entendido como sinônimo de hipertexto, de uma maneira mais ampla, devido à imagem e ao som digital, que engloba em seu contexto vídeos, textos, gráficos, tabelas e figuras.

Em 1991, Picher *et al.* afirmaram que a diferença entre multimídia e hipermídia - para um programa composto por imagem, áudio e vídeo - não é necessariamente uma aplicação multimídia e uma aplicação hipermídia. Os autores reservaram o termo hipermídia para aplicações que permitem aos usuários navegar de maneira não linear através de textos, imagens e sons.

Para Santos *et al.* (2000), os programas educativos multimídia podem ser avaliados em diferentes “dimensões de interesses”, destacando-se, entre elas, a aprendizagem efetiva.

Na elaboração de um aplicativo multimídia, o autor deve se utilizar dos recursos disponíveis, observando os aspectos que facilitarão a navegação pelo usuário. Segundo Martin (1992), alguns desses recursos são:

- estimular uma boa estruturação do documento;
- estruturar o documento de maneira claramente visível para o usuário;
- proporcionar ao usuário uma navegação visível e de alta velocidade, através de sua estrutura;

- permitir que o usuário possa voltar com facilidade a nós que já atravessou;
- possibilitar a volta do usuário de maneira instantânea aos pontos de origem, quando se sentir perdido.

Quando se trata de multimídia, um dos aspectos que não pode ser esquecido é o da interatividade para a apresentação de informações. Ao se combinar vídeo, gráfico, figura, link e texto, está-se obtendo um multimídia. Essa combinação multimídia, em um hipertexto ligado entre si, resultará em um hipermídia, conforme se verá no próximo item deste capítulo.

2.3 Hipermídia

Engloba hipertexto e multimídia. Embora haja autores que entendam hipertexto e multimídia como sinônimos, pode-se dizer que há uma diferença entre eles, uma vez que a multimídia é a combinação de texto, imagem parada ou animada, vídeo e áudio, e o hipertexto caracteriza-se por permitir que, no próprio texto, uma palavra (link) sofra uma ação (através de clique com o mouse). Neste último caso, através do clique do mouse, pesquisa-se sobre o assunto ao qual a palavra se refere, ou seja, o leitor tem a liberdade de navegar de acordo com os assuntos de sua preferência, mantendo a leitura sob controle. Uma outra forma de pesquisa é através de uma tela que contém os vários assuntos em parágrafos, permitindo ao usuário acessar aquele que possa lhe interessar mais. O material agendado na tela pode ser um artigo, um livro ou mais livros ou artigos. O hipertexto tem ainda a

vantagem de conter ligações (links) de retorno, a fim de que o leitor sempre possa voltar ao ponto de origem do texto onde apareceu a ligação.

Aspen Movie Map é considerado o primeiro sistema hipermídia. Ele foi desenvolvido por Andrew Lippman e pela equipe no MIT, em 1978. Esse sistema foi implementado com um conjunto de videodiscos, contendo fotos de todas as ruas da cidade de Aspen (Colorado), para permitir uma viagem simulada pela cidade virtual.

Os sistemas comerciais de hipermídia foram desenvolvidos a partir de 1985. O primeiro a ser colocado no mercado foi o GUIDE, criado como projeto de pesquisa por Peter Brown, na Universidade de Kent, em 1982. Esse sistema foi comercializado pela Office Workstation Limited (OWL), em 1986, para "rodar" em PCs.

Em 1987, a APPLE lançou o Hypercard (definição - p.48), criado por Bill Atkinson, com características de fácil utilização e aprendizado.

Outros sistemas de hipermídia comercialmente disponíveis foram introduzidos para as diversas plataformas (sistemas operacionais). Entre outros, podemos citar o INTERMEDIA, o NoteCards e o KMS.

O uso interativo da hipermídia como recurso educacional levará a um aumento da qualidade epistemológica de um determinado assunto, uma vez que esse procedimento proporciona maior independência ao aluno no planejamento, na aquisição de conhecimento e na resolução de problemas. Seu uso educacional pressupõe, entretanto, a inclusão de guia e supervisão tutorial.

Segundo Karlsson (2001), uma completa cobertura do conteúdo do curso não conduz o estudante à curiosidade explorativa e a uma atitude científica do conhecimento e da aprendizagem.

A hipermídia tem possibilidades de suprir os alunos com grande quantidade de informações. Com o “interfaciamento” em rede, a aprendizagem pode acontecer independentemente de tempo e lugar, e a educação individualizada é possível. Combinada com a comunicação mediada por computador e software educacional, o estudante tem uma ferramenta para a educação dentro e fora da sala de aula.

Ainda com relação à diferença entre multimídia e hipermídia, Picher *et al.* (1991), esclarecem que um software composto por imagens e sons não é necessariamente uma aplicação multimídia; e uma aplicação multimídia não é necessariamente uma aplicação hipermídia. Os autores reservam para esse último termo as aplicações onde o usuário navega de maneira não linear, através de textos, imagens e sons.

Os hipertextos causaram mais uma revolução na facilidade das comunicações através das redes de distribuição e informações. A partir dela, houve uma revolução mais acentuada da ferramenta chamada hipermídia, que veio adicionar os modos de interagir com as diversas inteligências preconizadas por Gardner (1994, p.22-29).

Paralelamente, os microcomputadores acompanharam essas mudanças citadas acima, com o aparecimento de tecnologias como CD-

ROM, DVD-ROM; scanners, monitores interativos, fax-modem, mesas digitalizadoras, sintetizadores de áudio e voz, entre outras.

McDaid (1991), define hipermídia como uma extensão do termo hipertexto, pois ele implica ligação e navegação através de dados armazenados em diversas mídias: texto, gráficos, sons, músicas, vídeo e outros.

Em 1993, Schwabe & Rossi, *apud* Machado (1997), definem hipermídia como sendo um estilo de construção de sistemas para a criação, a manipulação, a apresentação e a representação da informação, de modo que:

- a informação se armazena em uma coleção de nós multimídia;
- os nós se encontram organizados de forma implícita ou explícita, e em uma ou mais estruturas (ambientalmente, uma rede de nós conectadas por links);
- os usuários podem acessar a informação, navegando através das estruturas disponíveis.

Segundo Lucena (1994, p.18), o hipertexto/hipermídia:

“apresenta a capacidade de arrumar documentos em trechos e combiná-los conforme a necessidade de compreensão ou de organização, utiliza a linguagem natural usada nos textos dos documentos para gerenciar desvios interativos, ou seja, para permitir que o usuário “navegue” (browsing) pelo documento, relacionando

informações e idéias, escolhendo e controlando o caminho que lhe for mais adequado. O principal recurso do sistema hipertexto é sua interação com a base de dados de documentos. A flexibilidade que esse sistema oferece ao usuário na recuperação de textos, figuras, sons e filmes de vídeo constitui um paradigma de ponta na concepção do processo de ensino-aprendizagem”.

O paradigma "hipertexto/hipermídia" tem despertado grande interesse em usuários de todas as áreas de atividade. Esse interesse se deve à possibilidade de unificação dos conceitos úteis em todas as atividades tradicionais (sejam elas humanas ou automatizadas), de armazenamento e de manipulação de informações em quantidades elevadas.

O desenvolvimento dos sistemas de hipertexto/hipermídia rompe com os padrões de organização linear da informação. O fato de terem uma estrutura não linear e possibilitarem uma navegação fácil os aproxima da estrutura e do modo de funcionamento da memória humana. Entretanto, como a hipermídia resulta em um ambiente de representação do conhecimento flexível e tem certa analogia com as formas associativas da mente humana, torna-se necessário segundo especialistas, repensar a filosofia com que tem sido elaborado os mais variados aplicativos educacionais de hipermídia.

Analisando os aplicativos de hipertexto/hipermídia, Pimentel (1999) encontrou as seguintes facilidades:

- permissão ao usuário de gerar ligações em suas anotações particulares;
- permissão de acesso simultâneo, por vários usuários, ao mesmo documento;
- manutenção automática de diversas versões do mesmo documento;
- suporte para que os nós não contenham apenas textos, mas também gráficos, sons, imagens fixas ou animadas, etc;
- suporte para que vários usuários tenham acesso ao sistema de modo distribuído;
- visualização gráfica dos nós das redes e de suas ligações;
- visualização de vários links simultaneamente na tela, utilizando um sistema de janelas.

2.4 Classificação dos usuários hipertexto/hipermídia

Sistemas de autoria são programas que possibilitam ao usuário-autor a criação de ferramentas de multimídia interativa (hipertexto/hipermídia), através da manipulação das mais diversas formas de mídia (texto, imagem, som, vídeo e animação). Sistemas deste tipo possuem um paradigma de autoria específico, que definirá de que maneira o usuário-leitor irá interagir com o sistema, manipulando os seus recursos, durante o desenvolvimento de uma aplicação.

2.4.1 Usuário autor

Para se elaborar um texto de maneira aceitável e compreensiva, é necessário um especialista no assunto do hiperdocumento. Ele é quem

detalha os conteúdos, cria os nós e faz as ligações entre eles, ou seja, ele é quem faz o desenho do modelo do aplicativo que conterá as informações que serão comunicadas ao usuário leitor.

O material que irá compor a multimídia deve ser pesquisado, organizado, assimilado, escrito e produzido um script que, como uma peça de teatro descreve a aparência ou cenário e a ativação dos diversos componentes e mídias no momento desejado.

Na elaboração de um projeto hipermídia, além do sistema de autoria (hiperdocumento) para o desenvolvimento do aplicativo propriamente dito, faz-se necessário o auxílio de outros sistemas de apoio que podem ser incorporados, por meio de funções como importe de imagens, vídeos, animações, sons, gráficos, tabelas e diagrama, concebidos e tratados em outros programas, conforme as características individuais de cada mídia.

Salienta-se, que a elaboração de um hiperdocumento deve prever todas as interações do hipertexto com as mais variadas mídias.

São diversas as peculiaridades que as ferramentas de autoria devem ter:

- capacidade de listar os nomes dos nós, os índices, os sinônimos, etc.;
- disponibilidade de um conjunto de funções de editoração;
- disponibilidade de comandos para formatação de tela;
- disponibilidade de controle de versões;
- capacidade de controle de segurança;

- confiabilidade;
- controle de cores;
- troca rápida dos modos de autoria e leitura;
- disponibilidade de busca e substituição de funções em nós múltiplos;
- criptografia;
- compressão de dados;
- facilidades para gráficos e vídeos;
- capacidade de exportar arquivos para outros sistemas;
- capacidade de integração com outros softwares/hardwares;
- possibilidade de acesso a CD-ROM, e outros dispositivos de armazenamento de informações;
- operacionalidade em rede local;
- possibilidade de acesso ao banco de dados por vários usuários.

Atualmente, os programas utilizados para o desenvolvimento de aplicações multimídia (*PhotoShop* – Adobe®; *Flash* – Macromedia®; *Première* - Adobe®; Gravador de som - Micorsoft®; Mídia player - Micorsoft®; entre outros) contam com um número muito grande de ferramentas para a elaboração de sofisticados aplicativos de autoria, proporcionando criatividade ilimitada para o usuário autor.

Essa criação e integração de imagens, animação, vídeo e áudio (multimídia) com o documento textual (hipertexto), requer mais tempo de aprendizagem do que os sistemas de autoria empregados anteriormente

(aplicativos educacionais), dos quais foram utilizados apenas textos e menus.

Apontamos, a seguir, alguns dos princípios a serem observados na elaboração de sistemas de autoria para aplicativos hipertexto/hipermídia:

- o maior número de ligações existentes no documento acarreta uma rica conectividade do hipertexto;
- links óbvios devem ser evitados, de forma que cada nó sirva a um propósito claro;
- devem ser considerados o espaçamento das linhas e a quantidade de informações a serem incluídos em uma tela;
- as telas não devem exigir muitas informações anteriores;
- no projeto da tela é muito importante o leiaute visual.

2.4.2 Usuário leitor

Quem gera o hiperdocumento deverá proporcionar ao usuário-leitor a facilidade de navegação, a fim de que o usuário possa, de uma maneira simples, extrair aquilo que deseja conhecer, podendo ainda relacionar os caminhos que forem de encontro ao seu objetivo.

O programa que permite ao usuário ler o hipertexto ou hipermídia chama-se browsers ou navegador. Com ele, o usuário tem a possibilidade de verificar os conteúdos dos links e navegar de um link para outro, tem um acesso rápido ao link desejado, pode procurar por tópicos, palavras-chave, entre outros.

Basicamente, o leitor pode navegar em um hiperdocumento de três maneiras:

- seguindo as ligações (links) e analisando o conteúdo das janelas/páginas (*frames*) abertas;
- buscando alguma informação na rede ou em parte dela, através de palavras chave;
- ou navegando através do gráfico da estrutura do documento.

Por mais flexível que o hiperdocumento se apresente, em qualquer das alternativas citadas, haverá uma rigidez hierárquica das possibilidades de ligações, o que norteará o leitor na escolha e definirá previamente os caminhos que ele poderá seguir.

2.5 Elementos básicos de um hipertexto/hipermídia

De uma maneira simplificada, os autores Berk (1991); Breitman (1993); Passarelli (1993); Machado (1997); Melly (2000); Nilsen (2000) definem cada elemento da interface destinados à navegação, como se segue:

- **nó/link**: fragmento de informação que descreve uma idéia ou um conceito. É a unidade de informação num hiperdocumento;
- **ligação/hiperlink**: referência eletrônica cruzada que faz a conexão entre dois links;
- **botão**: possível ponto de desvio do conteúdo de um link;

- **mapa:** provê a visualização do conjunto de links e os relacionamentos existentes entre eles;
- **trilhas:** seqüências de links que foram percorridas pelo usuário durante uma sessão de navegação aleatória no hiperdocumento;
- **excursões:** trilhas pré-definidas;
- **versões:** capacidade de preservar as diversas edições históricas de criação do hiperdocumento;
- **segurança:** restrição de acesso a informações contidas no hiperdocumento;
- **rede:** conjunto de nós interconectados por ligações.

Oportuno salientar a diferença entre interação (navegador) e interface (aplicativo). Interação inclui todos os aspectos condizentes do ambiente hipermídia, tais como: texto, imagem, animação, áudio e vídeo (leiaute do aplicativo). Interface é somente uma parte do sistema com o qual o usuário entra em contato por meio do plano perceptivo, cognitivo e físico.

Segundo Estevam & Sagre (1992), a escolha do estilo de interação e dos dispositivos deve considerar o mínimo esforço humano na busca de uma relação amena, em relação aos seguintes processos humanos:

- **perceptivo:** fornecendo estímulos visuais, auditivos e táteis;
- **cognitivo:** fornecendo consistência em relação a informações já familiares aos usuários que são necessários à recepção, interpretação e manipulação de informações;
- **físico:** necessários para operar e dialogar com o computador.

Para Campos (1994), a garantia e a dinâmica do hipertexto/hipermídia e uma boa interface com o usuário baseiam-se, entre outras, no uso de recursos sonoros e visuais, tais como: imagens, vídeo, animação, gráficos e textos.

O hipertexto pode ser definido segundo Conklin (1987), como um dado base que é organizado não linearmente. O dado base consiste de nós e links entre os nós. O conteúdo de um nó é apresentado em uma janela/página da tela do computador.

Em geral, a hipermídia pode ser vista como um método de ligar muitos tipos de informação de diferentes aplicações.

Neste trabalho utiliza-se o termo hipermídia para alguns aspectos do hipertexto, da hipermídia e da multimídia. Um sistema hipermídia odontológico deve ter os seguintes componentes:

- um dado base com links não lineares entre os nós;
- um método de apresentar vários tipos de dados diferentes;
- uma ferramenta para apoiar a resolução de problemas;
- um sistema de navegação.

O documento hipermídia, hiperdocumento ou ainda aplicação hipermídia, pode ser definido como um banco de dados, organizado como uma rede, onde os nós unidos, por ligações, contém trechos de informação.

2.6 Critérios para utilização das mídias eletrônicas

Segundo Corrêa (2001), as bases de produção de material didático (ex.: Patologia Geral e Bucal – FOUSP) para a Internet devem seguir os mesmos princípios aplicados para sites destinados a outras funções, tais como lazer, comércio etc.

As ferramentas normalmente utilizadas para o desenvolvimento de homepage são as mesmas aplicadas para a criação de um aplicativo em hipermídia ou produção de mídias interativas (Nielsen, 2000; Melly, 2000; Corrêa, 2001).

Para Nielsen (2000), um site deve ser, antes de tudo, usável. Para o autor, isso implica simplicidade, isto é, as páginas devem primordialmente comunicar tudo a todos, com pouco esforço do usuário. Isso implica em abrir mão, às vezes, de leiaute mais bem elaborados e criativos e investir na objetividade das informações. O autor reforça ainda que o melhor avaliador do desempenho do site é o usuário e recomenda pesquisas constantes junto a eles, que procurem medir o grau de aceitação e de facilidade de manejo das páginas.

Em 2001, Schultz *et al.* elaboraram um catálogo no qual contemplam os critérios mínimos que as mídias eletrônicas devem possuir para serem aplicáveis à área médica. Os critérios foram baseados nas necessidades do usuário e se aplicam a situações em que predomine o ensino e/ou a prática

médica. Dentre os inúmeros quesitos elencados por esses autores, destacam-se:

- a adaptação do conteúdo ao público;
- a informação quanto a direitos de cópia;
- o aplicativo deve iniciar sem qualquer sistema de instalação, nem interferir no sistema operacional do computador;
- figuras grandes devem estar disponíveis em menor tamanho; o acesso aos dados deve ser amigável, isto é, deve haver uma combinação inteligente entre elementos on-line e off-line; uma nova janela do navegador deve ser aberta somente quando houver necessidade, sendo visível essa abertura ao usuário por intermédio da manutenção de estilos diferenciados entre uma janela e outra;
- a data da última atualização deve estar presente; o conteúdo em texto deve ser consistente e compacto;
- o leiaute, a fonte e a formatação devem mostrar consistência;
- a regra “um tópico, uma janela” deve ser obedecida sempre que possível;
- a semântica dos hiperlinks deve estar explícita por intermédio de links auto-explicativos;
- o acesso à informação deve ser direto, através de instrumentos de orientação (índices, setas de páginas anterior e posterior, comentários referentes a textos anteriores e posteriores etc.);

- deve existir um sistema de busca que contenha as informações de todo o site ou aplicativo;
- nas aplicações didáticas, o uso de diferentes formas de apresentação (vídeo, animação, som e imagens) deve ser preferível em relação a uma apresentação contendo somente texto;
- a cor do fundo e dos elementos de controle devem ser discretas, não interferindo na legibilidade do texto.

Por sua vez, Melly (2000) elaborou textos de orientação básica de diagramação de páginas, bem como algumas "dicas" de linguagem HTML, que ajudam a incrementar a interatividade e a manipulação das mídias interativas.

Novelli *et al.* (2001) também coordenaram uma avaliação de novas mídias nas atividades pedagógicas e as considerações técnicas e estéticas envolvidas nessas produções. Estes autores descreveram critérios para a utilização das tecnologias de informação e comunicação destinadas às práticas de ensino e pesquisas interdisciplinares. Trata-se de um projeto que contou com o apoio do SIAE (Sistema Integrado de Apoio ao Ensino), um programa das Pró-Reitorias de Graduação e Pós-Graduação da USP. Esses critérios se resumem em conceitos de acessibilidade, legibilidade, leitura, cor, navegabilidade, interatividade e recursos adicionais, entre outros. Eles foram transcritos de modo a colaborar no desenvolvimento de sistemas hipermídia.

Diante dessas informações conceituais partimos para etapa seguinte, que se constituiu na busca de entender a hipermídia no processo ensino-aprendizagem, a fim de poder aplicá-la na elaboração de nossa proposta de trabalho.

2.7 Hipermídia no processo de ensino-aprendizagem

A relação evolutiva do conhecimento entre o sujeito e o seu meio (por exemplo: tecnologia hipermídia), ou seja, o indivíduo reconstrói suas ações e idéias quando se relaciona com novas experiências ambientais ou uma forma de adaptação das pessoas à sua realidade diária. Nas circunstâncias críticas da vida ou para a tomada de decisão e resolução de problemas, principalmente no que cerne à área de Saúde, caracterizada pela grande quantidade de conhecimento, as pessoas não dispõem de um professor às suas ordens. Em tais momentos de dificuldades, elas dependerão, exclusivamente, do que sabem ou já vivenciaram; as suas experiências acumuladas. O estudo mais inteligente é o auto-dirigido, que as mesmas fazem por sua conta. Segundo especialistas da área, esta é a forma mais eficaz de ensino-aprendizado.

A hipermídia introduz a interatividade no ensino-aprendizado, propiciando o diálogo ativo com o mundo do conhecimento, apresentando informações através de um contínuo canal de escolhas individuais. Essa tecnologia nos permite navegar e determinar os caminhos a seguir de acordo com nossos interesses e nosso próprio ritmo. Portanto, é conhecimento, é pesquisa, é participação, sensibilizando assim, para novos

assuntos, novas informações, diminuindo a rotina e nos ligando com o mundo, trocando experiências entre si, conhecendo-se, comunicando-se, enfim, educando-se.

A construção de sistemas de apoio ao ensino para área de saúde tem explorado o uso da hipermídia como recurso para organizar e permitir acesso diferenciado às informações.

Ao desenvolver produtos computacionais que possam auxiliar no processo ensino-aprendizagem, deve-se tomar cuidado na escolha da ferramenta a ser usada. Uma forma eficiente é usar ferramentas que ofereçam versatilidade de uso e que sejam mais fáceis de manipulação da informação, das mais variadas mídias. Isso significa que não se pode limitar esse processo somente com informações em forma de texto. Deve-se permitir, sempre que possível, uma interação (vídeos, imagens, áudio e animações) mais agressiva do usuário, tanto autor quanto leitor, para que ele se sinta motivado a aprender os conteúdos propostos, as novidades, o que pode ser feito através das hipermídias.

O conjunto de tecnologias citado nesse trabalho (hipermídia educativa) é, atualmente, bastante indicado como uma modalidade ferramental de auxílio potencial no processo ensino-aprendizagem.

2.8 Hipermídia educativa

Na literatura, vários são os autores encontrados que assinalam as vantagens oferecidas pela informática educativa.

De acordo com Sánchez (2000), os aspectos positivos e que devem ser incorporados são descritos a seguir:

- a interação que se produz entre o computador e aluno;
- a possibilidade de dar atenção individual ao aluno;
- a potencialidade de ampliar as experiências a cada dia;
- o suporte do computador como ferramenta intelectual;
- a capacidade de outorgar ao aluno o controle do seu próprio ritmo de aprendizagem;
- o controle do tempo e seqüência de aprendizagem;
- o controle do conteúdo da aprendizagem pelo aluno;
- a possibilidade de utilização da avaliação como meio de aprendizagem (auto-avaliação).

Para Clunie & Souza (1995), o desenvolvimento de produtos educacionais requer o uso de ferramentas que sejam cada vez mais versáteis e que facilitem a manipulação dos vários meios. Isto significa que não se deve trabalhar só com a informação textual, pois ela limita a educação no sentido de busca de motivação, fixação e transferência de conteúdos. Os produtos computacionais educativos devem ter a capacidade de processar também diagrama, imagem animações, áudio e vídeo.

Petrushin (1993), aponta que, de acordo com as atividades do aluno, pode-se distinguir dois ambientes no processo de ensino-aprendizagem: ambiente passivo e ambiente ativo. No ambiente passivo desse processo, o aluno tem somente a possibilidade de ler ou observar as informações

preparadas pelo autor. Neste caso, sua participação fica restrita à escolha do caminho a ser percorrido. Num ambiente ativo, a atividade do aluno é direcionada para a construção de novas informações.

Escolheu-se a hipermídia para elaboração deste trabalho porque esta se apresenta como uma possibilidade importante para desenvolvimento do processo educativo, oferecendo caminhos que podem melhorar muito a qualidade e velocidade da aprendizagem e permitindo um elevado grau de interatividade e apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Restreps & Chacon (1992), a hipermídia desponta como uma possibilidade importante para a educação, porque promete melhorar a qualidade da mesma. Os sistemas de hipermídia permitem um alto grau de interatividade e apóiam os processos de aprendizagem de várias formas, ou seja:

- os professores podem usar aplicações das mídias interativas para implementar seus ensinamentos. Com isso, criam ambientes para capacitação e treinamento dos estudantes;
- o uso dessa ferramenta capacita professores e estudantes no utilização e manejo de máquinas e equipamentos;
- os estudantes que têm dificuldade com expressão escrita podem usar outros meios para se comunicarem, seja visual ou sonoro (texto narrado);

- as crianças e os jovens (acostumados a ver televisão, ouvir música e interagir com jogos de computador) podem encontrar nas aplicações de hipermídia uma forma mais completa e atrativa de aprender;
- as várias mídias também pode ajudar estudantes a criarem seus próprios materiais de estudo e a desenvolver idéias a respeito de conteúdos curriculares, (por exemplo, estudantes podem escrever documentos e encaderná-los);
- a hipermídia potencializa o trabalho conjunto, onde os estudantes conectados (Internet ou Intranet) podem adicionar novas idéias ao trabalho do outro, ou ao trabalho do professor.

Para Figueroa (1992), no topo das prioridades dos professores deve estar o desenvolvimento da habilidade de pensar de forma criativa, objetiva e analítica, culminando em modelos que venham facilitar a aprendizagem.

De acordo com Machado (1997), uma condição fundamental da educação, nas próximas décadas, é desenvolver meios que auxiliem a capacidade de aprender. A hipermídia tem a característica de integrar grandes quantidades de informação de diferentes tipos, o que permite que se consolide este paradigma nas escolas.

Campos (1994), afirma que, como ferramenta do professor, a tecnologia hipermídia possibilita o trabalho em equipes interdisciplinares e oferece muitas outras vantagens que ainda estão sendo descobertas. Entre elas, o autor destaca:

- elaboração de ambientes para capacitação dos estudantes e materiais didáticos diversos, explorando a conectividade e as relações entre as informações;
- aprimoramento dos conhecimentos do aluno, através do acesso a informações em diversos níveis de detalhamento;
- análise das trilhas percorridas;
- diagnóstico do desempenho dos alunos na navegação de um hiperdocumento, através da análise das trilhas percorridas.

Figuerola (1992), diz que oferecer um conjunto mais rico de materiais para o aprendizado e, com isto, contribuir significativamente para a exploração e pesquisa dos estudantes é uma característica da hipermídia para a educação. O autor acrescenta que a hipermídia permitirá aos estudantes simular eventos complexos e/ou fenômenos científicos, econômicos, históricos, e outros, explorando as variáveis e as relações que constituem este fenômeno.

Chaves (1991) atesta que o potencial inovador da hipermídia deve ser destacado, pois a simples manutenção do modelo tradicional de educação em sala de aula (como, por exemplo, a transmissão de informações e aprendizagem extremamente estruturada) é, no caso de um hiperdocumento, um exemplo claro de "reembalagem".

Reisman & Carr (1991), por sua vez, destacam algumas vantagens da hipermídia em relação aos programas do tipo CAI (*Computer Assisted Instruction*):

- aumento do uso de material pictórico e áudio;
- aumento do controle do sistema, feito pelo aluno;
- integração da instrução com outras aplicações;
- aumento do uso de simulações e resolução de problemas;
- compactação do sistema;
- sistemas de autoria e apresentação como gerenciador de mídia.

Segundo Campos (1994), é importante salientar também que a hipermídia permite ao professor/autor selecionar ligações a serem apresentadas aos diversos alunos/leitores, autorizando-os a fazer uso de apenas uma determinada visão do sistema. Ao determinar a seqüência que o aluno deverá seguir para navegar em um hiperdocumento, seja na autoria, seja em visões ou excursões, o professor estará proporcionando o modelo de aprendizagem, do contrário estaria apenas “reembalando” software do tipo exercício e prática e tutoriais.

De acordo com Chaves (1991), no sistema hipermídia, o aluno passa de mero receptor de informações (passivo) a manipulador e processador da mesma (ativo). Disso decorre que o aluno:

- decide a seqüência em que a informação vai ser apresentada ou recuperada, além de seu esquema de navegação pela informação;
- determina o ritmo e velocidade da apresentação do nó;
- controla repetições, avanços, interrupções, sempre podendo retornar para onde parou anteriormente;
- estabelece associações e interligações entre informações diversas.

Segundo Chaiben (2000), o desenvolvimento do espírito crítico do aluno é promovido quando exigimos sua atuação constante, sua observação, apreciação e raciocínio, ou seja, quando o aluno desenvolve a agilidade e organização do pensamento e é capaz de formular novas idéias.

De acordo com Campos (1994), o ambiente de aprendizagem centrado na hipermídia não é a única solução para os problemas da educação. Ele oferece, entretanto, alternativas para muitas das questões que caracterizam o obsoleto modelo de educação tradicional. Segundo o autor, a educação, na era da informação, exige um novo paradigma: inferir e interpretar. A hipermídia abre esta perspectiva ao levar os alunos a pensar e construir conhecimentos, aliando bases cognitivas com o estudo individualizado, ou seja, ações exigidas atualmente para um novo modelo educacional.

Campos (1994) ainda acrescenta que o paradigma da hipermídia traz a perspectiva de aproximar a educação para a sociedade da informação: valorização não só da aquisição do conhecimento mas, principalmente, das habilidades do pensamento. Segundo Campos, as novas tecnologias de comunicação e informação permitem a construção de hiperdocumentos que não só apresentam conhecimento, mas que constroem conhecimento, ou seja, oferecem ao aluno a oportunidade de construir e fazer anotações nos nós, criar novos nós e modificar ou fazer novas ligações.

Um sistema hipermídia desenvolvido por uma equipe multidisciplinar de professores, pedagogos, psicólogos, especialistas em informática

educativa e profissionais de informática, entre outros, poderá ser utilizado pelos alunos de forma individual e incremental para satisfazer seus interesses e características pessoais. O resultado poderá ser um ambiente aberto e flexível de aprendizagem, onde a possibilidade de criação de cenários abrirá espaços para sentimentos e buscas individuais.

Para Chaves (2000), quando os professores tiverem com o microcomputador a intimidade que hoje têm com o livro, descobrirão ou inventaram maneiras de inseri-lo em suas rotinas de sala de aula, encontrarão formas de criar, em torno do computador, ambientes ricos em possibilidades de aprendizagem que propiciarão aos alunos uma educação que motivará tanto quanto hoje o fazem os jogos computadorizados tridimensionais, os desenhos animados, os filmes de ação, e as músicas de sua escolha (“baixadas” gratuitamente pela Internet).

2.9 Ferramentas hipermídia

- *Hypercard*: produto da Apple Computers Inc, foi criado em 1989; funcionando apenas em Macintosh; foi, na época, um dos mais famosos hipertextos do mundo; utiliza a linguagem "*Hypertalk*".
- *Linkway*: semelhante ao *Hypercard*, foi distribuído pela *IBM*, em 1991, para ser utilizado com o mouse; disponível para não-programadores; trata-se também de um programa-autor; permite a criação de som, vídeo e desenho, gerando criações hipermídia.
- *Boxer*: ferramenta interativa, projetada para usuários leigos em computação; foi desenvolvido em 1987 por H. Abelson (do

Laboratório de Ciências da Computação do MT, Cambridge) e A. A. diSessa (da Escola de Educação, Universidade da Califórnia, Berkeley); utiliza uma caixa especializada, denominada porta ("port"), que dá uma visão direta do destino.

- *Multimedia Toolbook*: ferramentas atualmente mais utilizadas na produção de aplicativos hipermídia; possui linguagem de programação própria: "*OpenScript*", que trabalha com conceitos de objetos e mensagens.
- *Authorware*: ferramenta das mais indicadas para as áreas educacionais, pois, através da utilização de ícones, dispensa programação pesada; oferece rapidez e agilidade na implementação do produto final.
- *Iconauthor*: ferramenta que trabalha na mesma linha do *Authorware*; é também muito procurado por "desenvolvedores" de programação leigos.
- *Director*: como o *Toolbook*, embora mais sofisticado, este software exige conhecimentos de programação na utilização de sua linguagem: a "*Lingo*".
- *FrontPage* (Microsoft®): ferramenta utilizada para edição HTML, gerenciamento de sistemas hipermídia e web sites, não exige conhecimento avançado; permite utilizar HTML dinâmico, Javascript, e teste de programas do tipo CGI.

2.10 Problemas de utilização

Para Machado (1997); Tori (1998), um projeto com uma estrutura lógica mal elaborada pode gerar várias dificuldades para o usuário na utilização do aplicativo, como, por exemplo:

- perder-se no "hiperespaço";
- não poder voltar a um nó específico;
- esquecer o nó que estava procurando;
- percorrer um caminho imposto pela inflexibilidade das ligações;
- não conseguir recuperar informações;
- não compreender a organização do conteúdo.

2.11 Alguns aplicativos computacionais existentes em Odontologia

O material didático conhecido, com formato hipermídia, compõe-se basicamente de: CBT (Treinamento Baseado no Computador); CAI (Instrução Assistida por Computador); sistema especialista; solução multimídia; aplicativo computacional e mídias interativas. Eles são normalmente armazenados em disquetes ou CD-ROMs, bem como no WBT (Treinamento Baseado na Web - Internet) ou no EAD (Ensino À Distância), que são disponibilizados em provedores de acesso à Internet.

Na última década, alguns aplicativos computacionais, nacionais e internacionais, foram desenvolvidos na área odontológica, dentre os quais destacamos:

- DIAGFACE¹: sistema especialista desenvolvido na UNICAMP para diagnosticar patologias orais e faciais (Palombo *et al.*, 1996); trata-se de programa computadorizado com o objetivo de auxiliar profissionais de odontologia no diagnóstico das patologias oro-faciais; contém as aproximadamente 150 patologias mais encontradas pelo cirurgião-dentista na rotina clínica; apresenta quatro módulos que permitem ao usuário fazer consultas de quatro maneiras: pelos sintomas, pela região, pela patologia e por um sistema especialista, baseado em regras.
- SEKSDIAM²: sistema especialista desenvolvido pela Military University of Technology Faculty of Cybernetics, Polônia (Swiatnicki, 1996); é destinado a apoiar o ortodontista no diagnóstico e planejamento do plano de tratamento; os objetivos deste sistema são: condução da entrevista e coleta de dados médicos; tomada de diagnóstico, baseando-se nas medidas do esqueleto facial; propostas de planos de tratamento de acordo com o diagnóstico.
- RaPiD: sistema especialista para modelagem de PPR - próteses parciais removíveis - (Davenport, 1996); foi desenvolvido pela School of Dentistry, University of Birmingham and Department of Computer Science, Brunel University, Londres, UK; é utilizado tanto como ferramenta educacional, como para apoio ao processo de tomada de decisão na prática odontológica; à medida que o usuário (cirurgião-dentista) vai construindo a prótese, o desenho aparece na tela do

¹ (<http://www.nib.unicamp.br/cov/software.htm>)

² (<http://www.nib.unicamp.br/cov/software.htm>)

computador e, a partir de então, o sistema critica e dá sugestões ao usuário.

- SEDAATDA: sistema especialista difuso de apoio ao traumatismo dento-alveolar, utilizando recursos multimídia; foi desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, (Fernandes, 1997); é um sistema que consta de dois módulos (um teórico e um prático), onde o aluno primeiro tem acesso à teoria e aos casos clínicos e, posteriormente, ao módulo prático; através do sistema, o aluno pode criar seus casos clínicos e comparar seu plano de tratamento com o sugerido pelo sistema e disponível em CD-ROM.
- ATM-PLUS¹: banco de conhecimentos e sistema especialista para o diagnóstico dos distúrbios da ATM; trata-se de um programa computadorizado que visa ajudar os profissionais da odontologia no diagnóstico dos distúrbios da articulação temporomandibular; é composto por 30 patologias da ATM, todas elas contendo as partes essenciais das doenças em curtas descrições, (Maccari Filho *et al.*, 1996).
- OPERA PLUS²: oral pathology eletronic resource – ATLAS; foi desenvolvido por Halstead (1996), da Universidade de Virginia, EUA; consiste num Atlas eletrônico sobre doenças buco-maxilo-faciais para Odontologia ou Medicina, incluindo mais de 1800 fotos coloridas e vários tipos de radiografias bucais, da cabeça e do pescoço; o CD-

¹ (<http://www.nib.unicamp.br/cov/software.htm>)

² (<http://www.nib.unicamp.br/cov/software.htm>)

ROM inclui um banco de dados com mais de 600 doenças, patologias e síndromes do complexo bucal, cabeça e pescoço.

- WBTs: web based training; Fernandes *et al.* (2000), apresentam alguns modelos disponíveis na Internet¹, que aplicam multimídia para apoio ao aprendizado em Periodontia; desenvolvido em 2000 pelo departamento de Periodontia e Informática do Health Sciences, Lund University, Malmö, Suécia.
- Site² do laboratório de pesquisas em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP: coordenado pelo Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora, mantém disponível e com acesso ilimitado alguns temas de Endodontia, tais como anatomia interna dos dentes humanos, clareamento dental, técnica de diafanização, soluções irrigantes, laser em Endodontia, casos clínicos e referências bibliográficas, entre outros; acredita-se que a homepage foi uma das pioneiras em âmbito nacional, em se tratando de textos e ilustrações básicas em Endodontia.
- Homepage³ da Patologia Geral e Patologia Bucal – FOUSP: coordenada e desenvolvida pelos Profs. Drs. Moacyr Domingos Novelli e Luciana Corrêa, respectivamente; proporciona acesso ilimitado ao material educativo – PatoArteGeral, apostila didática para o curso de Patologia Geral (graduação); é composta de textos, sistema de busca, exercícios e banco de imagens; permite inscrição ao curso (EAD) de “anestesia, corte e sutura”.

¹ (<http://www.odontologia.com.br/artigos.asp?id=158&idesp=15&ler=s>)

² (<http://www.forp.usp.br/restauradora/lab.html>)

³ (<http://www.usp.br/fo/lido/material.html>)

- O Endoatlas¹ do Prof Dr. Manoel Eduardo de Lima Machado: tem como proposta ser mais uma ferramenta dentro do processo de ensino–aprendizagem na Endodontia; oferece diferentes formas de comunicação devidamente integradas dentro de uma nova ordem, que são e devem ser utilizadas para que os objetivos cognitivos, psicomotores e comportamentais sejam alcançados; trata-se de um site com acesso limitado.
- Site² do Prof. Dr. Carlos Roberto Berger: é composto por banco de imagens de Endodontia, constituído de uma extensa variedade de ilustrações; contribui para o ensino da especialidade, com praticamente todas as etapas de preparo e obturação, além de outras imagens, incluindo animação; segundo o autor, trata-se de um trabalho que exigiu muita habilidade e meses de empenho; considera-se um recurso indispensável no ensino da Endodontia; seu acesso é ilimitado.
- CD-ROM - NewMentor Groups: coordenado pelo Prof. Dr. Stephen Cohen, proporciona um curso de educação continuada em Endodontia para clínicos; aborda principalmente o tratamento endodôntico em sessão única, preparo químico cirúrgico e anestesia local; um demonstrativo³ do CD-ROM encontra-se disponível através do endereço eletrônico.

¹ (<http://www.endoatlas.com.br/>)

² (<http://www2.convoy.com.br/~endodontics/portugues.htm>)

³ (<http://www.newmentor.com/ax6.html>)

Ao finalizarmos a exposição da literatura, parece-nos importante estudar o desenvolvimento de um sistema hipermídia destinado ao ensino-aprendizagem em Endodontia.

3 PROPOSIÇÃO

Constituiu objetivo deste trabalho o desenvolvimento de aplicativo computacional, valendo-se da hipermídia como recurso de ensino-aprendizagem em Endodontia, de modo a:

- Permitir uma exploração interdisciplinar do tema e de recursos audiovisuais;
- Possibilitar uma navegação não-linear e interativa das informações, com características motivadoras da aprendizagem, baseadas em buscas e associações e, veiculadas em diferentes mídias.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos técnicos e a metodologia, utilizados para concepção e o desenvolvimento do aplicativo em hipermídia destinado ao ensino-aprendizagem em Endodontia, são descritos a seguir. O objetivo dessa descrição é capacitar o leitor deste texto com a terminologia, habilitando-o na criação de um aplicativo próprio. Para alcançar esse objetivo, utilizou-se o editor HTML *FrontPage* – Microsoft®.

Todos os procedimentos foram realizados na Disciplina de Endodontia do Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, com exceção apenas para o vídeo de cirurgia de acesso endodôntico. Os equipamentos utilizados para o desenvolvimento do aplicativo em hipermídia foram adquiridos por intermédio de financiamento do projeto de pesquisa: "Avaliação da aplicação de um software interativo desenvolvido como modelo didático para a Disciplina de Endodontia" (Responsável: Prof. Dr. José L. S. Lage-Marques), projeto FAPESP número: 99.03454-2.

4.1 Coleta do material

Foi utilizado um cronograma na forma de tópicos para a coleta de material textual, fotográfico, radiográfico, de vídeo, de desenho, de som, de tabelas, de gráficos etc.

Os textos sintetizados foram produzidos a partir do livro “Endodontia – Bases para a Prática Clínica”, de Paiva & Antoniazzi (1991) e do "Manual de Técnica Endodôntica" da Disciplina de Endodontia - FOUSP (1998), para o Curso de Graduação.

Foram coletados diapositivos, radiografias, vídeos (analógico e digital) e fotos referentes de casos clínicos, apresentados aos alunos de Graduação da Disciplina de Endodontia, da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Dois livros constituíram a fonte de inspiração para o desenvolvimento das ilustrações: “Endodontia - Bases para a Prática Clínica”, de Paiva & Antoniazzi, 1991, e o "Atlas Colorido e Texto de Endodontia", de Stock *et al.*, 1997.

Para o universo sonoro foram utilizados: a fala narrada, CD's e consultas nos principais sistemas de busca de uso comum, disponíveis na Internet.

Os temas musicais foram selecionados e capturados da Internet, com auxílio dos mecanismos de busca¹, associando-se as palavras “midi” + “tv” e “midi” + “filme”. O resultado da pesquisa disponibilizou uma lista de links para vários sites, com músicas sobre programas de televisão e filmes, entre outros. Foi utilizado apenas um URL² para as cópias dos arquivos sonoros.

4.2 Equipamentos e softwares

Os equipamentos e softwares utilizados durante a fase de produção digital, bem como durante o desenvolvimento e o teste do aplicativo em hipermídia, são descritos a seguir:

- um microcomputador - PC, equipado com processador *Pentium III* 600MHz (Intel[®]);
- 256MB de memória RAM; disco rígido com 30GB (Quantum[®]);
- placa controladora de vídeo *Viper II* AGP - 32MB (Diamond[®]);
- monitor CPD-E200 17” cores (Sony[®]);
- kit multimídia composto pela placa controladora de som - *Sound Blaster Creative* 128, CD-ROM 52x, um microfone estéreo e duas caixas acústicas (Creative Labs[®]);
- acionadores para discos flexíveis de 1,44MB (Mitsumi[®]) e *ZipDrive* interno para discos de 100 e 250MB (Iomega[®]);
- gravador CD-R - HP9150i 32/8/4 interno (Hewlett Packard[®]);

¹ (<http://www.cade.com.br>), (<http://www.altavista.com.br>) e (<http://www.excite.com.br>)

² (<http://www.tsmidipage.cjb.net>)

- placa de rede Intranet 3C905B (3COM[®]);
- placa de captura de vídeo (ATI[®]);
- teclado universal (Troni[®]);
- *no break EVS professional* (TS Shara[®]);
- mouse com dois botões (Logitech[®]);
- sistema operacional utilizado: *Windows 98* (Microsoft[®]), composto pelos utilitários: *Windows Explorer*[®], *Internet Explorer*[®], *Windows Media Player*[®], *Windows Bloco de notas*[®], gravador de som e o pacote *Office 2000*[®] - Microsoft[®] (composto pelos softwares: *Word*[®] e *FrontPage*[®]);
- resolução 1024X768 pixels, utilizada no monitor e uso de calibração através do utilitário *Adobe Gama*[®] - (utilitário do software *PhotoShop 5.5* - Adobe[®]);
- um scanner de mesa *ScanMaker 4* (Microtek[®]), conectado ao microcomputador, com auxílio do cabo e placa – interface física; software para captura de imagem – interface lógica;
- uma câmera fotográfica digital *Mavica MVC-FD85* (Sony[®]);
- as câmeras de vídeo utilizadas foram: micro-câmera Super Vídeo intra-oral *Telicam Elite* – DMD (New Image[®]) e filmadora portátil (SVHS) *GR-SX867UM* (JVC[®]);
- um videocassete (SVHS) *SVO-2000 Stereo Videocassette Recorder* (Sony[®]) e fitas de vídeo padrão (SVHS);

- conjunto de softwares acessórios, necessários para o desenvolvimento e o tratamento das mídias, bem como para o teste do aplicativo, composto pelo *PhotoShop5.5* (Adobe®); *Flash4* (Macromedia®); *Première5.5* (Adobe®); *PC2000* (New Image®); *Audiograbber*®1.62 e, Navegador (Netscape®).

4.3 Criação de banco de dados digitais

Para compor o banco de dados digitais da Disciplina de Endodontia, todos os materiais coletados foram primariamente divididos em: textos, imagens e sons, através de uma estrutura de diretórios para a partição da informação.

A síntese dos textos foi originalmente digitada a partir do *Microsoft Word*® e disponibilizada no diretório: textos, de acordo com o tópico com o qual se relaciona.

As fotografias, as radiografias e os diapositivos foram digitalizados, utilizando-se de scanner de mesa e da interface gráfica *PhotoShop 5.5* (Adobe®). Eles foram disponibilizados originalmente no banco de dados, organizados nos diretórios por similaridade, como se segue: fotos; rx; desenhos; gráficos e tabelas. As dimensões, bem como as resoluções e os parâmetros empregados para a obtenção da imagem digital foram padronizados: escala de 20% do tamanho original; 600dpi e formato TIFF para as fotografias e radiografias, bem como GIF para os desenhos, gráficos e tabelas. Foram criados dois diretórios para o armazenamento das imagens

capturadas, que foram disponibilizadas conforme seu parâmetro, como se segue: imagens/tiff/ e imagens/gif/.

A imagem digital direta (IDD) de pequenos objetos, como, por exemplo: dentes, cortes dentários, instrumentos, brocas e grampos para isolamento absoluto, foram adquiridos diretamente do scanner. A IDD foi também utilizada durante a fase de desenvolvimento do banco de dados, que foram, porém, armazenados com parâmetro TIFF.

Procedimentos clínicos envolvendo paciente e operador, bem como a disposição de instrumentos na mesa clínica, foram fotografados por intermédio da câmera fotográfica digital e disponibilizados diretamente no banco de dados (no formato TIFF), de acordo com a sua similaridade. Os nomes do operador e do paciente, assim como sua procedência, foi omitida.

O vídeo de abertura e cirurgia de acesso endodôntico foi gravado originariamente no formato analógico. Para sua produção foi necessário um trabalho em equipe, composta por:

- operador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Aun;
- pessoal técnico e de apoio: Érico de Mello Lemos (Prof. Assistente da Disciplina de Endodontia – FO-UNICID) e Carmo Antonio Aun (Estagiário da Disciplina de Endodontia – FO-UNICID);
- Assistente Odontológica;
- operador de câmera – New Image®.

Para as cenas de primeiro plano - close-up - foi utilizada a micro-câmera intra-oral Super Vídeo, conectada ao videocassete (SVHS) que, por sua vez, foi equipado com uma fita (SVHS).

O consultório odontológico experimental da New Image[®] foi utilizado para as cenas do plano geral – cenário.

Para as cenas do plano central - dentes humanos extraídos, montados e fixados com auxílio de resina autopolimerizável, em manequim endodôntico (Sem Limites[®]), foram utilizados em âmbito laboratorial. Todo o material utilizado para isolamento absoluto e cirurgia de acesso também foram filmados.

Os filmes foram, em seguida, digitalizados em plataforma PC, utilizando-se o software *PC2000*[®] e a placa de aquisição AVI (ATI[®]). Os vídeos digitais foram primariamente arquivados em CD-ROM, na forma de diretórios, nomeados de acordo com o grupo dentário. O parâmetro AVI (formato padrão de vídeo digital para *Windows* - Microsoft[®]) foi utilizado para todos os arquivos.

Os arquivos sonoros foram disponibilizados no banco de dados, de acordo com seu parâmetro MIDI E WAVE (interface digital para instrumentos musicais e formato de arquivo musical nativo do *Windows* - Microsoft[®], respectivamente).

Para os arquivos com parâmetro MIDI, foi criado um diretório “audio/midi”, no qual as músicas “senna.mid” e “mission.mid”, selecionadas e capturadas da Internet, foram armazenadas.

Para as músicas que incluem voz, bem como para os ruídos, foi utilizado o software *Audiograbber*[®] 1.62 – (*free version*)¹, a fim de capturar áudio dos CD's. O formato WAVE foi empregado para o armazenamento destas mídias sonoras. Os arquivos tipo WAVE foram disponibilizados no diretório nomeado audio/wav/.

De acordo com os critérios acima descritos, foi escolhido o trecho inicial da música “Come Together” de Lennon & McCartney, The Beatles, extraído do CD Abbey Road, número 746446-2. O arquivo foi armazenado com o nome cometog.wav e disponibilizado também no diretório audio/.

4.4 Tratamento das mídias digitais

Todas as mídias digitais (imagens, vídeos e sons, disponibilizadas no banco de dados) foram tratadas individualmente com auxílio dos programas destinados à cada mídia e novamente redistribuídas nos diretórios, conforme descrição a seguir:

- as imagens digitais, com formato TIFF, disponibilizadas no banco de dados, sofreram tratamento para adequação do contraste, do brilho e da distribuição de cores;
- os parâmetros - dimensões, resolução e formato - foram padronizados com o auxílio da interface gráfica *PhotoShop 5.5* (Adobe[®]);

¹ (<http://www.tsmidipage.cjb.net>)

- as dimensões empregadas para as imagens horizontais e para as verticais foram 350x250 e 250x350 pixels, respectivamente;
- a resolução padrão de 96 dpi - unidade utilizada para indicar a resolução de uma imagem digital, foi utilizada para todas as imagens;
- para os hiperlinks, foram utilizadas imagens detalhadas e com maior aumento, a partir das imagens padrão. O diretório “geral/imagens/detalhe/” foi criado para o armazenamento destas imagens, com 600X400 e 400X600 pixels para as dimensões horizontal e vertical, respectivamente;
- para a sobreposição e fusão das imagens destinadas ao aplicativo, bem como para as legendas textuais ou as sinalizações foi utilizado o recurso das camadas transparentes do programa *PhotoShop 5.5* (Adobe®);
- as imagens disponibilizadas no aplicativo pertencem à Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Por isso, todas foram identificadas com a sigla FOU SP, geralmente na parte inferior direita, compondo a imagem. As imagens que foram cedidas, foram discriminadas pelos créditos, na forma de legendas;
- o algoritmo de compressão, utilizado para as imagens tratadas, foi o JPEG. Essas imagens foram novamente organizadas por similaridade e disponibilizadas no banco de dados, de acordo com seu emprego. Elas encontram-se prontamente preparadas para

utilização no editor HTML. Para a sua utilização, foi criado um novo diretório que armazena este tipo de parâmetro de compressão, nomeado imagens/jpeg/;

- o software *Flash 4* (Macromedia®) foi utilizado para o desenvolvimento dos gif's animados, a partir dos desenhos, gráficos e tabelas digitalizados e modificados quadro a quadro. Foram explorados não somente as imagens, como também os logotipos icônicos ou textuais. As animações foram desenvolvidas a partir dos arquivos com formato gif. Estes arquivos foram disponibilizados ao editor HTML, através do diretório nomeado imagens/gifanima/;
- para a edição dos vídeos digitais, armazenados em CD-ROM, foi utilizado o programa *Première 5.5* (Adobe®), que suaviza os cortes abruptos, bem como sua identificação. Os parâmetros de captura de vídeo utilizados foram 15 fps (número de *frames* ou quadros por segundo), com dimensões do quadro de 320x240 pixels, e parâmetro AVI (formato de vídeo nativo do *Microsoft® Windows*) para todos os arquivos. Os arquivos de vídeo digital tiveram novamente seus arquivos armazenados, de acordo com sua similaridade, em um novo diretório nomeado videos/avi/. Nesse diretório encontram-se disponíveis os arquivos de videoclipe para utilização no editor HTML;

- os arquivos de áudio disponibilizados no banco dados com formato WAVE, foram editados (cortes, mixagens e efeitos sonoros) com auxílio do utilitário *Microsoft*[®] - gravador de som;
- os trechos das músicas e os ruídos nunca ultrapassaram o tempo de um minuto de apresentação. Após o processamento sonoro, as características de qualidade técnica (nitidez, equalização sonora e edição, por exemplo) foram revisadas. Os arquivos foram novamente disponibilizados no banco de dados e no diretório de origem (audio/wav/). Esses arquivos encontram-se prontamente disponíveis ao editor HTML.

4.4 Arquitetura da informação

A estrutura da informação foi estabelecida de acordo com uma hierarquia e uma associação textual (organograma na forma de tópicos): do amplo para o específico. Criou-se uma estrutura associativa, onde elementos foram agrupados de acordo com um contexto e um nível de semelhança, segundo os critérios pré definidos pelo tema endodôntico utilizado. Os organogramas foram empregados para a simulação dos diferentes níveis e sub-níveis da informação.

Um único diretório (arquivo) foi criado a partir da raiz do aplicativo para disponibilizar os documentos em forma de páginas e a estrutura de diretórios - sub-diretórios ou pastas, correspondentes aos diretórios referentes ao 1º., 2º. e 3º., em nível hierárquico e assim por diante, conforme descrição abaixo:

- diretório – e-endo;
- documentos – páginas denominadas: index (inicial do aplicativo), apresent (de apresentação do aplicativo), anato1 (de anatomia interna), anato2, anato3 e ca1 (de cirurgia de acesso), ca2, etc.;
- sub-diretório - denominado geral (composto por documentos de áudios, imagens e vídeos, separados nas respectivas pastas).

Arquivos como imagens, vídeos, áudios, gifs animados, desenhos, gráficos ou tabelas foram disponibilizados respectivamente em um diretório do tipo geral/imagens, geral/vídeos, geral/áudios, geral/gifanima e geral/desenhos. Incluem-se, neste último sub-diretório, os gráficos e tabelas. Esses diretórios, por sua vez, residem na estrutura de diretórios do aplicativo, concernentes ao nível hierárquico em que estejam localizados, dispostos como se segue: “e-endo/geral/imagens”; “e-endo/geral/rx”; “e-endo/geral/videos”; “e-endo/geral/audio”; “e-endo/geral/gifanima” e “e-endo/geral/desenhos”. A abreviação utilizada para “e-endo” foi elaborada a partir do conceito “endodontia eletrônica”, destinada ao ensino-aprendizagem em Endodontia.

4.5 Projeto gráfico

O leiaute, o design e a estrutura de navegação, destinados ao aplicativo foram desenvolvidos conjuntamente.

A criação do aplicativo seguiu os princípios da linguagem HTML (Hypertext Markup Language), traduzida em interface de construção pelo

Microsoft FrontPage 2000[®], com escrita direta no próprio programa, quando necessário.

O aplicativo da Disciplina de Endodontia foi construído adotando-se um leiaute baseado na composição de três *frames* (quadros):

- Um *frame* fixo superior, contendo a identificação da Disciplina de Endodontia – FOUSP, sem barra de rolagem;
- Um *frame* fixo na coluna vertical direita da tela, que contém o “menu” principal, onde podem ser encontrados os links referentes a cada módulo (ou assunto), bem como os links destinados a informações gerais sobre a disciplina de Endodontia e a apresentação do aplicativo, sem barra de rolagem;
- E um *frame* central dinâmico, acessado, segundo a navegação, pelos hiperlinks do *frame* fixo. Ele foi diagramado de forma a combinar o texto e as imagens, bem como todas as mídias previamente preparadas. As imagens foram disponibilizadas, nesse primeiro nível, sob a forma de ícones, os quais constituem links para imagens maiores e auto-explicativas, com barra de rolagem vertical.

Um logotipo da “Endodontia Eletrônica” da Disciplina de Endodontia – FOUSP foi concebido especialmente para este trabalho e, inserido em todas as páginas do aplicativo.

As ferramentas destinadas à navegação, bem como a mensagem de proibição de reprodução e cópia são visíveis em todas as páginas.

A estruturação da informação, os tópicos textuais utilizados anteriormente no organograma e suas ramificações foram transformados em menus. As palavras escolhidas para itens de menus são concisas e curtas. A estrutura de diretórios serviu de modelo e foi utilizada como base para o desenvolvimento da estrutura da informação.

Todos os arquivos utilizados pelo sistema foram separados num único diretório, conforme características descritas abaixo:

- Os nomes dos diretórios e dos arquivos possuem no máximo 8 caracteres, grafados sempre em minúsculo e sem acentos ou outro caráter especial. Exemplo: para o tópico "Configuração interna dentária", um possível nome de diretório para conter os dados pertinentes foi "anato1".
- As terminações de nomes de arquivos contêm 3 caracteres, grafados sempre em minúsculo e sem acentos ou qualquer outro caráter especial. Exemplo: imagens do tipo JPEG tiveram a terminação jpg; arquivos HTML, a terminação htm; arquivos do tipo GIF, a terminação gif .
- Nomes de diretórios e arquivos são claros e mnemônicos, representando, da melhor forma possível, o conteúdo informativo a eles associado.

Para o menu, os botões foram diagramados com imagem e texto conjuntamente e desenvolvidos no programa *PhotoShop 5.5* (Adobe®).

Foram utilizados nós ou links textuais associativos, inseridos no meio do texto, para ações de ir e voltar. Quando as informações textuais foram dispostas verticalmente, foi utilizada a extremidade esquerda para o alinhamento dos links.

O sublinhado padrão dos links, determinado pelo editor de HTML (*FrontPage 2000*®), não foi modificado.

A cor padrão para os links, determinada pelo editor HTML, foram modificadas.

Os ícones foram freqüentemente utilizados nas interfaces com o usuário. Eles podem, porém, apresentar-se na forma de imagens paradas ou animadas. Os softwares utilizados para o seu desenvolvimento foram: *PhotoShop 5.5* (Adobe®) e o *Flash 4* (Macromedia®), respectivamente.

As dimensões icônicas foram padronizadas em 30x30 pixels, assumindo, contudo, um caráter alegre, inteligente e com apelo visual.

As figuras icônicas foram elaboradas a partir de textos, ícones, figuras, etc. O círculo cromático de cores empregadas foram: azul, verde e vermelho, utilizadas sempre sobre fundo acromático, representados pelo branco, preto e cinza e vice versa. As cores seleccionadas foram submetidas à limitação das 216 cores seguras do navegador.

A direção da fonte de luz utilizada foi a partir do canto superior esquerdo da imagem, a fim de realçar as representações icônicas, bem como as imagens ilustrativas. Conseqüentemente, tem-se a produção de perspectiva (luz e sombra) nas imagens desde que possível e necessária - para chamar a atenção do navegador.

Os elementos textuais utilizados, dedicados à navegação e associados ou não com símbolos, foram: Home, Contate-nos, Caderno de Anotações e Sair.

A principal ferramenta utilizada para a diagramação foi aquela sob a forma de tabelas. Além de sua função convencional ou padrão, as tabelas permitem determinar a disposição dos textos, das ilustrações, dos vídeos etc.

Os parâmetros das tabelas, utilizados para a composição de elementos visuais, foram: alinhamento; largura e cor de borda, ou borda invisível e textura ou cor chapada das células.

Foi utilizado o agrupamento textual, com arranjo simétrico ou assimétrico. Porém, eles nunca foram misturados dentro de uma mesma página. Para o alinhamento textual foram utilizados os comandos à esquerda e centralizado.

O número das fontes e dos estilos foi limitado, conforme os seguintes itens:

- Fonte: arial;
- inclinação - itálico;
- pesos – regular;
- caixa alta e baixa, usadas conjuntamente, de acordo com o tipo de documento a ser executado;
- dimensão - quatro tamanhos: título principal (equivalente à fonte número 4, do *FrontPage*), texto (3) e nota de rodapé (2 ou 1);
- estilo itálico para textos curtos e relevantes, com aproximadamente dez palavras;
- cores frias para o texto;
- cor utilizada para realçar, ao invés da utilização do sublinhado;
- sobre fundo colorido, as cores de texto foram modificadas de modo a obter o contraste necessário entre o texto e o fundo;
- sobre um fundo escuro, cor verde para o texto. Para textos sobre radiografias, seleção da cor branca, sempre numa área de contraste;
- letras com larguras variáveis;
- linhas textuais, compostas de quarenta a sessenta caracteres ou dez a doze palavras, e com limite de largura textual de, no máximo 75% da tela; a contextualização foi limitada em 350 palavras por página, sempre que possível;
- para tópicos relevantes, um espaço antes e um depois da palavra.

Os parâmetros de alinhamento de texto em relação às imagens foram assim posicionados: à direita; à esquerda; no meio; no topo e na parte inferior da imagem. Entretanto, foram empregadas, quando necessário, áreas de “respiro” entre uma imagem e o texto a ele alinhado.

Os textos foram digitados da esquerda para a direita, e de cima para baixo, dentro das tabelas. As informações mais importantes foram diagramadas no canto superior esquerdo da célula.

A tecla “Enter” foi utilizada para os parágrafos Para a obtenção do espaço simples entre uma linha e outra, ou “quebra de linhas”, utiliza-se a tecla “Shift + Enter” do teclado.

Entre parágrafos ou temas foram utilizados o espaço em branco, de forma sistemática.

O texto utilizado foi sintetizado ao mínimo, para uma comunicação rápida e objetiva da informação.

Os textos foram originariamente desenvolvidos em preto e branco e, posteriormente, foram selecionadas as cores textuais, bem como as do fundo, formando uma paleta fixa de cores. Durante a seleção das cores textuais, foram utilizados: o código de 216 cores seguras do navegador e a composição espectral das cores frias, representadas pelo verde, azul, cinza e suas gradações. A motivação psíquica desencadeada pela cor também foi levada em consideração durante a seleção cromática textual.

A área textual piscando foi utilizada apenas quando realmente necessária, para chamar a atenção do explorador e apenas em uma área por página.

As barras de rolagem horizontais foram evitadas, a fim de colaborar com o design da página e tornar a exploração menos trabalhosa.

Um texto com fonte arial, tamanho 1 e em negrito foi utilizado apenas na página inicial, para descrição dos direitos autorais, bem como para o endereço eletrônico para contato, sob a forma de link automático (sublinhado), com o seguinte formato:

ATENÇÃO: As imagens, os textos, os vídeos e as animações pertencentes a este aplicativo são de total autoria da Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. É proibida a reprodução parcial e ou total de seu conteúdo. Qualquer dúvida, [contate-nos](#).

A data de publicação da página com dia, mês e ano, assim como a data da última atualização foram disponibilizadas apenas na página inicial.

Em todas as páginas, com exceção da inicial, há um texto com fonte arial, negrito e tamanho 1, na forma de nota de rodapé, para descrição dos direitos autorais. Encontra-se também, em todas as páginas, o endereço eletrônico para contato, sob a forma de link automático (sublinhado), com o seguinte formato:

Copyright© 2001, Disciplina de Endodontia do Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Página confeccionada por [Érico de Mello Lemos](#).

As cores de fundo das páginas ou background foram selecionadas dentro de um contexto geral, ou seja, após a composição dos elementos visuais. O número de cores utilizadas em uma mesma página foi limitado ao máximo de cinco e mínimo de duas cores. Empregaram-se, preferencialmente, cores neutras, tais como cinzas, brancos e azuis.

As cores utilizadas para os textos, bem como para as texturas ou cor chapada (background), foram submetidas à composição cromática do fundo de tela, no qual a harmonia foi privilegiada.

Para as imagens paradas utilizadas no aplicativo, foram usados apenas dois formatos: o GIF (Graphic Interchange Format) e o JPEG (Joint Photgraph Expert Group).

As bordas azuis, colocadas em volta das imagens, e que são padrão no *Microsoft Front Page*[®], quando associadas a um link foram retiradas.

Para a composição dos elementos visuais das páginas foram utilizadas variações de uso das imagens mapeadas: gif animada e gif89a, entre outras. Após sua importação para o ambiente de trabalho do editor HTML do *Microsoft FrontPage 2000*[®], não sofreram alterações dimensionais.

O posicionamento horizontal das imagens foi distribuído nas tabelas da seguinte forma: esquerda, direita e centro.

Na chegada a cada novo item, o usuário é recebido com um ruído sonoro, como é o caso do navegador *Microsoft Internet Explorer 2000*[®]. Trata-se de um recurso padrão do software. Entretanto, ir para frente, ir para trás, retornar ao menu, etc., é acompanhado pelo mesmo ruído, com formato WAV (formato nativo do *MS-Windows*).

Os exercícios, a auto-avaliação cognitiva e o caderno de anotações foram desenvolvidos e disponibilizados sob a forma de links para serem respondidos diretamente no aplicativo e enviados via rede (Internet), através do sistema de e-mail ou em disquetes de 1,44MB. Esses exercícios são dissertativos, sob a forma de formulários, com campos para identificação e respostas. Para a auto-avaliação existem apenas as caixas de seleção (sim / não). O caderno de anotações foi desenvolvido com auxílio do formulário (texto com barra de rolagem) e destinado às problematizações.

As referências complementares foram disponibilizadas, sempre que necessárias, na forma de botões de ação com hiperlinks para a página da referência complementar, pertinente ao assunto em questão.

A consulta pode ser feita de três formas: convencional, através da biblioteca da Universidade; via rede (Intranet) e on-line, com o auxílio da rede mundial (Internet), clicando com o mouse nos endereços eletrônicos disponibilizados ou links interessantes correlacionados com o tema.

A reavaliação do projeto gráfico, bem como sua preparação final foram processadas nessa fase, para as correções necessárias. Todas as

etapas do projeto visual, destinado ao protótipo, foram desenvolvidas no ambiente de trabalho do editor de HTML do *Microsoft FrontPage 2000*[®]. Posteriormente, o projeto foi testado com auxílio dos navegadores (browsers): *Microsoft Internet Explorer 2000*[®] e *Netscape - Netscape*[®]. Eventuais incompatibilidades ou defeitos na apresentação do projeto visual, entre os navegadores, foram corrigidos e testados novamente, até que não houvesse mais defeitos visuais durante a apresentação nos dois navegadores.

4.6 Produção e acessibilidade do CD-ROM

A árvore de diretórios desenvolvida para o aplicativo, assim como seus conteúdos foram transferidos do disco rígido do microcomputador para o CD-ROM, com auxílio de um gravador CD-R, modelo HP9150i (Hewlett Packard[®]). A transferência teve velocidades de leitura e cópias 32/8/4, respectivamente. A Figura 4.1 ilustra o arranjo dos arquivos destinados à navegação, a partir do CD-ROM.

Figura 4.1 – Disposição de diretório (e-endo), sub-diretórios (geral\...\...) e arquivos (htm), destinados à navegação na forma de páginas, correspondentes ao 1º, 2º e 3º níveis hierárquicos no CD-ROM

Foram desenvolvidos os seguintes procedimentos:

- Testou-se, na íntegra, o aplicativo em hipermídia, nas duas últimas versões dos dois navegadores mais utilizados (*Microsoft Internet Explorer 2000®* e o *Netscape – Netscape®*). Foram ainda corrigidos os eventuais defeitos de diagramação, bem como as falhas de acesso aos links e endereços eletrônicos (URL).

- Por intermédio do utilitário *Microsoft® Bloco de notas*, gerou-se um arquivo auto-executável (autorun.inf). Por sua vez, este arquivo foi transferido para o CD-ROM, onde residiu (na raiz), separadamente da árvore de diretórios. A Figura 4.2 ilustra a disposição dos arquivos no CD-ROM.
- Quando o CD-ROM é acionado no drive, o arquivo auto-executável é carregado, permitindo um acesso imediato à informação. Para essa função, o navegador (utilizado como padrão no microcomputador do usuário) é inicializado, tendo a opção de trabalho off-line ativada, o que carrega automaticamente a página principal do sistema (index.html).
- O *plug-in - shockwave* (Macromedia®), destinado à execução dos arquivos Gif's animado, também foi disponibilizado na raiz do CD-ROM (shockwave.exe), como mostra a ilustração da Figura 4.2.

Figura 4.2 – Disposição de arquivos auto-executável (autorun.inf) e *Plug-in Shockwave* (Flash®) na raiz do CD-ROM

- As instruções de acesso ao conteúdo armazenado no CD-ROM foram disponibilizadas de forma visível, na capa do CD, conforme descrito a seguir:
 - 1. Introduza o CD-ROM no drive do computador;
 - 2. Seu navegador de WEB (*Internet Explorer*[®] ou *Netscape*[®]) será ativado automaticamente, aparecendo a primeira página (index.html) do aplicativo em hipermídia. Em alguns sistemas, é necessário utilizar: botão iniciar do *Microsoft Windows* e executar. Em abrir, digite: D:\index.html ou E:\index.html (D ou E, entre outras – letra do drive de CD-ROM) e clique OK.
 - 3. Navegue normalmente, como se estivesse conectado à Internet. Os arquivos serão acionados diretamente do CD-ROM.
 - 4. Os formulários de preenchimento: exercícios, auto-avaliação cognitiva e caderno de anotações estão programados para salvar os dados no drive A:\, com auxílio de um disco flexível de 1,44MB (formatado e vazio), assim que a tecla “Enviar” é clicada. O sistema de e-mail pode também ser utilizado. Para o e-mail, é necessário alterar as propriedades do destino, no hiperlink do botão “enviar”, modificando-o para: (mailto:nome...@fo.usp.br), para tanto é necessário estar conectado na Internet (on-line).

O protótipo do aplicativo em hipermídia desenvolvido para o ensino-aprendizagem em endodontia é composto por vinte e oito páginas, ocupando

um total de 40MB aproximadamente. A configuração mínima para rodar o sistema foi um microcomputador - PC com processador *Pentium* 100MHz, equipado com 32MB de memória RAM, placa controladora de vídeo no mínimo 2MB, monitor colorido de 14 polegadas e resolução mínima de 1024x768 pixels, drive CD-ROM 24X no mínimo, sistema operacional *Microsoft Windows 98*[®] ou *Me*[®] (*Millennium Edition*) e os navegadores (browsers) *Internet Explorer* - Microsoft[®] ou o *Netscape* - Netscape[®].

5 RESULTADOS

A interface de relacionamento com o navegador (off-line) ou o leitor (CD-ROM) é descrita a seguir. Algumas páginas impressas ilustram essa interface, levando-se em consideração as naturais limitações de ausência de movimento e som.

O CD-ROM - onde se armazenou o aplicativo computacional, valendo-se da hipermídia como recurso tecnológico de ensino-aprendizagem em Endodontia - é colocado no leitor (drive) que, automaticamente, aciona o navegador Internet Explorer, abrindo a homepage (a página inicial do aplicativo). A opção off-line habilita automaticamente o sistema, não havendo necessidade de conexão à Internet, já que os arquivos necessários estão disponíveis em HTML, no CD-ROM.

A Figura 5.1 ilustra a página inicial do aplicativo da Disciplina de Endodontia. Seu leiaute é composto por três quadros: um fixo superior, com a identificação da Disciplina de Endodontia; um fixo na lateral esquerda

contendo, na parte superior, o logotipo da Endodontia Eletrônica – "e-endo" e, na parte inferior, o menu com os hiperlinks (visíveis durante toda a navegação); um quadro central dinâmico, com barra de rolagem vertical, que apresenta o conteúdo do programa.

A barra de navegação do *Internet Explorer* fica disponibilizada durante toda a exploração e está localizada na parte superior de todas as páginas, acima da identificação da Disciplina de Endodontia.

Figura 5.1 – Página inicial do aplicativo da Disciplina de Endodontia

O menu (disponibilizado lateralmente) é composto por oito botões, arranjados verticalmente e por um hiperlink, identificado como “créditos”, em cor azul, que remete o usuário à descrição dos créditos vinculados ao presente trabalho.

Barras, ícones, identificação do projeto experimental, data da última atualização, direitos autorais e hiperlink (com acesso sob a forma de e-mail, para a comunicação com a Disciplina de Endodontia e identificado como: contate-nos, em cor azul) estão disponíveis no quadro central (Figura 5.1).

As informações distribuem-se, conforme a estruturação dos diretórios, de forma hierárquica e associativa, tendo como produto o menu de navegação (Figura 5.2).

O ícone identificado como "apresentação" (Figura 5.1), no quadro central) disponibiliza a ligação (como hiperlink) para a página de apresentação. Esta última é composta por um videoclipe (um aluno trabalhando na clínica de Endodontia – FOUSP) e por um texto (referente ao resumo do presente trabalho). O navegador pode habilitar a opção narrada do texto, bem como ajustar o volume sonoro, através do botão “play”. Para retornar à página inicial, o explorador pode utilizar a seta “voltar” (do menu de navegação do Internet Explorer), ou clicar no hiperlink “página inicial”, disposto na parte superior da página de apresentação (Figura 5.3). O logotipo “e-endo”, além de identificar o projeto, pode ser utilizado como hiperlink para a página inicial ou “home”. Esse logotipo encontra-se presentes em todas as páginas.

Figura 5.2 – Página da estrutura de diretórios (CD-ROM)

Figura 5.3 – Página de apresentação

Os ícones, representando a configuração interna dental e a cirurgia de acesso, os quais compõem o leiaute da página inicial do aplicativo, tratam-se de hiperlinks para as respectivas páginas.

As Figuras 5.4 e 5.5 ilustram os efeitos produzidos na tela, ao se passar o mouse sobre os botões do menu de navegação. Nesse procedimento, além da variação na cor do fundo (variação de cinza), um luminoso com tonalidade amarela é acionado. Após um clique com o botão esquerdo do mouse, a página referente ao hiperlink é aberta (no quadro central dinâmico). As Figuras 5.4 e 5.5 representam as páginas destinadas à configuração interna dental (parte I e II, respectivamente), acessadas a partir do botão “anatomia”. Este botão permanece identificado durante toda a exploração do assunto, orientando o navegador. Qualquer ação, durante a exploração, é acompanhada por um som.

As Figuras 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 e 5.9 ilustram as páginas referentes à configuração interna dental. Através das barras de rolagens verticais, é possível visualizar a posição do cursor, que instrumentaliza o explorador quanto ao início, meio e fim da página.

A coleção imagética é visualmente superior, quando comparada ao conteúdo textual.

Figura 5.4 – Página referente à configuração interna dental (parte I)

Figura 5.5 – Página referente à configuração interna dental (parte II)

O projeto gráfico, composto pelo layout, pelo design e pela estrutura de navegação é os responsáveis diretos da clareza ou da “poluição” da tela.

A legibilidade das informações está diretamente ligada com a composição, ou seja, através das cores textuais e de fundo (background), bem como dos tamanhos das fontes utilizados, da disposição e volume textuais.

Figura 5.6 – As palavras grifadas e em cor azul, bem como as imagens são hiperlinks para outras páginas

A identificação - legendas FOUSP – em todas as imagens é clara.

Os hiperlinks (grifados em cor azul e inseridos no texto), assim como as imagens, são nós para outras páginas (Figura 5.6), as quais, páginas e imagens estão desenvolvidas para melhor visualização e aprofundamento do assunto (Figura 5.7).

Figura 5.7 – Exemplo de como as imagens podem ser visualmente aumentadas, com descrições anatômicas detalhadas

Durante a navegação/exploração, a interatividade é solicitada em todos os momentos. Os hiperlinks (que foram arranjados estrategicamente

nos textos e nas imagens) exigem a intuição do explorador, interferindo diretamente na rota da navegação.

O sistema é compatível com velocidades diferentes de explorações (lentas ou rápidas).

Figura 5.8 – Exemplo da página acessada a partir do link da Figura 5.5 representando, de forma dinâmica, os aspectos radiográficos dos pré-molares superiores.

A barra de controle, posicionada abaixo da imagem animada (Figura 5.8), permitiu reproduzir, retroceder, avançar, pausar e voltar o videoclipe.

Figura 5.9 – Métodos utilizados para o estudo da anatomia interna dental, acessados a partir do link textual

A página de cirurgia de acesso endodôntico dos pré-molares superiores (representada pelas Figuras 5.10 e 5.11) ilustra a aplicação das várias mídias eletrônicas utilizadas: texto; imagens paradas e animadas, vídeo e áudio. Juntas, essas mídias compuseram a hipermídia interativa.

A exploração não linear, proporcionada pelo hipertexto (baseada em buscas e associações), atinge as expectativas durante a exploração realizada através de diferentes rotas. Os botões iluminados no menu funcionam como instrumento de localização durante a exploração.

Figura 5.10 – Página de cirurgia de acesso endodôntico para os pré-molares superiores

O controle do vídeo (Figura 5.11) possibilita reproduzir, retroceder, avançar, pausar e voltar o videoclipe, proporcionando uma abordagem dinâmica do procedimento clínico.

Figura 5.11 – Videoclipe da cirurgia de acesso e painel de controle do vídeo

Todas as imagens que compõem a página destinadas às orientações para o exercício de odontometria (Figura 5.12) apresentam links que permitem uma visualização aumentada, com detalhes dos limites anatomoradiográficos. Esses links instrumentalizam o navegador, pois permitem mensurações radiográficas milimétricas para cálculo do limite de trabalho endodôntico. Invariavelmente, todas as páginas destinadas às visualizações em maior aumento possibilitam, através do hiperlink (“Voltar”), regressar ao ponto exato da consulta e continuar a exploração do tutorial para o exercício de odontometria.

Ao final da exploração da "página de instruções para exercício", um hiperlink é estrategicamente disponibilizado, na parte inferior da tela, destinado ao acesso à página de exercício odontométrico. Uma outra possibilidade é o botão denominado "exercícios", disponibilizado no menu, que possibilita o mesmo acesso.

Figura 5.12 – Página de instruções para exercício de odontometria

As Figuras 5.13 e 5.14 ilustram a página destinada aos exercícios odontométricos, na qual estão disponibilizados. Rolando-se a barra vertical disposta lateralmente, podem ser visualizadas lacunas inseridas no texto e

Figura 5.13 – Página do exercício de odontometria

Nome Nº. USP

Curso ☒ Diurno ☐ Noturno

1. Medir com a régua o comprimento do dente (em mm).
2. CAD = (em mm).
3. Faça os cálculos no campo 9.
4. CAD - 3mm = (CRI).
5. Valor de X = 4 (em mm).
6. CRI + X = (em mm).
7. CRD - (em mm).
8. Responda quais os comprimentos de trabalho encontrados (em mm) para as duas condições clínicas:

8.1 Polpa morta.

CRT = (em mm).

8.2 Polpa viva.

CRT = (em mm).
9. Campo para os cálculos:

Figura 5.14 – Formulário para preenchimento, composto por identificação, cálculos odontométricos, respostas e botões Limpar e Enviar

destinadas ao preenchimento, conforme mostra a Figura 5.14. Durante os cálculos e o preenchimento dos campos, é possível limpar os campos e refazer os exercícios várias vezes.

Após a conclusão dos exercícios, aciona-se o botão "Enviar". A opção do destino das respostas, seja para o drive (A:/), seja para e-mail, são previamente ajustadas no sistema. Para as respostas remetidas, utilizam-se os dois padrões de endereçamento. Os arquivos (recebidos através de disquete 1,44MB, obtido a partir do drive (A:/), ou por e-mail) são disponibilizados como se segue:

- Respostas referentes aos exercícios de odontometria:

I1=Érico de Mello Lemos

I2=2535164

I3=V1

E2=19

E3=16

E6=20

E7=1

E81=19

E82=18,5

C9=19-3=16 / 16+4=20 / 20-1=19 / 19-0,5=18,5

B1=Enviar

Os dados capturados são identificados através de abreviações e valores: as três primeiras linhas compostas pelas abreviações I1, I2 e I3, correspondem aos campos de identificação do navegador, isto é: I1 = nome; I2 = número USP; e, I3 = período (V1=Diurno / V2=Noturno); as abreviações

E2, E3, E6, E7, E81 e E82 correspondem à seqüência numérica dos campos do formulário, destinados aos exercícios; a abreviação C9 identifica o campo destinado aos cálculos; a abreviação B1 relaciona-se com o botão "Enviar".

Figura 5.15 – Página destinada aos sites, com os hiperlinks: FOUSP; ECLER; USP On-line; BIREME e MEDLINE

As Figuras 5.15 e 5.16 mostram como é possível acessar os cinco hiperlinks, inseridos aleatoriamente. Seus sites são abertos a partir do aplicativo que, por sua vez, está carregado no quadro dinâmico (intrapáginas).

É necessário o emprego da conexão Internet (on-line) para efetivar os hiperlinks e as remessas das repostas por e-mail.

Quando as respostas são endereçadas ao drive (A:/) e destinadas ao disco flexível de 1,44MB, não é necessário estar conectado.

Figura 5.16 – Exemplo de página carregada a partir do acionamento do hiperlink FOUSP

A exploração do aplicativo é feita, normalmente, trabalhando-se off-line, ou seja, sem a necessidade de se conectar à Internet.

Para o acesso, dentro do site da FOUSP, vários endereços eletrônicos estão disponibilizados, como, por exemplo, Patologia Geral, Patologia Bucal etc., onde é possível pesquisar: Cisto radicular, Cisto traumático, Displasia cemento-óssea (displasia cementiforme), Abscesso dento-alveolar agudo e Reparação, entre outros.

As Figuras 5.17 e 5.18 representam as páginas destinadas ao preenchimento da auto-avaliação cognitiva e do caderno de anotações, respectivamente.

DISCIPLINA DE ENDODONTIA

AUTO-AVALIAÇÃO COGNITIVA

Nome Nº. USP

Curso ☐ Diurno ☐ Noturno

SIM NÃO

- ☐ ☐ Consigo definir cavidade pulpar
- ☐ ☐ Consigo descrever a cavidade pulpar de um dente unirradicular
- ☐ ☐ Consigo descrever a cavidade pulpar de um dente birradicular
- ☐ ☐ Consigo descrever a cavidade pulpar de um dente multirradicular
- ☐ ☐ Reconheço a anatomia interna dental
- ☐ ☐ Compreendo a finalidade da cirurgia de acesso
- ☐ ☐ Consigo definir ponto de eleição
- ☐ ☐ Consigo definir direção de trepanação
- ☐ ☐ Tenho capacidade para determinar o comprimento de trabalho
- ☐ ☐ Tenho conscientização da importância de determinar adequadamente o limite apical de tratamento endodôntico
- ☐ ☐ Tenho senso crítico quanto à adequação do limite apical de trabalho por mim estabelecido
- ☐ ☐ Estou apto para responder a uma prova que envolva os itens acima

file:///E:/autoeval.htm

Figura 5.17 – Página **Auto-Avaliação Cognitiva**, com seleção “Sim ou Não”

The image shows a web browser window with a menu bar (Arquivo, Editar, Exibir, Favoritos, Ferramentas, Ajuda) and a toolbar. The main content area is titled "DISCIPLINA DE ENDODONTIA" and "CADERNO DE ANOTAÇÕES". On the left is a sidebar with a logo and a list of links: ANATOMIA, CIRURGIA DE ACESSO, EXERCÍCIOS, AUTO AVALIAÇÃO, CADERNO DE ANOTAÇÕES (highlighted), LINKS, REFERÊNCIAS, SAIR, and CRÉDITOS. The main form has fields for "Nome", "Curso", "Nº. USP", and radio buttons for "Diurno" and "Noturno". Below these is a large text area for notes, with "limpar" and "Enviar" buttons at the bottom right. A "Voltar" link is at the top right of the form area.

Figura 5.18 – Página **Caderno de Anotações** para preenchimento textual;

na parte superior está a identificação com nome, número USP e período (Diurno / Noturno)

Os formulários são compostos por identificação, seleção das alternativas e problematizações. Os botões "Limpar" e "Enviar", contidos na parte inferior dos formulários, possibilitam refazer o exercício ou o preenchimento e remeter os dados contidos nos campos.

Os dados resultantes do preenchimento dos formulários (ilustrados nas Figuras 5.17 e 5.18 e enviados através do drive (A:/) e disco flexível de 1,44MB, ou por e-mail) são iguais aos dados obtidos para o treinamento e exercício de odontometria, porém com identificações diferentes. As

abreviações: auto1, auto2, auto3, auto4, auto5, auto6, auto7, auto8, auto9, auto10, auto11, auto12, auto13, auto14, auto15, auto16 e auto17 correspondem à sequência numérica dos campos da Auto-Avaliação Cognitiva, com as seleções "Sim" ou "Não", identificadas pelas abreviações: "S" e "N". A abreviação B1 relaciona-se com o botão "Enviar".

Os resultados obtidos foram descritos no seguinte formato:

- Auto-Avaliação Cognitiva:

I1=Érico de Mello Lemos

I2=2535164

I3=V1

AUTO1=S1

AUTO2=N2

AUTO3=S3

AUTO4=N4

AUTO5=S5

AUTO6=N6

AUTO7=S7

AUTO8=N8

AUTO9=S9

AUTO10=N10

AUTO11=S11

AUTO12=N12

AUTO13=S13

AUTO14=N14

AUTO15=S15

AUTO16=N16

AUTO17=S17

B1=Enviar

Os dados resultantes do Caderno de Anotações (ilustrados na Figura 5.18) são representados pela abreviação C1, correspondente ao campo destinado às problematizações; B1 é identificado pelo botão "Enviar", conforme descrito a seguir:

- Caderno de anotações:

I1=Érico de Mello Lemos

I2=2535164

I3=V1

C1=Sugestões

Críticas

Dúvidas

Aonde consultar

O link para a página de cirurgia de acesso não funciona

etc...

B1=Enviar

Para os autores citados no texto (literatura endodôntica), disponibilizou-se um hiperlink na página de referências. Quando ele é acionado, remete diretamente ao autor pesquisado. Este, então, aparece na

primeira linha da página de referências, onde é também citado a fonte original da consulta.

Um hiperlink (nomeado "Voltar" e em cor azul) foi disponibilizado no final da linha referente ao autor consultado, na página de referências. Isso permite ao usuário regressar ao texto de onde partiu a consulta.

Figura 5.19 – Página de referências, acessada a partir do botão Referências, contido no menu de navegação

Endereços eletrônicos (URL) estão disponibilizados na página de referências, proporcionando ao navegador aprofundar-se no assunto. Eles servem para a consulta (on-line) da fonte original da informação.

Para sair do aplicativo é necessário acionar o botão "Sair" do menu navegacional, no qual uma página destinada ao término da exploração está aberta. Assim que a página de encerramento é carregada inicia-se a reprodução de uma música. Algumas opções foram disponibilizadas ao explorador, tais como: abaixar ou aumentar o volume; pausar; continuar; parar; desabilitar ou repetir a música. A Figura 5.20 ilustra a página de encerramento do aplicativo.

Dois botões, caracterizados por "Home" e "Fechar", estão disponibilizados no final da página denominada "Sair". Eles funcionam para a confirmação do encerramento do aplicativo pelo explorador. Esse recurso permite o navegador decidir se realmente deseja sair. A opção "Home" permite continuar a exploração, enquanto o botão "Fechar" abre uma nova janela para confirmação de encerramento do aplicativo, disponibilizando os botões "Sim" e "Não", representados na Figura 5.20.

Figura 5.20 – Página acessada a partir do acionamento do botão "Sair" do menu navegacional

Todas as mídias selecionadas, adquiridas e processadas foram utilizadas no aplicativo de forma visualmente claras.

A qualidade visual obtida nos cortes dentários, bem como nos detalhes anatômicos reproduzidos, são de boa qualidade, atingindo, neste sentido, os objetivos referentes ao conhecimento básico da configuração interna dental e técnica odontométrica, proporcionadas pelas imagens aumentadas.

6 DISCUSSÃO

O desenvolvimento deste trabalho permitiu estudar a melhor maneira de adequar o conteúdo cognitivo tradicional do curso de graduação em Endodontia para as novas tecnologias de comunicação e informação, transformando esse conteúdo em material interativo para os alunos. O trabalho permitiu também explorar as potencialidades educacionais da tecnologia de hipermídia de uma maneira criativa, simples e principalmente interativa.

Tratando-se da primeira experiência no desenvolvimento de soluções multimídias para o curso de graduação em Endodontia - FOU SP, foi necessário criar um protótipo para a avaliação da adequação dos vários recursos audiovisuais e das estratégias educacionais, utilizados pelo curso.

Os principais aplicativos computacionais destinados ao ensino-aprendizagem em Odontologia e em Endodontia, apresentados na revisão bibliográfica, desde as idéias iniciais até a revisão final dos resultados, contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

O tratamento do conteúdo didático parcial fundamenta-se exclusivamente na viabilidade dos objetivos educacionais a serem alcançados, ou seja, a utilização dos vários meios, integrados num único

ambiente, justificaria o emprego desta ferramenta. Justifica-se que o aplicativo de hipermídia como um recurso ou estratégia complementar, seria indispensável para o curso de graduação, exigindo a participação ativa do aluno-explorador. Essa ferramenta interage com vários meios comumente utilizados pela disciplina de Endodontia, num ambiente graficamente sofisticado e agradável e que vai de encontro com os critérios do projeto gráfico (leiaute, design e estrutura de navegação), do conteúdo, da legibilidade e da acessibilidade do ambiente (Leão, 1999; Melly, 2000; Nilsen, 2000; Parizotto, 2000; Corrêa, 2001; Novelli *et al.*, 2001).

No curso de graduação em Endodontia, as aulas laboratoriais costumam ser mais motivantes, produtivas e com maior índice de aprendizagem. Isso porque a dinâmica (o aluno aprende fazendo) de um laboratório de Endodontia se aproxima dos modelos de educação exigidos pela sociedade da informação. A hipermídia pode criar a mesma dinâmica para as demais estratégias utilizadas pela disciplina (aulas expositivas, estudo dirigido, painel integrado, vídeos etc.), ao possibilitar exploração, auto-aprendizagem, interatividade, iniciativa, simulações, desafios, repetições de exercícios e diversas outras atividades centralizando o aluno no processo de aprendizagem (Papert, 1980; Papert, 1988; Passarelli, 1993; Lucena, 1994; Tori, 1996; Tori, 1998; Fazenda, 2000).

Mesmo quando usada como uma simples ferramenta de apoio para aulas expositivas, a hipermídia pode melhorar o aproveitamento do aluno, seja atingindo múltiplas inteligências (pelo uso de múltiplas mídias), seja por despertar maior interesse e participação do discente. O simples fato de uma

aula ser apoiada por recursos de hipermídia, já implica na necessidade de mais planejamento e maior tempo do professor na sua preparação, culminando numa melhor qualidade de apresentação (Passarelli, 1993; Gardner, 1994; Tori, 1998).

O conteúdo cognitivo da disciplina de Endodontia é estático (livros) e passivo (aula expositiva). A falta de recursos não permite ao corpo discente alternativas, e as aulas são uma obrigação maçante e tediosa, levando o aluno, muitas vezes, ao abandono da leitura e ao desinteresse pela aula magistral.

O desenvolvimento deste trabalho se justifica pela necessidade de se desenvolver os conteúdos de maneira mais adequada, para um melhor ensino-aprendizagem em Endodontia.

Este trabalho se justifica também por contribuir com uma parcela de informação dentro do contexto educacional da disciplina, sem excluir, numa discussão mais ampla, a questão educacional como um todo. A educação é, indubitavelmente, o caminho mais eficiente para se alcançar uma melhor qualidade de vida do cidadão. Acredita-se que é a partir do compartilhamento de conhecimento que a sociedade (que queira evoluir e ter um padrão de vida razoável) trilha o caminho da investigação. Isso significa a procura do saber de forma mais eficiente.

Observa-se que os países que se desenvolveram em ciência e tecnologia, isto é, não deixaram a educação abandonada, tiveram uma taxa

de marginalidade insignificante, em relação aos países onde a educação é negligenciada (Lucena, 1994; Machado, 1997).

Este estudo justifica-se também pela convivência de quatro anos do autor, como estagiário didático na disciplina de Endodontia - FOUSP, interagindo, observando e avaliando o corpo discente, frente às várias estratégias utilizadas pela disciplina.

A tecnologia hipermídia é capaz de armazenar uma carga ilimitada de informações em diferentes mídias; a consulta dos dados é instantânea; é fácil de usar; tem interatividade constante e de fácil atualização, e já está incorporada no cotidiano discente (Corrêa, 2001).

A constatação do fascínio que os microcomputadores exercem sobre os universitários, entre outros, indica que um dos caminhos para a rápida evolução de todos os campos de atividades educacionais poderá ser via informática e hipermídia. É preciso, porém, estar atento a esses recursos, a fim de usá-los adequadamente no ensino.

Observando o rápido crescimento da conectividade no cotidiano das pessoas, constatou-se que o fascínio por essas máquinas computacionais deveria ser aproveitado também para o ensino.

A idéia foi também de criar um aplicativo computacional para o ensino-aprendizagem em Endodontia, mesmo sabendo das dificuldades que isso poderia apresentar (o pouco conhecimento que se tinha na área de informática e a escassez de recursos). A idéia do uso da informática na

Endodontia tem como base uma dinâmica de motivação do ensino-aprendizagem dessa disciplina.

Um projeto de hipermídia exige, porém, a participação de profissionais de diferentes áreas, cada um com suas próprias técnicas, metodologias e formas de trabalho (Kim, 1990; Tori, 1998; Corrêa, 2001).

Normalmente existe a predominância de um determinado perfil profissional, ditada pela composição da equipe e, principalmente, pela formação e área de atuação do coordenador. Alguns projetos enfatizam mais a parte visual, enquanto outros se preocupam com questões relacionadas à engenharia de software. Claro que as características do sistema a ser desenvolvido influem nessa composição (um sistema de navegação em um grande banco de dados corporativo possui exigências bem diferentes de um software voltado para a educação infantil).

Para um projeto de hipermídia, nenhuma das técnicas e metodologias normalmente utilizadas individualmente é totalmente adequada para a equipe e para o trabalho interdisciplinar como um todo (Tori, 1998; Fazenda, 2000; Corrêa, 2001).

O desenvolvimento de técnicas e metodologias apropriadas ao projeto de sistemas hipermídia é, portanto, um tema que ainda vem motivando muitas pesquisas.

Para Machado (1997), o desenvolvimento de um aplicativo hipermídia, destinado ao ensino, pode envolver os seguintes especialistas:

- 1 em conteúdo;
- 1 em desenho interativo;

- 1 em desenho gráfico;
- 1 técnico em audiovisuais;
- 1 em programação;
- 1 psicólogo;
- 1 pedagogo.

Numa primeira fase, elabora-se um conceito breve, descrevendo-se os conteúdos e as principais opções didáticas (esta fase envolve o especialista em conteúdo e o especialista em desenho interativo). Em seguida, elabora-se o módulo piloto, que vai mostrar, em detalhes, as interações do programa (esta fase envolve o programador). Após esta segunda fase, o desenhista gráfico começa a refinar o desenho de cada página eletrônica, para dar ao produto um desenho integral. Numa quarta fase, os outros módulos do programa são completados, seguindo o módulo-piloto. Em cada fase fazem-se revisões e adaptações do plano inicial.

Uma amostra de usuários ajuda na revisão e avaliação do programa.

Nesse trabalho não se teve o especialista de desenho interativo, de desenho gráfico e nem o técnico de audiovisuais, por falta de recursos, o que dificultou a proposta do trabalho. Mesmo que se contasse com essa equipe, ter-se-ia uma outra dificuldade: a conexão dessas pessoas em uma rede (Intranet), de modo que cada integrante da equipe pudesse acompanhar o trabalho da equipe e incorporá-lo ao seu trabalho pessoal.

Devido a algumas restrições (tempo e recursos disponíveis), não foi possível reunir uma equipe de profissionais composta pelas diversas áreas (editores, designers gráficos, ergonomistas, programadores, pedagogos,

alunos etc.), que, apoiados em um dos métodos de projeto de interface (sugeridos neste trabalho), pudessem desenvolver um aplicativo educacional.

Ademais, de todos aplicativos computacionais citados na revisão bibliográfica, apenas o site PatoArteGeral (Corrêa, 2001) foi avaliado, através da aplicação nos alunos de graduação. Nesse caso, foi utilizada a modalidade de ensino à distância (EAD).

Nossa proposição preliminar foi produzir e avaliar a aplicação da hipermídia como recurso auxiliar de ensino-aprendizagem em Endodontia. Essa proposta inicial foi, porém, modificada, devido à complexidade na criação, desenvolvimento e no que concerne às potencialidades pedagógicas inerentes da ferramenta, direcionando-nos apenas para a construção do protótipo, que fornece os subsídios ou ferramentais necessários para o professor desenvolver soluções multimídias cada vez mais sofisticadas.

Segundo Machado (1997); Tori (1998); Fazenda (2000); Corrêa (2001), muitas são as dificuldades apresentadas pelos modelos de ensino-aprendizagem, através de microcomputadores. O que precisa acontecer é a transformação de professores tradicionais, em professores de software interativo. Para essa transformação seria necessário que professores *experts* didáticos, familiarizados com a elaboração dos mais variados meios (diapositivos, apostilas, vídeos, mesas demonstrativas, macromodelos, avaliações etc.) em forma separada. Eles passariam a ser "inventores" de conceitos que viessem integrar e relacionar os diferentes tipos de meios em

um só documento de software. Isso pode ser concretizado de duas formas: através do treinamento de editores e designers gráficos no uso de sistemas hipermídias e trocando-se a programação tradicional para o uso de ferramentas de produção hipermídia, atualmente de fácil utilização, ou seja, é pouco especializada.

Para Corrêa (2001), o professor deve dominar basicamente as técnicas utilizadas para a construção de páginas em HTML, sem necessariamente ter que dominar essa linguagem de programação. Executar essa ação não difere daquela desenvolvida pelo corpo docente quando em contato com a tecnologia do “slide”: o professor aprende a fotografar seu próprio material, mas não faz necessariamente a revelação dele, ou seja, domina uma parte da técnica; sabe exatamente qual “flash” deve utilizar para que a imagem tenha qualidade, bem como sabe criticar uma revelação mal feita.

Ao participar da confecção das páginas, o professor terá plena consciência da organização das informações e da árvore de links, refletirá sobre essa organização e saberá analisar seu desempenho com os alunos. Ele estará capacitado, sobretudo, para formar uma equipe de produção (até mesmo terceirizada), dedicada às suas atividades específicas no processo de ensino-aprendizagem.

Minha experiência como professor de Endodontia em Faculdades de Odontologia, desde 1993, despertou o interesse pelo aprimoramento tecnológico dos recursos audiovisuais, cujo objetivo sempre enfocou as qualificações norteadoras do desenvolvimento cognitivo, das habilidades e

atitudes dos discentes. Ao longo das experiências com novas tecnologias, principalmente computacionais, procurei atender a demanda acadêmica de vanguarda ou interativa, oriundas da sociedade da informação.

O projeto para o desenvolvimento de um CD-ROM intitulado “Configuração Interna Dental e Cirurgia de Acesso à Câmara Pulpar”, criado e coordenado pelo Professor Doutor Carlos Eduardo Aun, em junho de 1999, para a disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo – FOUNICID, e materializado em dezembro de 1999, incitou o desempenho interdisciplinar, proporcionando a aplicação dos mais variados meios, como aquisição de imagens dentárias digitais fidedignas, videocliques digitais, computação e design gráfico, entre outras modalidades utilizadas.

A concepção e aplicação desse material foram relevantes para o desenvolvimento do presente estudo. Experiências adquiridas com as dificuldades encontradas (aparelhagem e técnicas), e a experiência da materialização do CD-ROM foram compartilhadas na sua fase de desenvolvimento.

Durante a aplicação do material didático multimídia, foram observados o aproveitamento, o interesse e a participação dos alunos em relação à utilização das mídias interativas. Elas foram responsáveis pela motivação dos discentes.

Em outubro de 2000, durante os congressos “IV Recentes Avanços” e “II Endosat - Endodontia On-Line¹”, organizados pela Disciplina de

¹ (<http://www.usp.br/fo/varella/index.html>)

Endodontia – FOUSP, os congressistas Lage-Marques, J. L.; Skelton Macedo, M. C.; Lemos, E. de M. proporcionaram, pela primeira vez, a oportunidade de se participar de eventos que contaram com auxílio da Internet. Tal experiência permitiu utilizar a linguagem HTML e a tecnologia hipermídia, desenvolvidas e transmitidas do próprio local. As páginas eletrônicas foram disponibilizadas num site, hospedado no CCE-USP (Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo), proporcionando, aos interessados, o acesso a informações, tais como: resumos de temas apresentados, entrevistas e ilustrações; de dúvidas, sugestões e críticas levantadas. A participação do público foi, quantitativamente, surpreendente. Esse site foi desenvolvido através de projeto financiado pela FAPESP n.99.03454-2, e pode ser acessado na web.

A escolha da tecnologia hipermídia, para esse trabalho, foi baseada em sua versatilidade e por ser uma tecnologia que proporciona novas possibilidades para a educação, ao fornecer um ambiente criativo e que pode ser explorado por alunos e professores (Lucena, 1994; Machado, 1997; Tori, 1998). O ambiente educacional, apoiado na hipermídia, pode oferecer situações de aprendizagens que se adequam a uma prática pedagógica que tenha por objetivo estimular a construção do conhecimento, a criatividade e a tomada de decisões do indivíduo (Piaget, 1977; Piaget, 1982; Passarelli, 1993; Campos, 1994; Clunie & Souza, 1995; Vigotsky, 1998; Vieira, 2001).

Trata-se de uma ferramenta computacional de fácil atualização, armazenamento e recuperação da informação. O navegador (browser),

utilizado para exploração do produto hipermídia, é universal e democrático em todos os microcomputadores.

O *Microsoft PowerPoint* não foi utilizado para agregar as mídias eletrônicas, por tratar-se de um programa destinado a apresentações, comumente utilizado em aulas expositivas, exigindo a presença de um apresentador. Alguns sistemas especialistas, citados na revisão bibliográfica, utilizam, de alguma forma, características de apresentação do *PowerPoint*, com peculiaridades visuais semelhantes, ou em fase de transição entre softwares passivos (onde o navegador utiliza apenas as funções avançar, retroceder e alguns botões para mudar a tela) e ativo (exigindo interatividade em todos os momentos da exploração, sem necessidade de apresentador).

Em se tratando do uso de tecnologia, espera-se que os usuários a explorem com certo grau de motivação. A possibilidade de exploração é oferecida pelo aplicativo computacional, onde o usuário não precisa entender de computação, apenas aprender a manusear o "mouse", necessitando pouco do teclado. Para tanto, basta clicar os botões (apresentados na tela) com o título do que se quer estudar e interagir. Os exemplos apresentados no capítulo resultados, incorporam aplicações das teorias a casos clínicos, o que dá maior importância ao trabalho que foi desenvolvido.

O aluno que não possui nenhum conhecimento, ou que tem um conhecimento restrito, poderá navegar, passo-a-passo, pesquisando o material apresentado. Aqueles que possuem alguma base sobre o assunto proposto poderão aprofundar seus conhecimentos em ritmo e horários

próprios, com a autonomia que esse aplicativo computacional oferece. O aluno poderá interagir com o sistema, através dos exercícios propostos, onde irá encontrar o caminho certo para a solução dos exercícios. Esse procedimento servirá como retroalimentação ou *feedback* do assunto. A repetição dos exercícios se faz quantas vezes o aluno julgar necessária (Passarelli, 1993; Machado, 1997; Corrêa, 2001).

Todo o estudo poderá ser feito na Universidade, ou através do equipamento particular do aluno. Neste caso, basta um microcomputador modelo *Pentium* convencional, com monitor de 256 cores e o sistema operacional popularmente universal - *Microsoft Windows*. Além disso, as últimas tendências do mercado de computadores mostram uma redução rápida e incessante nos preços de microcomputadores e seus acessórios, o que facilitará sua aquisição por parte de estudantes, notadamente de estudantes universitários.

Procurou-se também apresentar o material de uma forma didática, bem mais aberta, com várias opções de navegação, dando ao estudante a possibilidade de trabalhar de uma forma variada.

Com a apresentação desse aplicativo de hipermídia prototipado, pretende-se sua auto-suficiência, para que possa atingir não só o público-alvo, ou seja, os estudantes universitários de cursos onde a disciplina de Endodontia é ministrada, mas também o público que não faz parte do meio acadêmico, funcionando como educação continuada, sem a pretensão de substituir a figura do professor.

Nos últimos anos, as principais entidades de apoio à pesquisa têm demonstrado interesse em projetos interdisciplinares, proporcionando a eles riqueza e diversidade. Com isso entenda-se a somatória que as diferentes contribuições trouxe ao projeto. Passarelli (1993) corrobora essa idéia, argumentando o conceito “vygotskyano” de que o conhecimento é uma construção coletiva.

O desenvolvimento deste trabalho permitiu o contato com duas experiências distintas: a primeira refere-se à sistemática pedagógica, diretamente ligada ao desenvolvimento de material didático interativo, principalmente no tocante à aplicação de modelos de ensino-aprendizado, os quais diferem, em muito, segundo Corrêa (2001), do ensino dito tradicional; a segunda diz respeito à técnica envolvida com as linguagens de programação (HTML e Javascript), bem como à produção de mídias interativas, para a qual pretende-se dar maior ênfase.

Tanto em um como em outro campo do conhecimento (tecnologia computacional e ensino-aprendizagem), os dados referenciais são escassos, pouco elucidativos e com resultados bastante particulares, principalmente tratando-se de educação presencial e à distância nas áreas Médica e Odontológica.

Salienta-se que a metodologia de desenvolvimento e produção de mídias interativas educacionais, armazenada em CD-ROM, para Internet ou para ensino à distância (EAD), segue moldes semelhantes, diferindo basicamente no tamanho dos arquivos imagéticos.

Para Corrêa (2001), a aplicação e avaliação da proposta de ensino-aprendizado à distância, via Internet, nos alunos de graduação em Odontologia da FOUSP, foi significativa:

- estão aptos tecnicamente e desejam ser submetidos a uma sistemática de ensino à distância, utilizando a Internet como veículo de transmissão das informações;
- os sites gerados (Patologia Geral, Patologia Bucal e Introdução à Técnica Cirúrgica) estavam condizentes, em termos de leiaute e quantidade de informações, com a proposta pedagógica direcionada a cada um deles, quais sejam, ser um livro eletrônico (Patologia Geral), ser um banco de dados de casos clínicos (patologia Bucal) e ser um curso sobre técnica cirúrgica, com atividades manuais (Introdução à Técnica Cirúrgica), abordando grande parte do plano curricular da Odontologia e disponível a qualquer hora;
- os alunos aprovaram os sites e a iniciativa de introdução de ensino à distância na FOUSP. Demonstraram facilidade no manejo das interfaces computacionais e grande capacidade adaptativa no tocante às falhas do suporte tecnológico disponibilizado;
- os estudantes revelaram estar em transição do ensino presencial para o não presencial, principalmente em relação às estruturas hipertextuais;

- a mudança de paradigma quanto ao ensino para a graduação em Odontologia é viável, considerando-se o preparo inerente dos jovens às novas tecnologias de aprendizado.

Algumas falhas de infra-estrutura da instituição foram detectadas, bem como um descompasso entre as aulas presenciais e não-presenciais. A mudança de paradigma do ensino atual na Odontologia - FOU SP foi viável, considerando-se o preparo e a receptividade dos alunos de graduação para essa mudança. Modificações no que concerne à infra-estrutura tecnológica, ao plano curricular e às estratégias pedagógicas que visam interdisciplinaridade deverão ser feitas.

Ler um hipertexto requer peculiaridades da linguagem não-linear.

Em sua grande maioria, os alunos-navegadores encontram-se aptos, enquanto a minoria está em fase de transição, ou pelo menos ciente da potencialidade (agilidade, velocidade e abrangência) proporcionada pelo hipertexto/multimídia.

Ainda em 2001, Corrêa propõe um protocolo de produção de material didático on-line, que proporciona a criação de bancos de dados digitais para as duas disciplinas, os quais serviram como fonte de informações para a estruturação e desenvolvimento dos três sites: dois relacionados à Patologia Geral e um relacionado à Patologia Bucal.

O processo de produção digital de nosso estudo baseou-se:

- no material disponível no site¹ “Curso de Produções de Mídias Interativas”, ministrado pela Professora Doutora Mylene Melly. Este é um curso oferecido aos alunos de Editoração da Escola de Comunicações e Artes – ECAUSP, destinado ao desenvolvimento de sites comerciais;
- no capítulo “Material e Métodos” (Corrêa, 2001, p.43-51), destinado ao ensino-aprendizagem em Patologia Geral, Bucal e Introdução à Técnica Cirúrgica.

Tanto o site, quanto os capítulos colaboraram significativamente para a criação do bancos de dados digitais, tratamento das mídias, confecção, criação e desenvolvimento do aplicativo em questão.

Pretende-se, com este estudo, acrescentar/instrumentalizar na íntegra o docente quanto à produção e ao desenvolvimento de soluções multimídias aplicadas no ensino-aprendizagem, não somente para Endodontia, como também para a Odontologia, agregando-se todas as peculiaridades pertinentes à construção do aplicativo em questão.

A modelagem destinada à produção e desenvolvimento de material didático interativo para a Odontologia, bem como para área de Saúde, encontra-se fragmentada ou diluída, como mostra o capítulo da revisão bibliográfica, onde maiores informações serão dadas.

Segundo Melly (2000), o processo de produção digital é composto por uma série de etapas que compreendem: a conversão do mundo analógico

¹ (<http://www.eca.usp.br/prof/mylene/dig/md/index.htm>)

para o universo digital; o tratamento adequado; o armazenamento em formatos compatíveis com as necessidades do sistema, que devem ser preliminarmente considerados.

Diversos conceitos precisam estar solidificados para a correta escolha dos parâmetros de digitalização e a forma de distribuição do produto final, principalmente tratando-se de Odontologia e áreas correlatas.

Para que isso se concretize, é necessário um dispositivo de hardware e, normalmente, de um software para controle dos parâmetros da digitalização, conforme descritos a seguir:

- o scanner é capaz de digitalizar imagens em duas dimensões; seus modelos mais sofisticados permitem a digitalização de objetos tridimensionais. Utilizando-se de kits de transparência, é possível digitalizar slides, radiografias e até mesmo negativos fotográficos; dotado de um software de OCR (Optical Character Recognition), o scanner permite a digitalização de documentos impressos, modificando-os para um formato passível de ser editado, com auxílio de um editor de texto como, por exemplo, *Word - Microsoft®*; os parâmetros normalmente empregados pelos scanners são: a resolução de captura da imagem (dpi) - pontos por polegada, número de cores e formato da imagem, este último normalmente sem compressão, é destinado ao armazenamento do arquivo gráfico;

- as placas de captura de vídeo ou (*frame-grabber*) permitem a digitalização de vídeos analógicos; os parâmetros da captura de vídeo são: número de *frames* ou imagens por segundo (5 fps, 10 fps, 15 fps, 20 fps, 30 fps, normalmente as mais utilizadas); tamanho do quadro (opções mais comuns: 160x120, 320x240, 640x480); formato do vídeo digital (avi, qt, MPEG, etc.). As placas de captura de vídeo mais acessíveis fornecem o formato avi, como saída, e, recentemente, o formato MPEG (*Motion Pictures Expert Groups*). Estes são os modelos mais utilizados em projetos hipermídia e sites;
- as placas de som (*Sound Blasters*) permitem não somente a reprodução, como também a digitalização sonora; os parâmetros da digitalização são: resolução (8-mono ou 8-estéreo, 16-mono, 16-estéreo, dobrando-se o tamanho do arquivo, ao passar-se de uma opção a outra, na ordem dada) e taxa de captura (11.025, 22.05, 44.1, 48 KHz - dobrando-se a taxa, dobra-se o tamanho do arquivo); os principais formatos de áudio digital são: au (baixa qualidade, com baixa compressão), AIFF (formato nativo do Macintosh), WAV (formato nativo do *MS-Windows*), MPEG (melhor qualidade e compressão) e MIDI (só para instrumentos). Os três últimos são os principais parâmetros sonoros utilizados.

O processo de digitalização necessita sempre de um dispositivo de hardware que introduz variações entre o original analógico e o resultado digital. Neste sentido, a fase seguinte à digitalização é o tratamento das

mídias digitais. Assim, imagens necessitam ser tratadas com softwares especializados para a adequação do contraste, do brilho, da distribuição de cores, do tamanho, da resolução, do formato etc. Vídeos precisam ser editados de modo a adequar, por exemplo, o número de quadros (*frames*) por segundo, ou ainda suavizar cortes abruptos. Lista-se, a seguir, alguns dos aplicativos utilizados para estes tratamentos: *Adobe Photoshop / Corel PhotoPaint*, que permitem a manipulação de imagens; *Adobe Premiere*, que permite a edição de áudio e vídeo digitais e *Macromedia Sound Edit*, que possibilita a edição de áudio.

Em todo o processo de produção de mídias interativas é de fundamental importância definir qual o parâmetro de saída, pois este influencia todas as etapas anteriores, tais como: entrada, processamento e armazenamento das mídias. Para o processo de produção, torna-se necessário discutir os limites, as vantagens e as dificuldades do computador. A saída do computador pode ser representada pelo conjunto: placa gráfica e monitor de vídeo. Juntos, eles estabelecem parâmetros importantes de visualização, impondo uma série de cuidados no processo produtivo, como será detalhado a seguir:

- a resolução encontra-se intimamente relacionada com o número de pontos disponibilizados na horizontal e na vertical do monitor; as resoluções podem variar de acordo com a finalidade para a qual se destinam; as possíveis resoluções utilizadas são: 640x480 pixels (*picture elements*) ou menor unidade de imagem, 800x600,

1024x768, 1280x1024 e 1600x1200; as diferentes resoluções implicariam em quantidades diferentes de pixels disponíveis e, portanto, de área útil de trabalho; uma das primeiras decisões que deve ser feita no sistema diz respeito à escolha da resolução para o desenvolvimento do projeto.

A grande maioria dos projetos ou páginas destinados para Internet ou CD-ROM desenvolvidos recentemente utilizam a resolução (800x600), justificada pela plataforma comumente empregada pelos usuários.

Considera-se que, caso o projeto seja desenvolvido para resoluções maiores, usuários que utilizam a menor resolução deixarão de visualizar certas regiões da tela, o que pode ser bastante grave, caso estas regiões possuam informações relevantes. Por outro lado, projetos desenvolvidos para resoluções menores prejudicariam usuários que utilizam maiores resoluções, pois parte da área útil da tela passa a não ser utilizada de forma eficiente, ou é desperdiçada.

Além do exposto, é preciso ainda considerar que as mais variadas resoluções estão diretamente relacionadas com a qualidade da imagem. Tal fato pode vir de encontro com o projeto Endodontia Eletrônica – “e-endo”, onde o detalhe da anatomia interna dental, os delicados instrumentos endodônticos ou a qualidade da obturação observada a partir da imagem digital da radiografia convencional conspiram boas resoluções.

As diferentes resoluções existentes no mercado causam sérios problemas para os desenvolvedores de mídias eletrônicas, respaldado no projeto gráfico, que deve ser realizado de tal forma que não ocorram rolamentos horizontais em monitores de baixa resolução. Entretanto, a maioria dos computadores disponíveis atualmente na FOU SP utiliza a resolução 800x600 pixels, no mínimo.

Durante a fase de desenvolvimento do projeto gráfico para o aplicativo, a coleção imagética não correspondeu visualmente às peculiaridades anatômicas, o que nos conduziu à utilização de resolução superior (1024x768 pixels), contemplando a qualidade gráfica, inclusive dos instrumentos endodônticos utilizados.

A interface gráfica contemporânea utiliza em média 16 ou 32MB. Trata-se de uma aceleradora gráfica, exigindo, contudo, uma porta compatível, representada pelo *slot* (encaixe para placa) no computador, geralmente discriminada como AGP (porta aceleradora gráfica). Trata-se de uma placa de vídeo, com custo reduzido e amplamente utilizada.

Os computadores da FOU SP: de departamentos, biblioteca, sala pré-aluno e pós-graduação, estão equipados com placas de vídeo com 1 ou 2MB. A placa de vídeo com 1 MB não suporta resoluções superiores a 800x600 pixels; a segunda suporta, no máximo, 1024x768 pixels e 256 cores, bastando apenas configurar.

Justifica-se, portanto, a adoção dessa resolução (1024x768 pixels) como referência para o protótipo. É relevante notar ainda que resoluções superiores contribuiriam significativamente na qualidade da imagem.

Ainda neste particular, estima-se, em curto prazo de tempo, que a resolução padrão para as interfaces de vídeo será de aproximadamente 1600 pixels e milhões de cores.

Além das resoluções utilizadas, ainda podemos inferir considerações em torno do número de cores simultaneamente empregadas. Trata-se de um parâmetro que varia de computador para computador, estando intimamente correlacionados com placas controladoras de vídeo e quantidade do número de pontos disponibilizados no monitor. Hoje em dia, são raros os projetos que trabalham apenas com 256 cores. Em contrapartida, existem sistemas que empregam até 64 milhões de cores.

Os monitores também impõem um outro parâmetro que deve ser sempre considerado durante a produção de mídias eletrônicas: a resolução em dpi (dots per inch). Impressoras possuem diversas resoluções dadas em dpi (150, 300, 600, 1200, 1440, 2400 dpi são valores comuns) que definem sua qualidade, em função do número de pontos que podem ser impressos a cada polegada. Quanto maior o dpi, melhor a qualidade da impressão. Para as telas de monitores existe o mesmo conceito de dpi. No entanto, devido aos tamanhos padrões de monitores, devido à razão entre suas larguras e alturas (4:3) e às diferentes resoluções em pixels, conclui-se que a maioria dos monitores possui resolução da ordem de 75 a 96 dpi. Isto define a

resolução final das imagens que devemos empregar ao realizar projetos para mídia eletrônica (Melly, 2000). Para a mídia impressa, resoluções superiores devem ser utilizadas.

Além da limitação de resolução dos monitores, temos ainda limitações na mídia, através da qual a informação é armazenada.

No caso de distribuição em CD-ROMs, deve-se ter em mente que existem leitores de disco (drive) com diferentes velocidades, variando de 2X a 64X. (sendo 1X a velocidade de um CD de áudio, 150 Kbytes/s). Desta forma, mídias armazenadas em grandes arquivos (vários Mbytes) não proporcionariam um rápido acesso ao usuário, levando o explorador, em algumas situações, a desistir de navegar.

Vídeos, em particular, são críticos, a exemplo de um vídeo digital com 10fps (*frames* por segundo), 160x120 pixels em um drive de 4X, que já possui performance deteriorada.

Na Internet, o problema comentado anteriormente é ainda mais crítico pois, além do usuário depender de conexões lentas, a rede normalmente encontra-se congestionada. Desta forma, para sistemas destinados à web, existe uma série de cuidados e técnicas, necessários à realização de um bom projeto, tais como: a utilização de imagens sempre comprimidas (JPEG ou GIF), com poucas cores, tamanhos sempre reduzido, vídeos com alta taxa de compressão, com cerca de 5fps, etc. Atualmente, há a possibilidade de se trabalhar na Internet com imagens vetoriais, em programas como

Macromedia Flash. Esses programas, além de ocuparem espaço mínimo, fornecem enorme capacidade de interatividade.

Tratando-se de um projeto armazenado em CD-ROM, os problemas de acessibilidade, diretamente ligados com a velocidade de “carregamento” da página, não seriam significantes.

Outro problema na Internet, assim como em CD-ROM, é a incompatibilidade de leitura dos aplicativos entre os diversos navegadores (browsers). Essa batalha de “gigantes” (Microsoft® e Netscape®) vem deixando os Web Designers confusos, pois um bom projeto deve funcionar bem nas duas últimas versões dos dois navegadores mais utilizados: *Internet Explorer* - Microsoft® e *Netscape* - Netscape®.

A capacidade de processamento e a quantidade de memória também devem ser consideradas, baseando-se na média da população e nunca no microcomputador do desenvolvedor. Estima-se que a média de memória (RAM) dos computadores, principalmente no Brasil é da ordem de 32MB.

A visualização na tela do monitor dos computadores não se dá através de pigmentos (CMYK - Cyan, Magenta, Yellow, Black), como em impressoras, mas através da luz. Existem três cores primárias no sistema RGB (Red, Green, Blue). A combinação destas três cores básicas, em sua máxima intensidade, fornece a cor branca, e com intensidade zero, a cor preta. A diferença entre os dois sistemas e as características inerentes ao

hardware compõem uma série de problemas na reprodução de cores do impresso para o eletrônico e vice-versa.

Além do problema de conversão, existe o problema da calibração dos monitores e do fator *gamma* ou gama (grau de contraste entre tons claros e escuros, em uma imagem), que faz com que uma mesma imagem apareça com cores completamente diferentes, mesmo entre computadores idênticos. Desta forma, recomenda-se realizar a calibração dos monitores para que o tratamento realizado nas imagens aproxime-se da realidade.

O número de cores utilizado em mídias como imagens, gráficos, vídeos, etc. tem conseqüências no tamanho final do arquivo. Quanto mais cores, melhor a qualidade da imagem, maior o tamanho do arquivo e também maior será o tempo de “carregamento” desta imagem no sistema, tornando-o lento tanto em sistemas disponibilizados na Internet, como em CD-ROM. Este último, porém, é normalmente mais rápido, em função da velocidade de leitura do drive.

Existem vários formatos de imagens. Pormenorizando, elas podem ser classificadas, segundo Melly (2000), como:

- **Imagens não compactadas** - são imagens armazenadas sem a utilização de qualquer algoritmo visando diminuir o tamanho físico em bytes ocupado por uma dada imagem. Normalmente os formatos BMP, TIFF e TARGA são exemplos de imagens sem compressão. Estas imagens ocupam vários MBs de espaço físico no disco. Esses extensos arquivos gráficos

destinam-se à mídia impressa, bem como às imagens recém-digitalizadas, ainda não tratadas para a mídia digital.

- **Imagens compactadas com perdas** - possuem algoritmo de compressão, permitindo que o tamanho físico, ocupado pela imagem, seja menor. Em contrapartida, elas alteram a codificação original da imagem, de forma que o algoritmo descompactador não é capaz de recuperar a qualidade original da imagem. Um exemplo é o formato JPEG (Joint Photograph Expert Group).

- **Imagens compactadas sem perdas** - possuem algoritmo de compressão, permitindo que o tamanho físico ocupado pela imagem seja menor. A recuperação da imagem original pelo descompactador é feita sem perda na qualidade. Um exemplo é o formato GIF (Graphic Interchange Format).

O JPEG e o GIF compõem os dois principais formatos e são amplamente empregados em projetos hipermídia armazenados em CD-ROM, como também em web sites. Para tanto, são merecedores do detalhamento a seguir:

GIF (Graphic Interchange Format), desenvolvido pela CompuServe®: trata-se de um formato de imagem indexado, que possui um mapa de cores *palette* ou paleta associada, compreendido por 256 cores. Desta forma, apesar do algoritmo de compressão não interferir na qualidade original das imagens, algumas delas podem ainda sofrer alterações qualitativas. Tal fato

está relacionado diretamente com a restrição do número de cores. São parâmetros normalmente destinados a imagens de cores chapadas (contínuas), geradas computacionalmente.

O algoritmo de compressão utilizado para as imagens com formato gif é o LZW (Lempel, Zif & Welch), cuja patente pertence a Unisys[®]. Seu algoritmo é muito simples: varre-se a imagem horizontalmente e, ao encontrar-se o primeiro pixel, armazena-se sua cor, passando-se para o pixel seguinte. Caso as duas cores sejam as mesmas, incrementa-se o contador e passa-se para o próximo pixel, utilizando-se o mesmo procedimento acima, até encontrar uma cor diferente. Quando isto ocorre, armazena-se a cor anterior e o valor do contador. O contador é zerado e o processo continua até que não haja mais pixels na imagem. É um algoritmo rápido, necessitando de apenas um passo para compressão e um passo para descompressão. Porém, alguns cuidados devem ser tomados, principalmente durante os procedimentos de rotação desta imagem (gif). Devido à implementação do algoritmo e dependendo do tipo de padrão de cores existentes na imagem, ela pode assumir um tamanho superior, diferente do original.

Arquivos com formato gif possuem ainda algumas variantes. São recursos amplamente utilizados em sistemas hipermídia, armazenados em CD-ROM, bem como em provedores de acesso à Internet, merecedores dos seguintes esclarecimentos:

- Gif animada: permite reunir vários arquivos gifs independentes e, a partir deles, construir um novo. Este novo arquivo, quando ativado, exhibe, a uma certa taxa, previamente definida de *frames*, os vários *frames* que o compõem, o novo arquivo, que fornece uma sensação visual de animação.

- Gif transparente: é fundamentado na possibilidade de compor o fundo de uma determinada imagem sobre a cor de fundo de uma página. O fundo da imagem, no qual pretende-se inserir a composição, deve se aproximar o máximo possível da cor selecionada como fundo da página. Contudo, podemos ainda utilizar o mesmo código da cor de fundo, de uma determinada imagem, com o código de cor da página. Quando isso é feito, tem-se uma figura transparente, cujo fundo é coincidente com a cor do background.

- GIF entrelaçada: devido a uma variação na codificação, essa composição permite que linhas da imagem sejam mostradas de forma intercalada, possibilitando ter-se uma idéia geral da imagem, antes mesmo de ser completamente “carregada” pelo sistema. Esta opção torna o arquivo ligeiramente maior, porém constitui uma opção de “carregamento” ou não, a ser decidida pelo usuário.

- JPEG (Joint Photograph Expert Group): desenvolvido especialmente para a codificação de imagens fotográficas, utiliza milhões de cores (24 bits). Não deve ser utilizado em textos ou pequenos logotipos com bordas abruptas. Utiliza o algoritmo de Huffman (código Huffman – método de compactação de um conjunto de dados) para compressão, o que permite

que o usuário estabeleça diferentes níveis de qualidade para as imagens armazenadas neste formato. Este algoritmo funciona da seguinte maneira: divide-se a imagem em retângulos e, em cada retângulo, ao invés de se armazenar cada uma das cores existentes, armazena-se uma média das mesmas. Quanto menor for a qualidade, maior o tamanho dos retângulos utilizados. Imagens armazenadas em baixa qualidade de jpeg são facilmente identificadas, devido à existência de pequenos blocos de cor.

Fotografias armazenadas em jpeg podem ser até dez vezes menores do que aquelas armazenadas no formato gif. Entretanto, as aplicações de formato são distintas.

Os principais e mais utilizados formatos de áudio são: WAVE / WAV, AIFF, MPEG, RealAudio e MIDI.

Os quatro primeiros formatos foram submetidos a um processo de digitalização. O formato RealAudio surgiu com a Internet e permite que os arquivos sejam ouvidos durante o tempo de carregamento (download) ou (*streaming* de áudio), permitindo que, por exemplo, programações de rádio possam ser transmitidas em tempo real.

O formato MPEG-3 tornou-se bastante popular na Internet devido à sua alta taxa de compressão. Várias músicas, grande parte delas não autorizadas, podem ser encontradas gratuitamente na Internet. Para abrir os arquivos armazenados neste formato, é necessário fazer o download do decodificador. Salienta-se também que o codificador permite transformar

extensos arquivos do formato WAV (nativo do *Windows*) em MPEG-3 ou MP3, como é mais conhecido. Aliás, o codificador também é disponibilizado gratuitamente na web.

O formato MIDI (Music Instrument Digital Interface), segundo Melly (2000), é diferente dos demais, uma vez que ele não é resultado de um processo de digitalização. Pode ser comparado com uma partitura, ou seja, é um arquivo que contém comandos para que certas notas sejam tocadas pelas placas de som. Ele não registra todas as informações contidas numa onda sonora, apenas as instruções sobre quais instrumentos tocar em cada momento. Este fato justifica seu tamanho reduzido, normalmente entre 10 a 50 KBs.

Por causa do reduzido tamanho do MIDI, seu emprego tornou-se comum, principalmente como música de fundo para as páginas na web. Entretanto, esse formato possui limitações: além de não transmitir voz, o timbre dos instrumentos sintetizados depende drasticamente do hardware que os reproduz. As modestas placas de som, ainda presentes em vários computadores, reproduzem a música (do MIDI) com baixa qualidade. Os recentes modelos *Sound Blaster* (placas de som) já são equipados com uma memória interna de instrumentos sintetizados, que tornam o som mais fiel e com ótima qualidade.

Para as principais formas de compressão de vídeo digital que, aliás, nada mais são do que uma seqüência de imagens ou quadros (*frames*) que devem ser reproduzidas com uma certa taxa por segundo (*frames/s*).

Um segundo de vídeo digitalizado que utiliza 24 bits de cores, com 640X480 pixels, ocupa um espaço de 300 MB. Mesmo que no sistema utilizado exista uma enorme capacidade física de armazenamento, a grande maioria dos computadores pessoais (PCs e Macs) não possui capacidade de exibir 30 MB de dados por segundo. Os CD-ROMs trabalham com uma taxa de transmissão de dados ainda menor (drivers de 1X trabalham com taxas de 150Kbytes/s, drivers de 48X trabalham nominalmente com $48 \times 150 = 7.2$ Mbytes/s). Para a Internet, o problema é ainda maior, devido à taxa máxima de transmissão suportada por diversos modems (modulador / demodulador), com exceção para os usuários equipados com conexões de banda larga ou Internet II. Devido a estas limitações, a existência e uso adequado de algoritmos de compressão de vídeos são fundamentais.

Segundo Melly, (2000) os algoritmos de compressão de vídeo são basicamente divididos em dois grupos:

- Compressão *intraframe* ou espacial;
- Compressão *interframe* ou temporal.

A compressão *intraframe* comprime individualmente cada *frame* que pertence ao vídeo (por exemplo, o padrão JPEG). Já na compressão *interframe*, alguns *frames* (*keyframes* - *frames* chaves), contêm informações sobre o *frame* como um todo, outros (*delta frames*) possuem apenas dados sobre a diferença entre um *frame* e outro. Este tipo de algoritmo funciona muito bem, por exemplo, para telejornais, onde normalmente apenas a cabeça do repórter apresenta movimentos.

A vantagem da compressão *intraframe* é a facilidade de edição e compressão. Por outro lado, a compressão *interframe* pode alcançar compressões da ordem de 200:1.

Além da compressão, outras técnicas são utilizadas para diminuir o tamanho dos arquivos de vídeo. Para CD-ROMs, por exemplo, costuma-se trabalhar com 15 *frames* por segundo, ao invés dos tradicionais 30fps, utilizados em radiodifusão. A diminuição do número de *frames* por segundo causa quebra da continuidade do movimento. Para mídias como CD-ROM e Internet, onde é impossível a previsão da plataforma utilizada pelo usuário final, este tipo de limitação é aceitável.

Outro recurso utilizado para reduzir o tamanho do arquivo é diminuir o tamanho de cada *frame*. Trabalhando com *frames* de 320x240 pixels, diminui-se o tamanho do arquivo 4 vezes, em relação a *frames* de 640x480 pixels (utilizados em *broadcast* ou radiodifusão). Com esse procedimento, podemos diminuir também o número de cores utilizadas em cada *frame*.

Apresenta-se, a seguir, uma descrição sucinta dos principais algoritmos de compressão, segundo Melly, 2000:

- **JPEG (Joint Photograph Expert Group)**

JPEG utiliza compactação *intraframe*. Um uso muito comum deste tipo de algoritmo é a captura de imagens de fitas para edição digital e seu armazenamento final, novamente em fitas. Não é o tipo de algoritmo ideal para distribuição eletrônica, devido ao tamanho final dos arquivos gerados.

JPEG é denominado um algoritmo simétrico, pois o mesmo tempo necessário para realizar a compressão dos dados é necessário para a sua descompressão. Placas de captura de qualidade utilizam compressão de 2:1 (400 Mbytes para 30 segundos de vídeo). Utilizando-se esta baixa taxa de compressão, obtém-se vídeos com qualidade equivalente a SVHS. Assim, quanto maior a compressão, pior a qualidade. Utilizando-se compressão de 6:1, é possível observar a imagem do tipo blocada, com cores estranhas e bordas imperfeitas (característica do algoritmo de compressão).

- **MPEG (Motion Pictures Expert Groups)**

MPEG utiliza a mesma idéia do JPEG para compressão *intraframe*, porém adiciona compressão *interframe*, armazenando apenas as diferenças entre certos quadros.

Existem várias definições deste padrão, porém somente dois deles são os mais utilizados até o momento: o MPEG-1 utiliza *frames* de 325x240 pixels a uma taxa de 30fps, com uma taxa de 170 Kbytes/s; o MPEG-2 foi projetado para transmitir *frames* de 720x480 pixels, produzindo taxas de 500 Kbytes/s a 2 Mbytes/s. O MPEG-7 é um padrão ainda em estudo, porém promissor, por permitir recursos sofisticados de busca, inserções e manipulações de objetos dentro do vídeo.

A padronização MPEG utiliza compressão *intra* e *interframe*, porém trabalha com os três tipos de *frames* descritos a seguir:

- *I-frame* ou *keyframe*: proveniente da compactação *intraframe* (JPEG);
- *P-frame* (*Predictive*): a informação deste *frame* é composta pela diferença de informação entre o *frame* corrente e o *keyframe* (*I-frame*) que o precedia;
- *B-frames* (Bilateral): a informação deste *frame* é derivada da informação existente nos *I-frames*, que aparecem antes e depois deste.

A compressão e a descompressão são tarefas complexas para este padrão. Normalmente, estas funções são realizadas pelo hardware. A compressão e descompressão por software também são possíveis, porém é lenta, necessitando de máquinas possantes (Exemplo: *Pentium IV*[®] com 512MB de memória RAM e interface gráfica com 64MB – AGP). A edição é ainda mais complexa, pois um corte pode deixar *B-frames* e *P-frames* sem seu *I-frames*.

O padrão MPEG é adequado para cenas tais como pessoas conversando, e é inadequado para seqüências com muitas variações de contrastes entre os *frames*.

As placas de captura de vídeo padrão MPEG costumam ser onerosas, embora possamos encontrar soluções mais acessíveis, tais como: *Broadway* e *Data Translation*.

Cinepack e Cinepack Pro

Cinepack e Cinepack Pro é um formato muito utilizado em CD-ROMs. Ele tem as seguintes características:

- trata-se de um algoritmo que utiliza compressão *interframe*;
- é assimétrico: é necessário mais tempo para comprimir um vídeo neste formato, do que descomprimi-lo;
- oferece bons resultados na resolução 320x240, a 15 fps.;
- possui licenciamento para uso em: QuickTime; Video for Windows (avi); Atari Jaguar e Java Media Layer. Nos últimos quatro anos, todos os microcomputadores foram disponibilizados com a pré-instalação do Cinepack;
- um mesmo arquivo pode ser suportado por PCs e Macs;
- Cinepack Pro: difere dos outros formatos de compressão de vídeo pela possibilidade de controlar a taxa de transmissão de cada *frame* individualmente.

Indeo Video Interactive

Indeo Video Interactive é um formato desenvolvido pela Intel[®]. Utiliza compactação *interframe* com pré-edição bi-direcional. Cada *frame* é representado por bandas, que descrevem, cada uma, em diferentes

detalhes, uma imagem. A primeira banda, por exemplo, contém cores e detalhes brutos; a próxima, mais detalhes e assim, sucessivamente, até a última banda, que contém o mais alto nível de detalhamento. Embora todas as bandas sejam necessárias para restabelecer a imagem, em caso de pouca capacidade de processamento ou transmissão, as duas ou três primeiras camadas são suficientes para recompor o vídeo. A compressão é feita através do software e hardware. O software de descompactação, nas versões para Mac e PC, é gratuito, mas não é largamente utilizado como o Cinepack (suportado apenas por processadores potentes e equipados com o software *Active Movie*).

Motion Pixels

Motion Pixels é um formato que funciona bem para compactação de vídeos do gênero: pessoas conversando (sem muita ação durante as cenas).

True Motion-S

True Motion-S é um formato apenas de compactação *intraframe*, semelhante ao JPEG. Ele é assimétrico e de boa qualidade (intermediário do MPEG-1 e do MPEG-2).

VDO

VDO é um formato projetado para veiculação de *streams* de vídeo pela Internet. Utiliza compressão baseada em *wavelets* (wavelet - uma função matemática que varia em um tempo limitado). Um dos seus pontos

fortes é o de baixar a qualidade do vídeo transmitido, ao notar conexões lentas (reduz o número de *frames* por segundo e, em último caso, transmite apenas o áudio).

StreamWorks

StreamWorks foi desenvolvido pela companhia Xing[®]. Possui algoritmo de compressão baseado no MPEG e é também dotado da capacidade de diminuir a qualidade, ao detectar conexões lentas.

Sorenson Video

Sorenson Video é um formato derivado do algoritmo utilizado em vídeo conferências. Ele produz vídeos de boa qualidade, com tamanho razoável. Para vídeos com muitos movimentos, o resultado é bloqueado e possui dificuldade em lidar com cores saturadas. Este último problema deve-se ao fato do algoritmo armazenar informação de cor em blocos de 4x4 pixels e informações de brilho em um pixel (o cérebro humano é mais sensível às variações de brilho do que de cor). O algoritmo ainda permite que um vídeo comprimido em 160x120 pixels possa ser apresentado na resolução de 320x240 pixels, sem perdas substanciais de qualidade. De forma a se adequar às diferentes capacidades de hardware, o algoritmo descarta *frames* em intervalos regulares: 1 a cada 2, ou 2 a cada 3. Esse algoritmo possui ainda recursos para bloquear seu conteúdo para determinados usuários, semelhante à senha utilizada no aplicativo Quicktime[®].

Algumas considerações necessárias serão a partir de agora feitas, com referência à estruturação da informação.

Sistemas hipermídia são difíceis de serem representados sem a integração das mídias que os promovem. Utilizamos um organograma para espelhar as partes que compõem o todo do sistema, bem como as relações existentes entre as partes. Quanto às páginas que compõem o sistema, todas são ligadas a todas, e estas ligações ocorrem através da identificação de diferentes números – “um” a “n” ; “n” a “um”, assim como através de múltiplos espaços informacionais – um trecho de texto ou uma palavra pode estar ligados a um vídeo, a um som ou a uma imagem. Inferiu-se sobre a possibilidade da utilização de links ou nós, imersos no meio do texto, os quais foram utilizados. Analisou-se a nomenclatura adotada, se é clara e concisa, permitindo que o explorador tenha noção prévia suficiente do conteúdo (intuição) a ser encontrado no destino (Estevam & Sagre, 1992; Passarelli 1993; Leão, 1999; Melly, 2000; Nilsen, 2000; Corrêa, 2000; Schultz *et al.*, 2001).

Esta similitude na estruturação da informação de um aplicativo de hipermídia, bem como em um site, está respaldada no mapeamento do sistema navegacional, normalmente composto por menus. As palavras escolhidas para itens de menu devem ser precisas e curtas, e cumprir seu papel de associar idéias e comunicar a informação de forma eficiente. A escolha das palavras adequadas (*labels*) é portanto fundamental para a compreensão do sistema. Bibliotecários e lingüistas devem ter uma

participação essencial nesta fase, principalmente tratando-se de projetos complexos (Machado, 1997; Tori, 1998; Melly, 2000; Corrêa, 2001).

A estrutura navegacional de um projeto hipermídia é tão importante quanto todos os elementos existentes na mídia impressa. Afinal, não concebemos um livro sem índice ou sem número de páginas. Da mesma forma, não é possível navegar em um sistema sem uma adequada estruturação da informação, ou seja, orientada através de instrumentos como menu de navegação, bem como com disponibilidade da localização precisa. O menu orienta o usuário em qualquer momento da exploração, permitindo o aprofundamento no assunto de acordo com a necessidade do usuário. A contextualização da informação deve, assim, estar presente em todas as páginas.

O universo documental, em sistemas hipermídia, é extremamente associativo: passa-se de um assunto para outro rapidamente. Se não houver uma preocupação com a contextualização da informação, a tendência é uma desorientação no hiperespaço. Devemos sempre pensar do macro (relacionado ao assunto) para o detalhe e verificar, em cada página, se esta estrutura organizacional é evidente para um usuário normal (Machado, 1997; Tori, 1998).

A estrutura de diretórios deve ser um reflexo da estruturação da informação adotada, separando todos os arquivos utilizados pelo sistema num único diretório. Para evitar duplicações, deve-se separar as mídias conforme seu parâmetro: vídeo; imagens JPG; GIF e animações, facilitando

a organização dos arquivos e futuras manutenções (atualizações) no projeto (Melly, 2000; Nilsen, 2000).

Uma padronização física dos diretórios e arquivos implicaria no estabelecimento de nomenclaturas e comportamentos para futuras manutenções no sistema.

Todos os nomes de diretórios e arquivos (nomenclatura) devem seguir a padronização abaixo especificada, segundo Melly (2000):

- nomes de diretórios e arquivos devem possuir no máximo 8 caracteres, grafados sempre em minúsculo e sem acentos, ou qualquer caráter especial como, por exemplo: para o tópico "Institucional", um possível nome de diretório para conter os dados pertinentes é, por exemplo, "instituc";
- terminações de nomes de arquivos devem sempre conter 3 caracteres, grafados sempre em minúsculo e sem acentos, ou qualquer caráter especial como, por exemplo: imagens do tipo JPEG devem possuir a terminação jpg, arquivos HTML a terminação htm, arquivos do tipo GIF, a terminação gif e assim por diante;
- nomes de diretórios e arquivos devem ser claros e mnemônicos, representando, da melhor forma possível, o conteúdo informativo a ele associado.

Em web sites complexos, as limitações de estruturação da informação conduzem à criação de sub-sites, como é o caso da USP. Tal similitude entre os sistemas hipermídia e web sites reside em todas as fases, desde o desenvolvimento até a publicação do projeto. Tem-se como princípio a exploração presencial do aluno, com o auxílio do CD-ROM. Contudo, o sistema pode também ser explorado à distância, se for disponibilizado num provedor de acesso como, por exemplo, o USP-CCE (Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo).

A navegação proporcionada pelos dois browsers conta ainda com a vantagem de se poder voltar às páginas visitadas anteriormente, na mesma ordem de avanço ou ordem cronológica da exploração. Com os links, navega-se da mesma forma, através das setas embutidas na barra de ferramentas do navegador. Vale lembrar que os botões de ação, disponibilizados no protótipo, destinam-se à navegação não-linear das informações, permitindo ainda a interatividade com o usuário.

Após a discussão dos argumentos necessários para a organização lógica e física da estruturação de informação, parte-se para o projeto gráfico, composto pelo layout, pelo design e pela estrutura de navegação. Será discutida, a seguir, a padronização visual do protótipo, onde a marca e o estilo devem estar bem representados.

O projeto visual de uma página deve ser de fácil compreensão e navegação, pelo fato de utilizar efetivamente a comunicação visual e a

estética (Parizotto 2000; Nilsen, 2000; Novelli *et al.*, 2001). A informação visual é uma ferramenta importante para a comunicação.

A organização da informação em uma página é significativa, porque pode comunicar uma mensagem ou deixar o usuário perplexo, ou sobrecarregado. Até a funcionalidade da página pode ser afetada se ela não tiver uma apresentação bem projetada. Um bom leiaute depende do contexto em que está inserido e cumpre uma proposta maior do que a de simples decoração, pois todos os elementos visuais influenciam uns nos outros (Tori, 1998; Melly, 2000; Nilsen, 2000).

A escolha de uma fonte textual adequada e a consistência na aplicação desta, em sistemas hipermídia ou mesmo em sites, é normalmente um trabalho para um editor. Deve-se ficar atento, pois as fontes empregadas pelo desenvolvedor do sistema não estarão presentes necessariamente na máquina do usuário. Ao escolher uma fonte não padrão, deve-se especificar fontes alternativas, não esquecendo de aplicá-las sempre de forma coerente. Alguns estudos mostram que o uso de fontes não serifadas torna a leitura mais clara no computador. A fonte arial foi utilizada como padrão do protótipo (Parizotto, 2000).

Nem todos os tamanhos de fontes são possíveis de serem empregados. Existe uma variação de dois em dois pontos para compor a imagem de uma fonte, com limite inferior oito e superior trinta e seis.

Por sua vez, a escolha das cores textuais é um processo de relevante importância. Tal fato está fundamentado no conjunto de 216 cores (conhecidas também como browser *safe colours*) que, independentemente do navegador (browser) utilizado, não sofreriam alterações do tipo “visualização dificultada” ou *dithering*. As cores utilizadas para os textos também devem estar em harmonia com a composição cromática do fundo de tela, bem como com as texturas (background), ou apenas com uma determinada cor selecionada (Parizotto, 2000; Melly, 2000; Nilsen, 2000; Novelli *et al.*, 2001).

O estudo da teoria das cores permite conhecer suas várias classificações e divisões. Citamos apenas a divisão entre cores associada com a “temperatura”: as cores são divididas entre cores quentes e cores frias. As cores quentes vão do amarelo, passando pelas cores laranja, rosa e vermelho, acabando nas cores magenta e roxo. As cores frias englobam o verde, o azul, o cinzento e suas gradações.

As cores frias, empregadas no background do sistema, foram norteadas pelo costume que os homens têm de associar cores a estados de espírito, atitudes, sensações e até orientações de pensamento. Foram levados em consideração o jovem, nosso público alvo, e o tratamento lúdico para o design. Isso permitiu a composição de um ambiente descontraído, divertido e motivador. Em oposição, normalmente as cores quentes estimulam o estresse, aguça a impaciência e parecem pulsar na tela

tornando difíceis de focalizar (Nilsen, 2000; Melly, 2000; Parizotto, 2000; Novelli *et al.*, 2001).

Um projetista gráfico é o profissional mais qualificado para a composição das cores, levando-se em consideração a importância fulcral da cor.

Assim, uma página que contenha informação extensa, não deverá ter cores quentes, dando a sensação visual ao usuário de “vibrar”. O ideal, neste caso, seria as cores próximas da simplicidade do contraste, como preto e branco. Para leituras prolongadas, estas “cores” são as ideais (Parizotto, 2000; Melly, 2000).

Ainda com respeito às características de design do protótipo, pode-se associar os links com todos os elementos que constituem uma página. Recomenda-se, porém, que as cores dos mesmos não devam ser modificadas, pois estas representam uma substancial informação para os usuários. Segundo Spool *et al.* (1998), o uso das cores padrão auxilia os usuários. Tal fato está embasado na teoria segundo a qual exploradores não necessitam reaprender algo a cada novo sistema ou site. Outro fator relevante refere-se à associação de links a uma imagem. Por padrão do software *FrontPage*, bordas azuis são colocadas em volta da imagem, o que implica uma composição visualmente desagradável para o usuário, que não deve ser usada.

Cumpra lembrar que as imagens são utilizadas não apenas para enriquecer o projeto gráfico e tornar os menus navegacionais mais atraentes, mas também para o esclarecimento do conteúdo. Deve-se ter um critério para uso destas mídias, devido ao tempo despendido para seu “carregamento” pelo sistema. Aliás, esse é um outro fator desmotivador, que pode induzir o usuário a desistir da exploração.

Com referência ao design, apenas dois formatos de imagens são suportados pelos navegadores (browsers): GIF (Graphic Interchange Format) e JPEG (Joint Photograph Expert Group). Ambos possuem algoritmos de compressão de dados e seu uso, como discutido anteriormente, tem características específicas. As imagens podem ainda sofrer variações de uso, como, por exemplo: mapeadas, gif animada e gif89a (fundo transparente nativo). Esta última variação provém de um parâmetro especialmente empregado pelo *software PhotoShop 5.5 - Adobe®*, no qual, através de recurso próprio, permite tornar transparente o fundo de uma determinada imagem.

Outros fatores com relação às imagens digitais, tratadas e disponibilizadas no banco de dados (jpg, gif, mapeadas, gif animada e gif89a), destinadas ao FrontPage, devem ser ressaltados. Após a importação dessas imagens para o editor HTML, jamais se deve diminuir seu aspecto visual. Esta manobra implica em que a manutenção do tamanho original do arquivo continua o mesmo. Por outro lado, o aumento da imagem

provoca a perda de definição. Estas considerações devem ser levadas em conta apenas na fase de diagramação no editor *FrontPage*.

A utilização de imagens como background deve ser revestida de cuidados, principalmente com relação ao tamanho e à legibilidade do texto. Em HTML temos duas opções para o background: cor chapada ou textura. A imagem utilizada para textura deve ser a menor possível, e deve-se ter em mente que esta imagem será replicada horizontalmente, quantas vezes for necessário, até o preenchimento da página. Verticalmente, a replicação se dará da mesma forma. Porém, ao utilizar textura como fundo de tela, esta deve ter contraste suficiente com o texto (legibilidade). Deve-se considerar ainda as possíveis variações de claros e escuros em texturas, que implicam em dificuldades durante a leitura, não importando a cor do texto utilizada (Parizotto, 2000; Novelli *et al.*, 2001).

Em HTML não é possível sobrepor uma imagem à outra (a não ser que uma delas seja o fundo), nem um texto sobre uma imagem. Caso esses atributos se fizerem necessários, pode-se editar previamente as imagens com o auxílio de camadas transparentes, proporcionadas pelo *PhotoShop*, seja com textos ou como fusão das imagens que, posteriormente, são inseridas no *Microsoft FrontPage*.

Com relação ao posicionamento do texto para com as imagens, normalmente ficam acima, ou abaixo delas. Caso se deseje que o texto fique à direita, à esquerda, no meio, no topo ou na parte inferior da imagem, deve-se recorrer aos parâmetros adequados de alinhamento. É possível também,

através desses parâmetros, definir a área de “respiro” entre uma imagem e um texto a ela alinhado. É também possível associar um texto a cada imagem.

Além dos problemas de alinhamento de textos e imagens, o HTML é uma linguagem muito pobre no que diz respeito à diagramação ou leiaute dos elementos constituintes de uma página. Os alinhamentos tornam-se possíveis apenas com uso de diferentes recursos da linguagem, tais como: *frames*; espaçadores invisíveis e, principalmente, tabelas.

Tabelas são elementos de diagramação importantes em HTML. Além de possuírem essa função convencional ou padrão de diagramação, as tabelas permitem determinar a disposição das ilustrações, dos textos etc. (haja vista as limitações do HTML). Trata-se de um recurso muito semelhante ao desenvolvimento de tabelas no editor de texto *Microsoft® Word*. Todos os recursos disponibilizados para o desenvolvimento de tabelas, no *Word*, são igualmente aplicados em plataformas do tipo HTML, tais como: conjunto de células horizontais; conjunto de células verticais; alinhamento; largura e cor de borda; textura; cor das células etc.

O editor HTML do *FrontPage* permite, contudo, a utilização de quadros ou de várias páginas editadas em uma, dividindo a tela (de ponta a ponta) em regiões independentes (horizontais e verticais). Cada região terá uma página HTML a si associada. Trata-se de um recurso muito útil para construção de menus navegacionais.

Um link, por default ou padrão, tem origem em uma dada região da tela. Ele tem a mesma região como destino, de forma a permitir que um link, localizado numa região da tela, origine mudanças em outra tela. Neste caso, faz-se necessário especificar a região de ação do link. Esta região de ação (*target*) pode ser:

- o nome de um dado *frame*;
- a tela inteira;
- uma nova tela.

Importante salientar que o título na página do arquivo, que define as regiões de tela (*frameset*), será o mesmo que aparecerá no topo da tela.

Finalmente, algumas considerações serão feitas a respeito de outros recursos (de origem não HTML), utilizados no desenvolvimento de sites, bem como em sistemas hipermídia. Assuntos relacionados com os direitos autorais também serão abordados em seguida.

Durante a etapa de desenvolvimento do protótipo, bem como na fase de edição (*FrontPage*) e mesmo para a navegação ou exploração (*Internet Explorer* ou *Netscape*), além dos softwares empregados na produção das mídias interativas, outros recursos (não HTML) também podem ser utilizados. Tais recursos são normalmente destinados às animações, à busca por palavras e a contadores de acesso. Para sua implementação, é necessária a utilização de alguns softwares, tais como: *Javascript*; *Java*; *Shockwave*; *Streams* de vídeo e áudio; e interface com banco de dados. Os

dois últimos são aplicativos normalmente empregados apenas no desenvolvimento de sites (Melly, 2000).

Com relação aos aspectos inerentes dos direitos autorais, extremo cuidado deve ser tomado. Atualmente, com o acesso em massa à Internet, tornou-se muito fácil a cópia de material alheio, principalmente imagens, fotos, vídeos e áudio. Por exemplo, nos EUA vários processos já foram abertos e muitas pessoas foram obrigadas a pagar altas indenizações por causa da violação de direito autoral. Na circunstância do web site ou do sistema hipermídia ter fins lucrativos, deve-se consultar um advogado, a fim de se esclarecer as dúvidas quanto ao direito de uso de qualquer mídia (Melly, 2000; Novelli *et al.*, 2001).

Vários advogados estão se especializando nessa área, e espera-se que, em breve, as pessoas estejam mais informadas. O direito de uso de uma imagem para o meio impresso não significa o direito de uso em outras mídias. Invariavelmente, para cópia e utilização por terceiros, todas as mídias disponibilizadas na Internet, bem como em sistemas hipermídia, devem ser compradas ou autorizadas pelo autor.

O consentimento do fotógrafo, em alguns casos, não é suficiente para que a imagem seja utilizada. Se a foto for de uma pessoa, ele pode requerer direito. Empresas especializadas em direitos autorais, porém, estão disponibilizando softwares para inserção de um selo invisível (marca do autor), destinado às mídias eletrônicas, o que implica na autenticidade do documento como contestação de direitos junto aos órgãos judiciais.

Nunca se deve esquecer que imagens, sons e vídeos devem ser inseridos no contexto da página, o que implica na confecção de legendas e créditos adequados.

É necessário tornar a navegação a mais prazerosa possível, sempre tentando fazer com que, a cada clique, o usuário entenda algum conceito ou que algo se acrescente a ele.

Com respeito ao caderno de anotações, utilizado no aplicativo de hipermídia destinado ao ensino-aprendizagem em Endodontia, trata-se de um espaço para problematizações, o lugar onde as dúvidas, críticas ou sugestões acerca das diferentes visões dos fatos apresentados podem ser discutidas por professores e alunos (Passarelli, 1993, p.106). Trata-se uma de tutoria personalizada, adaptando o sistema às características, necessidades, interesses e limitações de cada aluno, de maneira presencial ou à distância.

Dentro desse sistema (aplicativo hipermídia), o caderno de anotações é o espaço de interação, por excelência, e deve estar acessível em todas as páginas de navegação.

É oportuno salientar aqui o avanço tecnológico observado pela Endodontia microscópica, principalmente no que concerne à captura da imagem digital (vídeo e fotografia), proporcionando um material educativo rápido e esclarecedor e ao alcance do Professor. Entretanto, esse aparelho requer equipamentos adequados: placa de captura de vídeo e câmeras

fotográficas digitais, com resoluções mínimas que devem nortear os detalhes endodônticos, os quais correspondem: 720x480 e 1024x768dpi, respectivamente.

O desenvolvimento deste trabalho permitiu o primeiro passo, de caráter embrionário, para a instauração de modelos de ensino presenciais e não-presenciais, adequando os meios utilizados pelo ensino tradicional da Disciplina de Endodontia – FOUSP para as novas tecnologias de comunicação e informação.

Corrêa (2001) estudou o ensino à distância para a disciplina de Patologia Geral e Bucal - FOUSP, que foi isolada das demais disciplinas dessa escola. As disciplinas dessa escola ainda não se posicionaram quanto à modalidade de ensino à distância. O autor ainda esclarece que esse comportamento é comum à maioria das unidades de ensino da Universidade de São Paulo, ou seja, o ensino à distância está sendo feito, graças a grupos pequenos de docentes, sem que haja uma política institucional que norteie a criação de ferramentas desse tipo para toda a unidade.

Ainda segundo Corrêa (2001, p.149),

“Um dos caminhos a ser seguido seria justamente incentivar os docentes a “linkar” seus materiais no site de sua unidade, iniciando o protótipo de uma Universidade virtual por intermédio de uma diretriz comum”.

A produção e o desenvolvimento deste estudo, proporcionou experiências e implicações tecnológicas que inicialmente não foram imaginadas. Acredita-se ser possível inserir todo o conteúdo informacional, as seqüências clínicas (em videoclipe digital), as simulações, os exercícios dos mais variados temas de unidade, as referências complementares, as auto-avaliações etc. em um único documento, armazenado em DVD ou disponível na Internet (para usuários de banda larga ou Internet II).

Assim, entende-se que este protótipo é um guia para os docentes que pretendem desenvolver estudos nessa linha, devendo ainda merecer maiores testes e análises aplicados ao corpo discente, principalmente no que concerne ao estudo dos paradigmas pedagógicos atuais, bem como novas tecnologias.

7 CONCLUSÕES

Em concordância com a proposta deste estudo, pôde-se concluir que:

7.1 Cada vez mais a tecnologia de hipermídia será aplicada no desenvolvimento de soluções destinadas a melhorar a qualidade e a eficiência do ensino-aprendizagem em Endodontia, seja como ferramenta de apoio ao docente, seja como recurso de auto-aprendizagem, ou via educação à distância.

7.2 Para que se possa obter bons resultados e alta produtividade na produção de recursos multimídia, são necessários novos métodos e novas técnicas, adequados às características interdisciplinares e de trabalho em equipe, exigidos nesse tipo de desenvolvimento.

7.3 A pesquisa estimula a curiosidade, funcionando como uma alavanca motivadora da aprendizagem e da fixação de conteúdos.

7.4 Pode-se permitir compatibilidade com velocidades diferentes, adequando a capacidade cognitiva com o ritmo individualizado.

7.5 A estrutura não-linear, proporcionada a partir da estruturação hierárquica do conteúdo, permite ao aluno estruturar e organizar a seqüência da navegação, a partir da compreensão e do uso da interface do sistema.

7.6 Essa solução multimídia servirá para motivar e instrumentalizar os docentes, funcionando como um guia para futuros aplicativos computacionais dedicados ao ensino-aprendizagem desta, e de outras disciplinas, bem como outras Faculdades de Odontologia, com uma elaboração melhorada.

7.7 Textos, imagens, sons e movimentos, quando convenientemente combinados entre si, causam impressões favoráveis ao entendimento. A área de ensino-aprendizagem não pode deixar de utilizar esses recursos (tão significativos para essa finalidade, e ferramentas extraordinárias para esse tipo de comunicação, até mesmo à distância).

7.8 Deve-se também entender que, o empenho e criatividade dos educadores com essas ferramentas permite recuperar o interesse dos educandos para as disciplinas curriculares, muitas vezes tomadas como tarefas desagradáveis.

7.9 Espera-se deixar uma contribuição e um caminho para as novas sugestões, visando a melhoria da qualidade no processo de ensino-aprendizagem em Endodontia ou na Odontologia.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. C.; MASETTO, M. T. **O professor universitário em aula**. 10^a ed. São Paulo: MG Editores Associados, 1990. 130 p.

BERK, E. Text-only hypertexts. In: BERK, E.; DEVLIN J. (Eds.). **The hypertext/hypermedia**. New York: McGraw-Hill, 1991. 280 p.

BREITMAN, K. K. **Hiper autor: um método para a especificação de aplicações em hipermídia**. 1993. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE/Sistemas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CAMPOS, F. C. A. **Hipermídia na educação: paradigmas e avaliação da qualidade**. 1994. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE/Sistemas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CHAIBEN, H. **Hipermídia na educação**. Disponível em: <<http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/hed/hed.htm>>. Acesso em: 16 jan. 2000.

CHAVES, E. O. C. **Multimídia: conceituação, aplicações e tecnologia**. Campinas: People Computação, 1991. 204 p.

CHAVES, E. O. C. O computador como tecnologia educacional. Disponível em: <<http://www.edutecnet.com.br/Textos/Self/EDTECH/zoom.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2000.

CLUNIE, G. E. T.; SOUZA, J. M. **Hipertecnologias: recursos educacionais**. Rio de Janeiro: COPPE/Sistemas - UFRJ, 1995. (Publicações Técnicas, ES. P. 340-395).

CONKLIN, J. Hypertext: an introduction and survey. In: **IEEE Computer Magazine**, v. 20, n. 9, p. 17-41, Sept. 1987.

CORRÊA, L. **Análise da mudança de paradigma do ensino de graduação em patologia na odontologia: proposta de ensino-aprendizado a distância via Internet**. 2001. 185 f. Tese (Doutorado em Patologia Bucal) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DAVENPORT, J. C.; HAMMD, P.; MATTOS, M. G. D. The acquisition and validation of removable partial denture *design* knowledge. In: **J Oral Rehab**, v. 23, n. 12, p. 152-157, dec. 1996.

DISCIPLINA DE ENDODONTIA-FOUSP. **Manual de técnica endodôntica**. São Paulo - FOU SP, 1998, 13 p. Folheto - disciplina de endodontia.

DYSON, E. **Release 2.0. A nova sociedade digital**. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 344 p.

ESTEVAM, R. C. O.; SAGRE, L. M. Desenvolvimento e avaliação de software educativo: aplicação de técnicas que priorizam a participação do usuário. In: Monterrey: **Memórias del Congreso Computadora Educacion y Sociedad**, 1992. TOMO I. P. 186-194.

FAZENDA, I. (Org.) **Didática e interdisciplinaridade**. 3. ed. Campinas: Papirus, 2000. P. 77-108.

FERNANDES, A. P. S. **Sistema especialista difuso de apoio ao aprendizado do traumatismo dento-alveolar utilizando recursos multimídia**. 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FERNANDES, A. P. S.; MAGINI, R. S.; BASTOS, R. C. **Aplicação de produtos multimídia em periodontia**. Disponível em: <http://www.odontologia.com.br/artigos.asp?id=1588&idesp=15&ler=s>. Acesso em: 23 jun. 2000.

FIGUEROA, F. J. Multimídia na educação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 3., 1992, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBIE, 1992. P. 58-68.

GARDNER, H. **Estruturas da mente – a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 340 p.

HALSTEAD, C. L. **D.A.R.T.: diagnostic aid and resource tool**, home page do hospital virtual. Departamento de Odontologia. 1996. Disponível em: <http://www.nib.unicamp.br/cov/software.htm>. Acesso em: 14 ago. 2000.

ISAACSON, W. **The digital age ...driven by the passion of Intel's Andrew Grove**. Time, v. 150, n. 28, Jan. 1997. Disponível em: <http://www.time.com/time/moy/opener1.html>. Acesso em: 16 dez. 2000.

KARLSSON, G. **Computer-aided hypermedia for learning and self studies**. Disponível em: <http://www.masda.vxu.se/multimedia/rapporter/SISYFOS/Aalborg.htm>. Acesso em: 20 jan. 2001.

KIM, S. Interdisciplinary cooperation. In: LAUREL B. (Ed.). **The art of human computer interface design**. Reading: Addison-Wesley, 1990. P. 31-44.

LEÃO, L. **O labirinto da hipermídia: arquitetura e navegação no espaço**. São Paulo: Iluminuras, 1999. 158 p.

LUCENA, M. W. F. P. **O uso das tecnologias da informática para o desenvolvimento da educação**. Rio de Janeiro: COPPE/Sistemas – UFRJ, 1994. (Publicações Técnicas, ES. P. 301-394).

MACCARI FILHO, M.; PALOMBO, C. R.; SABBATINI, R. M. E. **ATM-PLUS: um banco de conhecimentos e sistema especialista para o diagnóstico dos distúrbios da ATM**. 1996. Disponível em: <http://www.nib.unicamp.br/cov/software.htm>. Acesso em: 13 jul. 2000.

MACHADO, M. A. **Ensino de matemática financeira por CBT – uma abordagem metodológica**. 1997. 184 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/teses98/mardem/index.htm>. Acesso em: 19 dez. 1999.

MARCOVITCH, J. Universidade e novas tecnologias: impactos e implicações, 1998. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE UNIVERSIDADE E NOVAS TECNOLOGIAS, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1998. p. 14.

MARTIN, J. **Hiperdocumentos e como criá-los**. Tradução Marcelo Bernstein. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 258 p.

MELLY, M. **Mídia digital: imagem, som, vídeo, internet**. Curso de Produções de mídias interativas. Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/mylene/dig/md/index.htm>. Acesso em: 20 ago. 2000.

MCALLEESE, R. Navigation and browsing in hypertext. In: McALLEESE, R. (Ed.). **Hypertext: theory into practice**. Norwood, Ablex, 1989. P. 6-44.

MCDALD, J. G. Breaking frames: hyper-mass media. In: BERK, E.; DEVLIN, J. (Ed.) **The hypertext/hypermedia handbook**. New York: McGraw-Hill, 1991. P. 445-459.

MCLUHAN, M. **A galáxia de Gutenberg**. 2ª ed. São Paulo: Nacional, 1977. 390 p.

MICROSOFT Press. **Computer dictionary**. 3ª ed. Portland: Book News, 1997. 560 p.

MIRANDA, M. C. G. R.; MENEZES, M. R. C. **Hipertextos aplicados à engenharia de software**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1990. 184 p. (Projeto de Final de Curso - Instituto de Matemática).

NEGROPONTE, N. **A vida digital**. 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 231 p.

NEVES, M.; MUCHERONI, M. **Multimídia: integração ou exclusão**. Cidade Nova, São Paulo, n. 8, p. 8-10, ago. 1996.

NIELSEN, J. **Hypertext and hypermedia**. Boston: Academic Press, 1990. 480 p.

NILSEN, J. **Projetando websites (designing web usability)**. Tradução Ana Gibson. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 416 p.

NOVELLI, M. D.; SOUZA, F.; CORRÊA, L.; GAMBOA, N. (Coord.) **Levantamento preliminar do conteúdo didático dos “sites” das Unidades de Ensino**. São Paulo: Universidade de São Paulo - Pró-Reitorias de Graduação e Pós-Graduação, 2001. 33 p.

PAIVA, J. G.; ANTONIAZZI, J. H. **Endodontia – Bases para a prática clínica**. 2ª. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1991. 886 p.

PALOMBO, C. R.; MACCARI, M. F.; EL-GUINDY, M. M.; SABBATINI, R. M. E. **Diagface: um banco de conhecimentos e sistema especialista para o diagnóstico de patologias oro-faciais**. Home Page do Hospital Virtual, Departamento de Odontologia. 1996. Disponível em: <<http://www.nib.unicamp.br/cov/software.htm>>. Acesso em: 17 set. 2000.

PAPERT, S. **Mindstorms: children, computers and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980. 256 p.

PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. 2ª. ed. São Paulo: Brasiliense, 1988. 253 p.

PARIZOTTO, R. **Guia de estilos**. Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/estilo/layouts.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2000.

PASSARELLI, B. **Hipermídia na aprendizagem – construção de um protótipo interativo: a escravidão no Brasil**. 1993. 217 p. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação) - Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PETRUSHIN, V. H. Hypermedia project: from knowledge representation to construction. In: MAURER (ed.). Educational multimedia and hypermedia annual, In: ED MEDIA 93 WORD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA AND HYPERMEDIA, 1993, Orlando. **Proccedings...** Orlando, 1993. P. 422-427.

PIAGET, J. **Psicologia da inteligência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977. 239 p.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. 387 p.

PICHER, O.; BERK, E.; DEVLIN, J.; PUGH, K. Hypermedia. In: BERK, E.; DEVLIN, J. (Eds.). **The hypertext/hypermedia**. New York: McGraw-Hill, 1991. P. 23-51.

PIMENTEL, M. G. **MAPHE: método de apoio a projetos de hipertextos educacionais**. Rio de Janeiro: UFRJ/IM, 1999. 74 p.

REISMAN, S.; CARR, W. A. Perspectives on multimedia systems in education. In **IBM Systems J**, v. 30, p. 280–295, Mar. 1991.

RESTREPS, C. M. Z.; CHACON, B. A. S. Nuevas tendencias informativas en los sistemas educativos: multimedias hipermedias. In: Monterrey: **Memorias del Congresso Computadora Educacion y Sociedad**, 1992. P. 392-404.

SÁNCHEZ, J. I. **Informática educativa**. 3ª. ed. Santiago de Chile: Universitária, 2000. 237 p.

SANTOS, N.; MELO, W.; SEGRE, L. **Sistemas de autoria para cursos à distância apoiados em tecnologias da Internet: diretrizes para seleção**. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/~neide/artigos/analise_sistemas.htm>. Acesso em: 8 fev. 2000.

SCHULTZ, S.; KLAR, R.; AUHUBER, T.; SCHRADER, U.; KOOP, A.; KREUTZ, R.; OPPERMAN, R.; SIMM, H. **Quality criteria for electronic publication in Medicine**. Disponível em: <<http://www.imbi.uni-freiburg.de/medinf/gmdsqc/e.htm>>. Acesso em: 6 jan. 2001.

SCHWABE, D.; ROSSI, G. Introdução aos sistemas e à autoria hipermídia. In: ESCOLA BRASILEIRA – ARGENTINA DE INFORMÁTICA, 4., 1993, Córdoba. **Proccedigns...** Córdoba, 1993. Sem paginação.

SHNEIDERMAN, B. Reflections on authoring, editing, and managing hypertext. In: BARRETT, E. (Ed.). **The society of text**. Cambridge: MIT Press, 1991. P. 115-131.

SPOOL, J. M.; SCANLON, T.; SCHROEDER, W.; SNYDER, C.; DEANGELO, T. **Web site usability: a designer's guide**. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1998. 156 p.

STOCK, C. J. R.; GULABIVALA, K.; WALKER, R. T.; GOODMAN, J. R. **Atlas colorido e texto de endodontia**. 2^a. ed. Tradução Christa Feller. São Paulo: Artes Médicas, 1997. 291 p.

SWIATNICKI, Z. Expert system for orthodontic applications - seksdiam. In: WORLD CONGRESS OF EXPERT SYSTEM, 3., 1996, Seoul. **Proceedings...** Seoul, 1996. Disponível em: <http://www.nib.unicamp.br/cov/software.htm>. Acesso em: 12 set. 2000.

TOFFLER, A. **A terceira onda**. 22^a ed. Tradução João Távora. Rio de Janeiro: Record, 1983. 491 p.

TORI, R. Maps and spatial metaphors in hipermedia systems. In: **Rev Graf & Tec**, v.39, n.4, p. 27-38, july. 1996.

TORI, R. Navegação em espaços virtuais de aprendizagem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE UNIVERSIDADE E NOVAS TECNOLOGIAS, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1998, p. 81-84.

VIEIRA, M. S. **História do hipertexto**. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/mylene/cje-566/hipertex/hiper.htm>. Acesso em: 17 jan. 2000.

VIEIRA, F. M. S. **A educação na era da informação e comunicação**. Disponível em: <http://www.connect.com.br/ntem:g7/>. Acesso em: 10 fev. 2001.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 6^a ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 168 p.

ZUFFO, J. A. **A Infoera, o imenso desafio do futuro**. São Paulo: Saber, 1997. 160 p.

SUMMARY

MULTIMEDIA APPLICATION DEVELOPMENT, USING AN HYPERMEDIA DEVICE BY TEACHING-LEARNING PROCESS IN ENDODONTICS

The educative material (containing, partially, dental internal configuration and endodontic access), and the choice about the exercise theme used in this device are experimental. To produce it, all the audiovisual devices usually used traditionally by the Endodontic Discipline were partially digitalized and processed. It allowed hypermedia technology potential exploration. This teaching devices allowed the theme active exploration by the students.

The aim of this study was a multimedia application development using an hypermedia device by teaching-learning process in endodontics, to:

- allows an interdisciplinary exploration about the theme and the audiovisual devices;
- to make possible the non-linear and interactive navigation of the informations, with learning motivated characteristics, based in searches and associations, and transmitted in different medias.

The Endodontics Students and Professors (Dentistry Faculty - Endodontics Discipline) were the aim public. The classroom is the ideal environment to use this device. Even if this device can stay in computer laboratories, libraries, CD-ROMs; could be accessed by a restricted environment or by a local net (Intranet), the advice is to an individual navigation.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte e comunicada, ao autor, a referência em que consta a citação.

ÉRICO DE MELLO LEMOS

Assinatura

Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Departamento de Dentística – Disciplina de Endodontia

São Paulo, setembro de 2001

Rua: Apucarana, 220 apto. 122

lemos@fo.usp.br