



Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação  
Departamento de Engenharia Biomédica



# SISTEMA HIPERMÍDIA PARA APOIO AO ENSINO TÉCNICO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO- HOSPITALARES

**Autora: Debora Dias Leister Batista**

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Santos Mühlen

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

Banca Examinadora

Prof. Dr. Sérgio Santos Mühlen (presidente) — DEB /FEEC/UNICAMP

Prof. Dr. Annie France Frère Slaets — UMC

Prof. Dr. Vera Lúcia da Silveira Nantes Button — DEB/FEEC/UNICAMP

Campinas – SP  
02/12/2010

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

B32s	<p>Batista, Debora Dias Leister Sistema hipermídia para apoio ao ensino técnico de equipamentos médico-hospitalares / Debora Dias Leister Batista. -- Campinas, SP: [s.n.], 2010.</p> <p>Orientador: Sérgio Santos Muhlen. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.</p> <p>1. Sistema de hipermídia. 2. Ensino - Aprendizagem. 3. Desfibrilador. I. Muhlen, Sérgio Santos. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.</p>
------	--

Título em Inglês: Hypermedia system for support in technical teaching of medical equipment

Palavras-chave em Inglês: Hypermedia system, Teaching - Learning, Defibrillator

Área de concentração: Engenharia Biomédica

Titulação: Mestre em Engenharia Elétrica

Banca examinadora: Annie France Frère Slaets, Vera Lúcia da Silveira Nantes Button

Data da defesa: 02/12/2010

Programa de Pós Graduação: Engenharia Elétrica

# Resumo

Este trabalho apresenta a construção e a aplicação de um sistema hipermídia para facilitar o ensino técnico de equipamentos médico-hospitalares, num curso técnico mantido pela indústria, buscando contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Nesta primeira versão o sistema hipermídia está focado em um equipamento médico (desfibrilador cardíaco). A avaliação foi realizada em duas etapas. Na primeira foi selecionado um grupo de alunos que realizaram um pré-teste para determinar seus conhecimentos prévios sobre os princípios de funcionamento do desfibrilador cardíaco, suas partes e componentes; em seguida utilizaram o sistema proposto, e finalmente um pós-teste para avaliar o ganho no aprendizado. Na segunda etapa a hipermídia foi disponibilizada para os alunos e docentes que tivessem interesse, e após algumas semanas de utilização livre responderam um questionário de opinião sobre o sistema. Os resultados mostraram que o nível de aprendizagem foi significativamente melhor entre os estudantes que utilizaram o sistema hipermídia, e as opiniões da pesquisa também foram bastante favoráveis à utilização da hipermídia como apoio ao ensino, confirmando a sua validade para o processo de ensino e aprendizagem.

**Palavras-chave:** *Hipermídia, Ensino-aprendizagem, Ensino técnico, Desfibrilador.*

# Abstract

This study presents the construction and application of a hypermedia system aiming to facilitate technical training of medical-hospital equipment technicians, in a technician preparation course supported by an industrial institution. In this first version, the hypermedia system is focused on a single equipment (cardiac defibrillator). The system was evaluated in two steps: in the first a selected group of students, having passed a pre-test to determine their previous knowledge on the principles, parts and components of cardiac defibrillator, have used the system proposed, and then they were submitted to a post-test to evaluate the learning. In the second step the hypermedia was offered for students and teachers interested on it, and after some weeks of free use they participated on a survey with questions about the system. The results showed a learning level significantly greater among students that used the hypermedia system, and the opinions on the survey were also very favorable to the use of this tool as a teaching support, confirming its value on the teaching-learning process.

**Keywords:** *Hypermedia, teach-learning, technical teaching, defibrillator.*

*Dedico este trabalho aos meus pais, **Celina e Benedito,***

*que sempre acreditaram em mim e sabiamente  
me encaminharam e me incentivaram ao estudo.*

*Nunca mediram esforços para me proporcionar  
a melhor educação possível e me tornar  
capaz para enfrentar a vida adulta.*

# Agradecimentos

Agradeço primeiramente a **Deus** pela oportunidade e condições de enfrentar mais esta etapa.

Aos meus irmãos, **Maurício e Daniel** pelo apoio e motivação de estudos. Ao meu amado esposo, **Douglas**, pelo incondicional apoio, compreensão e carinho durante todo o tempo de estudo.

Aos colegas do **Núcleo Odonto-Médico-Hospitalar** do SENAI-SP pelo apoio, aos alunos pela colaboração e ativa participação nas pesquisas. Em especial à **Glades**, ao Prof. **João Augusto** e Prof. **Sérgio Gal** do SENAI, pelos muitos conselhos, sugestões, favores e horas dispensadas em meu favor.

Ao meu orientador, **Prof. Sérgio**, por acreditar e incentivar minhas idéias, pela paciência e orientação. Meus sinceros agradecimentos ao pessoal do **Centro de Engenharia Biomédica**, em especial o engenheiro **Ryan**, pelo qual fui muito bem recebida e com quem obtive valiosas informações para compor meu trabalho. Meus sinceros agradecimentos à **Valdinéia** da biblioteca do CEB por sua prontidão e presteza em atender às nossas solicitações.

Ao **Marcelo** pelas orientações na legislação na área biomédica, entre outros colegas que por ora nos esquecemos, mas que tiveram participação neste trabalho, meu muito obrigado.

# Sumário

RESUMO .....	III
ABSTRACT .....	IV
AGRADECIMENTOS .....	VI
SUMÁRIO .....	VII
LISTA DE FIGURAS .....	X
LISTA DE TABELAS .....	XI
LISTA DE ABREVIACÕES .....	XII
CAPÍTULO 1. ....	1
INTRODUÇÃO .....	1
1.1 PROPOSTA DE TRABALHO .....	2
1.2 OBJETIVOS .....	2
1.2.1 Objetivo Geral .....	2
1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
1.3 JUSTIFICATIVA .....	3
1.4 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	4
1.5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
CAPÍTULO 2. ....	7
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	7
2.1 APRENDIZAGEM .....	7
2.1.1 Aprendizagem ao Longo da História .....	7
2.1.2 Construtivismo .....	9

---

2.2	MAPA CONCEITUAL E INTERDISCIPLINARIDADE .....	12
2.2.1	Mapa Conceitual.....	12
2.2.2	Interdisciplinaridade.....	16
2.3	EDUCAÇÃO E INTERNET.....	17
2.3.1	Tipos de <i>Softwares</i> .....	19
2.4	HIPERMÍDIA.....	21
2.4.1	Princípios para criação de um sistema Hipermídia .....	22
CAPÍTULO 3. ....		27
DESENVOLVIMENTO.....		27
3.1	DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO.....	27
3.1.1	Bloco Introdução .....	31
3.1.2	Bloco Princípio de Funcionamento.....	31
3.1.3	Bloco Manutenção .....	31
3.1.4	Bloco Legislação.....	31
3.2	CONFECÇÃO DO CONTEÚDO .....	32
3.3	IMPLEMENTAÇÃO DA HIPERMÍDIA .....	35
3.3.1	Linguagem de Marcação .....	36
3.3.2	Linguagem de Visualização.....	37
3.3.3	Imagens .....	38
3.3.4	Hipermídia Preliminar .....	38
CAPÍTULO 4. ....		43
APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO .....		43
4.1	AVALIAÇÃO QUANTITATIVA.....	45
4.1.1	Pré-teste com os alunos.....	46
4.1.2	Utilização da Hipermídia .....	47
4.1.3	Pós-teste com os alunos.....	48
4.2	AVALIAÇÃO QUALITATIVA.....	48
CAPÍTULO 5. ....		50
RESULTADOS.....		50
5.1	PESQUISA QUANTITATIVA .....	50

---

5.2 PESQUISA QUALITATIVA.....	53
CAPÍTULO 6. ....	55
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	55
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
APÊNDICE A.....	66
PERFIL DO ALUNO.....	66
APÊNDICE B.....	69
AVALIAÇÃO SOBRE DESFIBRILADOR (PESQUISA DE MESTRADO).....	69
APÊNDICE C.....	73
PESQUISA DE OPINIÃO.....	73

# Lista de Figuras

<b>Figura 2.1</b> – Parte de um mapa conceitual, adaptado de Novak e Cañas (2008).....	13
<b>Figura 2.2</b> – Relações entre os sistemas de memórias e entrada de informações do cérebro, adaptado de Novak e Cañas (2008).....	14
<b>Figura 2.3</b> – Principais modelos estruturais para construção de hipertextos segundo Bianchini apud Gomes (2010)	23
<b>Figura 3.1</b> – Mapa conceitual preliminar mostrando o conteúdo do sistema hipermídia.....	29
<b>Figura 3.2</b> – Mapa conceitual mostrando todo o conteúdo do sistema hipermídia até o menor nível de conhecimento .....	30
<b>Figura 3.3</b> – Organização da estrutura de diretórios, pastas e arquivos durante a preparação do conteúdo da hipermídia.....	33
<b>Figura 3.4</b> – Mapa conceitual completo hipermídia mostrando todos os <i>hyperlinks</i> .....	34
<b>Figura 3.5</b> – Página Inicial do Sistema Hipermídia .....	40
<b>Figura 3.6</b> – Página inicial do bloco Princípio de Funcionamento.....	40
<b>Figura 3.7</b> – Página do bloco aplicação da hipermídia, detalhando os hyperlinks em vermelho .....	41
<b>Figura 3.8</b> – Página sobre ECG, hyperlink do bloco aplicação (Figura 3.7) da hipermídia.....	42
<b>Figura 5.1</b> – Gráfico mostrando o aproveitamento percentual do Grupo de Controle .....	52
<b>Figura 5.2</b> – Gráfico mostrando o aproveitamento percentual do Grupo Experimental .....	53

# Lista de Tabelas

<b>Tabela I</b> – Características dos três principais períodos da produção industrial, adaptado de Valente (1999).....	7
<b>Tabela II</b> – Aplicações e utilidades dos mapas conceituais para docentes e alunos, adaptado de Mello (2007). .....	15
<b>Tabela III</b> – Distribuição dos conceitos das questões do teste.....	46
<b>Tabela IV</b> – Resultados dos testes.....	51
<b>Tabela V</b> – Desvio padrão dos grupos experimental e controle.....	56

# Lista de Abreviações

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem

CEB – Centro de Engenharia Biomédica

CNE – Conselho Nacional de Educação

COBENGE – Congresso Brasileiro do Ensino de Engenharia

EMH – Equipamentos Médico-Hospitalares

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

EPM - Escola Paulista de Medicina

GEMA - Gerenciamento da Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares

GIF – *Graphics Interchange Format*

HTML – *HyperText Markup Language*

HTTP – *HyperText Transfer Protocol*

IHMC – *Institute for Human and Machine Cognition*

JPEG – *Joint Photographic Experts Group*

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

MEC – Ministério de Educação e Ciência

PNG – *Portable Network Graphics*

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SUS - Sistema nico de Sade

TIC – Tecnologias de Informaco e Comunicao

UNIFESP - Universidade Federal de So Paulo

XML – *Extensible Markup Language*

# Capítulo 1.

## Introdução

**D**URANTE quatro anos lecionando a disciplina de Fundamentos de Eletroeletrônica para o curso técnico de Equipamentos Biomédicos, ficou evidente a dificuldade dos alunos, algumas vezes declarada, em perceber a relação entre as disciplinas de Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares, Fundamentos de Eletroeletrônica e Fundamentos Odontomédicos (voltada para a fisiologia) e principalmente em enxergar a finalidade daquilo que estava sendo ensinado nas disciplinas de base (fundamentos de eletroeletrônica e fundamentos odontomédicos), apesar do constante esforço dos docentes em relacioná-las através de exemplos em sala de aula. Essa dificuldade poderia ser sanada no segundo ano do curso, onde os alunos cursam matérias específicas, como Manutenção e Instalação de Equipamentos Médicos-Hospitalares; entretanto, nessa fase notamos que os alunos já haviam esquecido boa parte dos conceitos fundamentais de eletroeletrônica. Essa constatação passou a se tornar uma inquietação e um questionamento em como propiciar aos alunos uma aprendizagem onde os conceitos fizessem sentido, tivessem significado, e conseqüentemente não fossem facilmente esquecidos.

Neste cenário surgiu a motivação para buscar uma ferramenta que propiciasse uma aprendizagem com mais significado, utilizando um meio motivador para o aluno e que também auxiliasse o docente.

## 1.1 Proposta de Trabalho

Visando facilitar a compreensão e fixação dos conceitos fundamentais pelos alunos do curso técnico em Equipamentos Biomédicos, essa dissertação propõe a construção de uma ferramenta para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem utilizando um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) que favoreça a visão interdisciplinar, facilitando o entendimento da relação entre as disciplinas, que no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI são chamadas de ‘componentes curriculares’.

O ambiente virtual de aprendizagem deve possuir bases pedagógicas adequadas para solucionar os problemas atualmente vividos em sala de aula, conforme descrito acima, além de se mostrar atraente. Uma possibilidade é o uso de um sistema hipermídia, composto por hipertextos e recursos dos sistemas multimídia. A utilização desses sistemas se assemelha à navegação na Internet, que propicia um ambiente amigável e no qual grande parte dos alunos está familiarizada, o que contribui para aumentar o seu interesse.

Cabe esclarecer que não pretendemos criar nenhuma metodologia pedagógica nova, nem alterar a metodologia de ensino atual, mas acrescentar uma ferramenta que contribua para o processo de ensino e aprendizagem.

## 1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivos:

### 1.2.1 OBJETIVO GERAL

Criar um ambiente virtual de aprendizagem para ser utilizado como ferramenta de apoio ao ensino na área de equipamentos biomédicos.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Disponibilizar mais uma ferramenta de apoio ao ensino. Por ser um material interdisciplinar, a intenção é que este AVA sirva de apoio às diferentes componentes

curriculares (disciplinas) relacionadas ao curso técnico profissionalizante de Equipamentos Biomédicos do SENAI-SP;

- Melhorar o nível de entendimento dos alunos através de uma abordagem de aprendizagem significativa e interdisciplinar, pois o AVA abordará conceitos dos seguintes componentes curriculares: Fundamentos de Eletroeletrônica I e II, Fundamentos Odontomédicos e Manutenção e Instalação de Equipamentos Médico-Hospitalares I, permitindo ao aluno “navegar” pelos mais variados conceitos dentro dos conteúdos citados;

- Aumentar a disponibilidade de material didático na área de equipamentos médico-hospitalares (EMH).

### 1.3 Justificativa

Para atingir a melhor qualificação na formação do técnico de equipamentos biomédicos, deve ser levado em conta o caminho percorrido por esse aluno durante a sua formação. No primeiro ano é ensinado ao aluno uma série de conteúdos que serão a base para o entendimento do segundo ano. Entretanto, a aplicação desses conteúdos não é evidente para os alunos, em particular em disciplinas como eletroeletrônica, que exigem certo nível de abstração. Por sua vez, no segundo ano percebe-se que muitos conteúdos agora exigidos do aluno caíram no esquecimento, e mais ainda, o aluno não tem material didático que relacione o primeiro ano com o segundo. De maneira geral, os alunos têm dificuldade em perceber a interdependência entre os componentes curriculares do curso.

Na área de engenharia biomédica como um todo, é grande a carência de estudos voltados para a formação de recursos humanos, independente do nível de formação. Diferentemente de outras áreas onde há literatura abundante (livros-texto técnicos, publicações científicas, etc.), os anos de atividade educacional revelaram que materiais didáticos voltados para o ensino técnico de equipamentos médico-hospitalares são ainda escassos em nosso país.

Outro ponto importante, observado na prática docente, é o interesse dos alunos nas aulas que envolvem a utilização do computador, além da afinidade que grande parte dos jovens possui com o seu manuseio, razão principal para que o material proposto tenha um formato semelhante ao acesso das páginas de Internet.

## 1.4 Apresentação da Dissertação

Após essa Introdução, o Capítulo 2 detalha as bases teóricas para a concepção do sistema hipermídia e a sua aplicação, englobando teorias pedagógicas e estudos sobre utilização do computador no ensino.

O Capítulo 3 mostra todo o processo de definição e elaboração do conteúdo e confecção da hipermídia.

As avaliações qualitativa e quantitativa experimental da hipermídia, aplicação de pré-teste e pós-teste são detalhadas no Capítulo 4.

O Capítulo 5 mostra os resultados obtidos das avaliações, e no Capítulo 6 são feitas as análises e conclusões do trabalho.

As referências bibliográficas utilizadas estão no Capítulo 7, e após se encontram os anexos, que incluem o questionário utilizado para levantamento do perfil dos alunos, o teste aplicado e a pesquisa de opinião.

## 1.5 Revisão Bibliográfica

A busca inicial foi orientada para encontrar trabalhos descrevendo o uso do computador e seus recursos aplicados ao ensino e à aprendizagem, principalmente no ensino profissionalizante, e mais especificamente quando voltado para equipamentos eletromédicos.

Em 2002, a partir de um convênio firmado com a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), a Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina (UNIFESP/EPM) e a empresa Lexsistemas Informática, foi lançado pelo Ministério da Saúde (2002) um curso de capacitação à distância sobre Gerenciamento da Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares denominado GEMA. Esse curso teve por objetivo o treinamento de técnicos, engenheiros e gestores de saúde envolvidos com a manutenção do parque de equipamentos médico-hospitalares dos estabelecimentos assistenciais do Sistema Único de Saúde (SUS), buscando criar padrões de manutenção preventiva e corretiva, priorizar o uso correto e prolongar a vida útil dos equipamentos. Para garantir o aproveitamento e a racionalização de recursos foram utilizadas diferentes mídias: material impresso, VHS, CD-ROM e a Internet.

Na pesquisa por artigos publicados nos anais dos Congressos Brasileiros de Engenharia Biomédica a partir de 2002, constatou-se uma grande carência de trabalhos voltados à formação de recursos humanos (ensino) em engenharia biomédica.

O segundo passo foi explorar a área do ensino de ciências, mais abrangente, pesquisando trabalhos publicados nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). No evento de 1999 consta apenas 01 trabalho relacionado com o tema de interesse. A partir de 2003, no entanto, houve aumento, com média de 10 trabalhos a cada encontro (os encontros são bianuais). De quase 45 trabalhos consultados, 30 estavam relacionados com a utilização do computador no ensino. A maioria dos trabalhos (55%) teve como objeto de estudo o ensino superior, e 37% o ensino médio. Os outros 15 trabalhos estavam correlacionados, abordando temas como interdisciplinaridade, utilização de imagens no ensino, discussões sobre formas de aprendizagem significativa entre outros que também contribuíram para o embasamento deste trabalho.

Além destes, foram encontrados 12 trabalhos relacionados com a utilização do computador no ensino, principalmente sobre o sistema de hipermídia, em diversas fontes, incluindo trabalho do Congresso Brasileiro do Ensino de Engenharia (COBENGE), e em revistas como Química Nova, Revista Brasileira do Ensino de Física, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, entre outras mais específicas.

O trabalho apresentado no COBENGE (Bianchini, 2006) se refere à resolução de problemas de engenharia analisados com o uso de mapas conceituais (conforme será visto adiante) no papel de ferramentas cognitivas, aplicados para diferentes disciplinas. Já o trabalho da Revista Química Nova (Ribeiro e Grecca, 2003) faz uma revisão em *softwares* de simulação e ferramentas de modelização aplicados no ensino de química. Os trabalhos que abordam elaboração de *softwares* como ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem foram publicados pela Revista Brasileira do Ensino de Física (Nogueira *et al.*, 2000) (*software* de inteligência artificial) e Investigações em Ensino de Ciências (hipermídia interdisciplinar). E finalmente, na Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (Duarte e Rezende, 2008) são mostradas as investigações feitas sobre a interação discursiva entre alunos que interagem com o sistema hipermídia.

Algumas dissertações também abordaram o tema, como Artuso (2006), que avaliou a aprendizagem significativa de alunos por meio de encontros que orientavam a utilização de *sites* já existentes de física, voltados para um tema específico do ensino médio. Cola (2004) elaborou um sistema de hipermídia interdisciplinar na área de educação física para o 3º grau. Alvarce (2007) elaborou também um sistema de hipermídia abordando a utilização de medidores de pressão arterial para profissionais de saúde.

A maior parte dos trabalhos analisados que utilizam hipermídia se concentrou em apenas uma disciplina específica; somente Cola (2004) buscou a abordagem interdisciplinar, um dos principais focos do presente estudo.

Conforme já relatado, embora um dos componentes curriculares de maior dificuldade para os alunos seja a eletroeletrônica, possivelmente pelo seu maior nível de abstração, não vamos nos ater apenas a esse componente, inclusive por que já existem vários *softwares* conceituados nessa área para desenho de circuitos eletroeletrônicos, simulações e até leiaute de placas de circuito impresso, como Labcenter® Eletronics (Proteus), NI Multisim™ Analog Devices Edition e PSpice Schematics®.

Portanto, constatamos que além de haver espaço para AVA aplicado ao ensino profissionalizante, também há carência de soluções de apoio ao ensino na área de equipamentos médico-hospitalares.

# Capítulo 2.

## Fundamentação Teórica

### 2.1 Aprendizagem

**2.1.1 APRENDIZAGEM AO LONGO DA HISTÓRIA** Observando a trajetória da produção industrial ao longo da história, podem-se destacar três momentos significativos, com suas características principais, compiladas na Tabela I abaixo (Valente, 1999).

Tabela I – Características dos três principais períodos da produção industrial (adaptado de Valente, 1999).

<b>Produção Artesanal</b> (Fim da Idade Média)	<b>Produção em Massa</b> (Início do século 20)	<b>Produção Enxuta</b> (Início da década de 1980)
- Alta qualidade;	- Qualidade razoável;	- Alta qualidade;
- Baixa quantidade;	- Alta quantidade;	- Alta quantidade;
- Alto custo;	- Baixo custo;	- Baixo custo;
- Produtos exclusivos;	- Produtos padronizados;	- Produtos quase exclusivos;
- Trabalhadores habilitados;	- Trabalhadores não habilitados;	- Trabalhadores habilitados;
- Ferramentas flexíveis	- Ferramentas inflexíveis	- Ferramentas flexíveis

De acordo com o quadro acima não é difícil imaginar as mudanças ocorridas na educação, já que esta é a base para formação dos trabalhadores de um modo geral. Do mesmo modo que na produção artesanal, a educação também tinha um alto custo e era exclusiva: professores (mentores artesãos) eram contratados para ministrar aulas particulares em casa. No

segundo momento, passou-se à padronização da educação, seguindo as necessidades da indústria na linha do fordismo, onde o professor deveria “descarregar” o conteúdo, uma quantidade imensa de informações e cabia aos alunos “absorver” e integrar esse conteúdo na produção. Essa imensa quantidade de informações transferidas aos alunos passa por um controle de processo, através dos currículos, planos de curso, disciplinas, coordenadores, diretores, e ao final desse processo o aluno deve sair de “linha de produção” capacitado para o mercado de trabalho. O aluno é o insumo básico que vai ser processado pelo treinamento.

Pode-se notar a analogia entre o sistema de produção em massa e a organização dos currículos escolares. Em geral os conteúdos mais complexos são divididos, classificados pelo grau de dificuldade, hierarquizados e devem ser ministrados em ordem crescente de complexidade, dentro de uma carga horária pré-determinada. Assim, ao final do cumprimento da carga horária espera-se que o aluno possa integrar todos os conteúdos que lhe foram passados fragmentados. Essa concepção fragmentada do ensino tem sido vista no dia a dia, não só no nível técnico, mas também no nível superior.

Nesse contexto, Santomé concorda de forma ainda mais crítica quando diz: “Há sempre quem declare ironicamente que a única coisa que liga as diferentes salas de aula em uma instituição escolar são os canos da calefação ou os cabos elétricos. Em geral, poucos estudantes são capazes de vislumbrar algo que permita unir ou integrar os conteúdos ou o trabalho das diferentes disciplinas” (Santomé, 1998).

Esse modelo de educação tem sofrido muitas críticas e não se sustenta mais no mundo complexo de hoje, que conta com enorme facilidade de comunicação e ferramentas pessoais conectadas em redes coletivas. O sistema de produção atual já está na chamada produção enxuta. Traduzindo essa expressão para a educação, o profissional de hoje necessita ter uma visão macro na sua área de atuação, ser criativo, ter capacidade para trabalhar em grupo, ter boa comunicação e ter capacidade de tomar decisões. O modelo de educação anterior, seguindo o fordismo, priva o homem da visão global do processo produtivo e limita a sua capacidade de raciocinar, pois ensina apenas a executar ordens, desperdiçando potencial humano, reduzindo-o a controlar a produção, por exemplo, em vez de agregar valor ao produto.

Assim, o novo modelo de qualificação exigido pelo mercado tem criado novas necessidades de adequação e capacitação do trabalhador.

Nas palavras de Valente: “Apesar das críticas e da não adequação dessa concepção de educação na sociedade atual, devemos lembrar que ela foi fundamental para passarmos de uma educação artesanal, custosa e, portanto, restrita a um segmento muito pequeno da sociedade. Devemos agora criar um profissional capaz de sobreviver na sociedade do conhecimento, de se relacionar, de tomar decisões, e sempre buscando democratizar ainda mais a educação. Certamente essa nova atitude é fruto de um processo educacional, cujo objetivo é a criação de ambientes de aprendizagem em que o aprendiz vivencia essas competências. Elas não são passíveis de serem transmitidas, mas devem ser construídas e desenvolvidas por cada indivíduo” (Valente, 1999).

Tendo foco nessa necessidade, os desafios da nova educação são justamente questionar quais mudanças devem ser feitas para criar as qualificações adequadas, ou seja, como propiciar essa formação, que alterações são necessárias para que o aluno possa adquirir as habilidades necessárias para atuar nessa nova sociedade. O construtivismo pode nos auxiliar na compreensão dessas questões.

### 2.1.2 CONSTRUTIVISMO

Esta linha de pensamento pedagógico foi defendida por vários educadores de destaque, como Lev Vygotsky, Piaget, David Ausubel, Novak e mais recentemente Edgar Morin e Paulo Freire, e pode responder às atuais necessidades de formação de indivíduos para o sistema de produção enxuto. Vamos nos ater aos principais pensadores e, apesar da existência de vários defensores da vertente construtivista, percebemos que suas linhas de pensamento não são exatamente iguais, mas muitas vezes se completam. Assim, abordaremos aqueles que serão adotados como base do presente trabalho.

✓ Jean Piaget

Piaget (1976) estuda a origem do desenvolvimento das capacidades cognitivas considerando suas bases orgânicas, biológicas e genéticas, concluindo que cada indivíduo se desenvolve no seu próprio ritmo.

Para Piaget a aprendizagem é uma reorganização das estruturas cognitivas e é também a consequência de processos adaptativos ao meio, dividindo em assimilação do conhecimento e acomodação deste na estrutura cognitiva.

O ensino deve possibilitar ao aluno interação com o meio e com os objetos de conhecimento do seu ambiente, transformando-os, variando em seus diversos aspectos, encontrar sentido até que possam fazer inferências lógicas e desenvolver novos esquemas e estruturas mentais. Para Piaget, conhecer é um ato de interpretação, e significa dar sentido ao objeto do conhecimento. Portanto, a aprendizagem ocorre quando há mudança na estrutura cognitiva das pessoas. Elas assimilam o que estão observando, aprendendo, mas esse conhecimento que estão adquirindo é baseado nos conhecimentos prévios que possuem em suas estruturas cognitivas, o que lhes permite de alguma forma recriar e entender o que estão incorporando como conhecimento.

Essa assimilação do conhecimento pode ocorrer de três formas:

- Manter a estrutura cognitiva criada porque já possui o conhecimento que está recebendo;
- Modificar a estrutura cognitiva porque o conhecimento ampliou o que já sabia;
- Modificá-la totalmente porque descobriu que o que sabia não era necessariamente o correto, ou que queria ou necessitava saber.

E finalmente, para verificar se realmente ocorreu a assimilação do conhecimento, ou seja, detectar a mudança da estrutura cognitiva é necessário que o aprendiz seja capaz de explicar o que acaba de aprender.

✓ David Ausubel

Ausubel (Moreira e Masini, 1982) criou a teoria da Aprendizagem Significativa e os chamados Subsúncos, semelhantes ao que Piaget denominou de conhecimentos prévios. Para

Ausubel a incorporação de novos conhecimentos ocorre à luz dos conhecimentos prévios (subsunçores), quando o estudante relaciona os novos conhecimentos com aqueles que já possuía. Ausubel afirma também que para o aluno ter uma aprendizagem significativa é necessário:

- Significatividade lógica de material, organizado em uma sequência lógica de conceitos;
- Significatividade psicológica de material, o aluno deve poder conectar os novos conhecimentos com os prévios e assim acomodá-los em suas estruturas cognitivas;
- Atitude favorável do aluno, já que a aprendizagem não ocorre se não houver interesse.

✓ Edgar Morin

Morin foi o autor da Teoria da Complexidade, onde afirma que o conhecimento deve ser ensinado da forma que acontece na nossa realidade, pois vivemos num mundo complexo e inter-relacionado, por isso Morin critica a compartimentalização, a especialização do conhecimento, destacando que o mundo atual, ao contrário, é cada vez mais interligado, globalizado. Morin defende o conhecimento do “todo” e das “partes” nas relações que estabelecemos, para que evitemos a visão episódica, parcial da realidade, portanto, o conhecimento pertinente deve enfrentar a complexidade; acrescentando, afirma:

“... a complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade. Os desenvolvimentos próprios à nossa era planetária nos confrontam cada vez mais e de maneira cada vez mais inelutável com os desafios da complexidade. Em consequência, a educação deve promover a “inteligência geral” apta a referir-se ao complexo, ao contexto, de modo multidimensional e dentro da concepção global” (Morin, 2000).

Para Morin, tornou-se um problema universal do novo milênio: “como ter acesso às informações sobre o mundo e como ter a possibilidade de articulá-las e organizá-las? Como perceber e conceber o Contexto, o Global (a relação todo/partes), o Multidimensional, o Complexo?”. Portanto, para viabilizar a articulação e organização dos conhecimentos, possibilitando entender os problemas do mundo, Morin propõe uma reforma do pensamento. E salienta que essa reforma deve ser paradigmática, por ser uma questão fundamental da educação, já que se refere à nossa aptidão para organizar o conhecimento.

É importante destacar que Morin propõe compreender o pensamento que separa e que reduz, no lugar do pensamento que distingue e une, e não abandonar o conhecimento das partes pelo conhecimento das totalidades, nem da análise pela síntese; é preciso conjugá-las.

## 2.2 Mapa Conceitual e Interdisciplinaridade

### 2.2.1 MAPA CONCEITUAL

Baseado na teoria de Ausubel, Novak completou a teoria da Aprendizagem Significativa, na medida em que criou um instrumento para detectar se houve aprendizagem significativa nas estruturas cognitivas do aluno, com a finalidade de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno aprende a partir de um conjunto de conceitos (Novak e Cañas, 2008). A detecção é feita através da criação de mapas conceituais. O estudante que teve uma aprendizagem significativa deve ser capaz de relacionar os conhecimentos novos com os anteriores através do mapa conceitual.

Os mapas conceituais podem representar a organização de conceitos de determinada área do conhecimento, e além dos conceitos podem mostrar a relação entre eles, conforme exemplo na Figura 2.1, mostrando parte de um mapa conceitual sobre as estações do ano. Eles são diferentes dos diagramas de fluxo, que implicam em sequência de ações, e não de conceitos. A forma e a representação do mapa dependerão da natureza estabelecida entre os conceitos e de suas relações.

O *Institute for Human and Machine Cognition – IHMC*, instituto no qual Novak é cientista e professor, desenvolveu o *software* CMapTools (IHMC, 2009) dedicado especificamente à realização de mapas conceituais. Embora o desenvolvimento deste trabalho também tenha utilizado o CMapTools na construção dos mapas conceituais, a importância dos mapas conceituais como veremos, vai muito além do *software* propriamente dito, já que ele pode ser feito independente de qualquer *software*.

Existem algumas características que fazem do mapa conceitual uma contribuição importante para o pensamento criativo: a estrutura hierárquica dos conceitos, a possibilidade de

construir novos *links*, relações existentes entre conceitos e, no caso do *software*, programas utilizados em computador, a possibilidade de acrescentar objetos ou eventos nos conceitos.

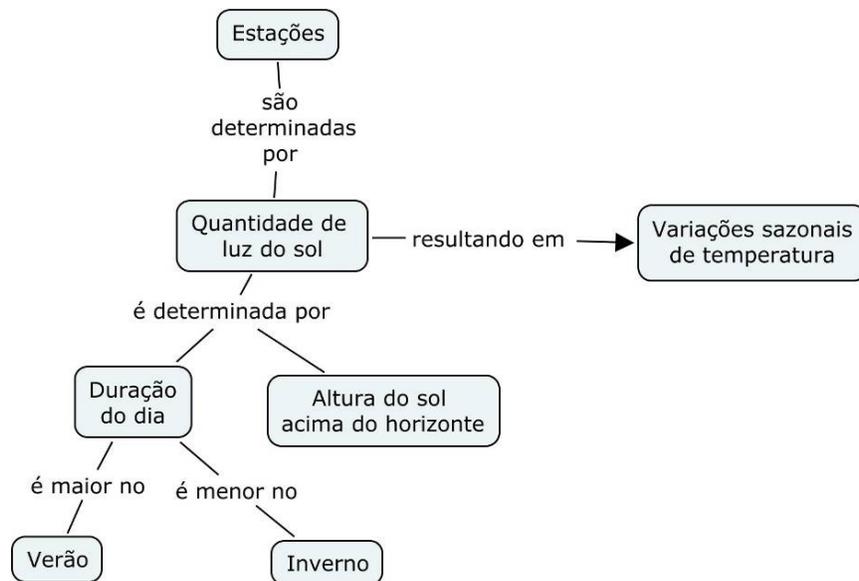


Figura 2.1 – Parte de um mapa conceitual (adaptado de Novak e Cañas, 2008).

Os fundamentos do mapa conceitual estão na teoria de Ausubel, sendo que a principal afirmação da psicologia cognitiva de Ausubel é que o aprendizado ocorre pela assimilação de novos conceitos e proposições nos conceitos existentes. Esta estrutura do conhecimento construída pelo aluno é também referida com estrutura cognitiva individual.

Segundo Novak e Cañas (2008) a aprendizagem significativa requer 3 condições:

- O material a ser aprendido deve ser conceitualmente claro e ser apresentado através de linguagem e exemplos relacionados com os conhecimentos prévios do educando. Os mapas conceituais podem ser extremamente úteis nessa condição, identificando grande gama de conceitos gerais conhecidos previamente pelo educando para instruí-lo em conceitos novos;
- O educando deve possuir um conhecimento prévio relevante, condição alcançada após os 3 anos de idade;
- O educando deve escolher para aprender significativamente. A única condição sobre a qual o mediador tem controle apenas indireto é a motivação dos educandos para optar por aprender tentando incorporar novos significados no seu conhecimento prévio, ao invés de

simplesmente memorizar as definições dos conceitos ou proposições. O controle indireto acima da opção do educando está nas estratégias instrucionais e de avaliação utilizadas. Estratégias que enfatizam a relação entre conhecimentos prévios e novos, buscando relacioná-los, estimulam o aprendizado significativo.

Outra importante constatação de Novak e Cañas (2008) é que a memória humana não é uma simples “veia” a ser preenchida, mas um complexo conjunto de sistema de memória inter-relacionado, como ilustra a Figura 2.2, mostrando o sistema de nossa memória e as interações com as entradas psicomotoras e afetivas (*Information Input*).

Pode-se perceber que a memória de longo prazo interage com a memória de trabalho e esta por sua vez com a de curto prazo. Na de longo prazo ocorre uma busca de interação com o conhecimento armazenado.

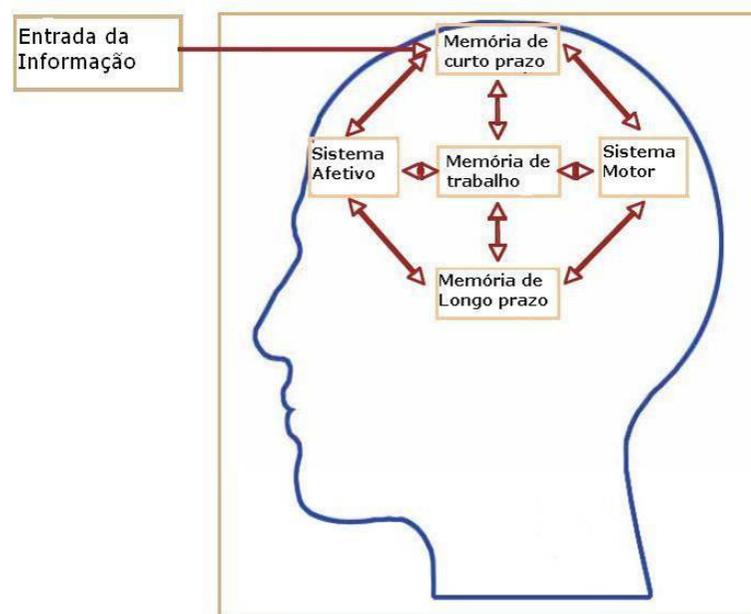


Figura 2.2 – Relações entre os sistemas de memórias e entrada de informações do cérebro (adaptado de Novak e Cañas, 2008).

Novak e Cañas acreditam que o mapa conceitual é tão poderoso, a ponto de facilitar a aprendizagem significativa, porque ele serve como um modelo para ajudar a organizar o conhecimento e sua estruturação.

Pode-se concluir que a utilidade do mapa conceitual na educação vai além da aprendizagem significativa, como explicita Mello (2007) acerca da utilidade dos mapas para docentes e estudantes, conforme aparece na Tabela II.

Tabela II – Aplicações e utilidades dos mapas conceituais para docentes e alunos (adaptado de Mello, 2007).

Usuários	Utilidade dos Mapas Conceituais
Como ferramenta para Aprendizagem (estudante)	Fazer anotações
	Resolver problemas
	Planejar o estudo e/ou redação de grandes relatórios
	Identificar a integração de tópicos
Como auxílio nas tarefas de Ensino (docente)	Tornar claro os conceitos difíceis, estruturados em uma ordem sistemática
	Auxiliar os professores a manterem-se mais atentos aos conceitos chaves e às relações entre eles
	Auxiliar os professores a transferir uma imagem geral e clara dos tópicos e suas relações para seus estudantes
	Reforçar a compreensão e aprendizagem por parte dos alunos
	Permitir a visualização dos conceitos chave e resumir suas inter-relações
	Auxiliar os professores na avaliação do processo de ensino
	Possibilitar aos professores avaliar o alcance dos objetivos pelos alunos através da identificação dos conceitos mal entendidos e dos que estão faltando

Ainda segundo Kawasaki (1996) *apud* Mello (2007), para a utilização do mapa conceitual no ensino é importante:

- Escolher o tema a ser abordado,
- Definir o objetivo principal a ser perseguido,

- Definir a apresentação dos tópicos, colocando-os numa sequência hierarquizada com as interligações necessárias,
- Dar conhecimento ao aluno do que se espera quanto ao que ele poderá ser capaz de realizar após a utilização do processo de aprendizagem,
- Permitir sessões de *feedback* de modo que ao aluno seja possível rever seus conceitos, e ao professor avaliar o instrumento utilizado, de modo a enfatizar sempre os pontos mais relevantes do assunto, mostrando onde houve erro e promovendo recursos de ajuda.

Em função da abordagem da aprendizagem significativa, não se pode separá-la da interdisciplinaridade e nem das suas representações através dos mapas conceituais. Portanto, pela importância dessas bases, nos aprofundaremos um pouco mais nesse assunto.

### 2.2.2 INTERDISCIPLINARIDADE

Disciplina é o conjunto de conhecimentos em cada cadeira dum estabelecimento de ensino, matéria de ensino (Ferreira, 1999) e, segundo Santomé (1998) “Para que um corpo de conhecimentos possa ser rotulado como disciplina, ele deve preencher uma série de requisitos. No entanto, tampouco existe uma total unanimidade na hora de concretizá-los. Uma disciplina é uma maneira de organizar e delimitar um território de trabalho, de concentrar a pesquisa e as experiências dentro de um determinado ângulo de visão. Daí que cada disciplina nos oferece uma imagem particular da realidade, isto é, daquela parte que entra no ângulo de seu objetivo.” (Santomé, 1998). Portanto, a intenção aqui é mostrar ao aluno a visão do todo, de vários ângulos, ou seja, não se pode restringir a uma disciplina apenas; para tanto buscamos a definição dos conceitos denominados interdisciplinar e multidisciplinar. Interdisciplinar, segundo Japiassú *apud* Fazenda (1996), pode ser descrita como “axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas e definida no nível hierárquico imediatamente superior”, o que introduz a noção de finalidade. E multidisciplinar, segundo o mesmo autor é “uma gama de disciplinas que propomos simultaneamente, mas sem fazer aparecer as relações que podem existir entre elas”.

Em concordância com Carlos e Zimmermann (2005), a intenção é de utilizar interdisciplinaridade como instrumento para aprendizagem significativa na resolução de

problemas que necessitem de mais de uma disciplina, ou seja, o aluno deve ter a noção de finalidade, sem a pretensão de mudar a estruturação atual e nem criar disciplinas novas.

Essa intencionalidade vem ao encontro das diretrizes instituídas pelo Ministério da Educação (MEC, 2008), que já se preocupou com a inserção de conceitos pedagógicos discutidos até agora, como citado no artigo 3º da Resolução CNE/CEB nº 04/99 (institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico):

“Art. 3º São os princípios da educação profissional de nível técnico os enunciados no artigo 3º da Lei de Diretrizes e Bases – LDB, mais os seguintes:

- I – independência e articulação com o ensino médio;
- II – respeito aos valores estéticos, políticos e éticos;
- III – desenvolvimento de competências para a laborabilidade;
- IV – flexibilidade, interdisciplinaridade e contextualização;
- V – identidade dos perfis profissionais de conclusão de curso;
- VI – atualização permanente dos cursos e currículos;
- VII – autonomia da escola em seu projeto pedagógico.”

O documento denominado Norteador da Prática Pedagógica editado pelo SENAI-SP (2006) deixa claro porque se dividem os cursos em disciplinas e depois buscamos abordagens interdisciplinares: “A interdisciplinaridade se caracteriza pela abordagem integrada de campos de conhecimentos afins, possibilitando o diálogo entre eles. De acordo com o Parecer 16/99 CNE/CEB, “...conhecimentos inter-relacionam-se, contrastam-se, complementam-se, ampliam-se, influem uns nos outros”. Assume-se o conhecimento como socialmente construído e historicamente situado. Tem caráter global, tanto nas situações profissionais como nas situações de vida. O recorte de conhecimentos em estratos específicos atende a aspectos de funcionalidade, porém sabe-se que as situações, com as quais o aluno se depara, solicitam arregimentação de competências, de forma integrada”.

### 2.3 Educação e Internet

É inegável a atração dos jovens pelo computador e principalmente pela Internet. Além disso, uma grande maioria tem domínio na operação dos recursos disponíveis. Isso pôde ser comprovado por um levantamento do perfil dos alunos, realizado através de questionário, onde

se observou que 100% dos alunos utilizam *softwares* básicos (Word®, Excel® e Internet Explorer®), sendo que destes, 92% utilizam *softwares* de navegação na Internet e têm acesso à Internet. Essa facilidade geral de acesso ao computador foi uma das razões pela escolha do desenvolvimento do material didático em formato digital.

Igualmente, como defendido por Vygotsky (2003), a aprendizagem está relacionada com o meio e com a cultura do educando, portanto teoricamente a aprendizagem no nosso contexto de pesquisa teria um resultado melhor se o conhecimento fosse inserido através de um meio com o qual os alunos já fazem parte, neste caso, o meio é a utilização de computador e mais especificamente os *softwares* de navegação na Internet.

Segundo Machado e Santos (2004) *apud* Duarte e Rezende (2007), o uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) não só facilita a ação e aumenta sua eficácia, como também pode transformar de maneira substancial a forma e o caráter dessa ação, assim como a estrutura das funções mentais empregadas.

Conforme relatado no Capítulo 1, foram encontrados em torno de 30 trabalhos abordando o uso de computador como recurso educacional, entretanto a grande maioria voltado para o assunto específico de uma disciplina, como em Machado e Nardi (2007), que apresentaram um projeto de inserção de computadores no ensino médio de física como recursos educacionais para a aprendizagem do Princípio da Equivalência (relacionado à Teoria da Relatividade). Além disso, em muitos trabalhos o computador é utilizado com a função de simular e/ou modelar determinado fenômeno, como observado em Mulinari e Ferracioli (2005), Fehsenfeld e Ferracioli (2007), Dorneles *et al.* (2005), Carobin e Neto (2003). Apesar de interessantes, os *softwares*, como os desenvolvidos por estes autores, têm um conteúdo normalmente voltado para uma única disciplina, em geral uma disciplina de base (por exemplo, física ou eletrônica).

Neste trabalho o material deve ter maior abrangência, de forma que o aluno possa visualizar desde o conteúdo mais abrangente (“todo”) até o mais específico (“partes”). Por outro lado, na área de equipamentos médico-hospitalares, uma das disciplinas intimamente relacionadas com os equipamentos é a eletroeletrônica, onde já existem vários *softwares* capazes de realizar simulações. Portanto, a principal diferença dessa proposta é um material didático

interdisciplinar, podendo inclusive ser utilizado em conjunto com *softwares* de simulação eletrônica.

Apesar de construir um sistema de hipermídia com bases construtivista, Valente (1999) destaca que o fato do *software* ser “construtivista” não implica num ensino construtivista. A prática pedagógica construtivista é de responsabilidade do professor. A dinâmica de trabalho é que pode conferir ao *software* um papel significativo no processo de ensino e aprendizagem.

### 2.3.1 TIPOS DE SOFTWARES

Valente (1999) abordou o papel do computador na educação à luz da base pedagógica construtivista, analisando quais *softwares* contribuem de forma mais significativa para essa base pedagógica. São descritas abaixo, de forma resumida, as principais opções de *softwares* para utilização no ensino (adaptado de Valente, 1999).

#### ✓ Tutorial

É um *software* no qual a informação é organizada numa sequência lógica e particular, e apresentada ao estudante nessa sequência. O *software* tem o controle da situação de ensino e do que pode ser apresentado ao aprendiz. Outra forma é o aprendiz poder escolher a informação, ter o controle e poder escolher o que deseja ver. Em ambos os casos, a informação que está disponível para o aprendiz foi definida e organizada previamente.

#### ✓ Multimídia

O uso de multimídia não é muito diferente do que acontece com os tutoriais, embora neste caso existam outras facilidades, como a combinação de textos, imagens, animação, sons etc., que facilitam a expressão das idéias. A ação que o aprendiz realiza é a de escolher entre as opções oferecidas pelo *software*. Ele não está descrevendo o que pensa, mas decidindo entre várias possibilidades oferecidas pelo *software*. Uma vez selecionada uma opção, o computador apresenta a informação disponível e o aprendiz pode refletir sobre a mesma. Com base nessa análise, ele pode selecionar outras opções. Esta série de seleções e as idas e vindas entre tópicos de informação constitui a idéia de navegação no *software*.

Valente (1999) ainda ressalta que o *software* multimídia está ficando cada vez mais interessante, criativo e está explorando um grande número de opções, onde é possível ao aprendiz navegar em um espectro amplo de tópicos, como também penetrar a fundo neles. Porém, o aprendiz está sempre restrito ao que o *software* tem disponível.

✓ Programação

Utilizado para a programação, o computador pode ser visto como uma ferramenta para resolver problemas. O programa produzido utiliza conceitos, estratégias e um estilo de resolução de problemas. Nesse sentido, a realização de um programa exige que o aprendiz processe informação, transforme-a em conhecimento que, de certa maneira é explicitado no programa.

✓ Processador de Texto

No caso dos aplicativos como os processadores de texto, quando o aprendiz está escrevendo um texto, a interação com o computador é mediada pelo idioma natural (idioma materno) e pelos comandos do processador de texto para formatar o texto (centrar o texto, grifar palavras, etc.). Muitos processadores de texto são de uso simples e facilitam a expressão escrita de nossos pensamentos. O computador não provê a informação necessária para o aprendiz entender o seu nível de conhecimento e, assim, alcançar níveis mais complexos de compreensão e de conceituação. Nesse sentido, o processador de texto não dispõe de características que auxiliam o processo de construção do conhecimento e a compreensão das idéias.

✓ Hipertexto

Há ainda muitos pontos de vista diferentes sobre o chamado hipertexto, inclusive opiniões sobre as diferenças e semelhanças com o texto tradicional, conforme Gomes (2010). Um hipertexto é essencialmente digital, entretanto, é preciso diferenciá-lo de um ofício, por exemplo, que esteja disponível em um ambiente virtual, e que não possua *links*. Para Snyder *apud* Gomes (2010), o hipertexto é exclusivamente eletrônico, e tem como característica principal uma organização em rede formada por *links* entre palavras, idéias e fontes de informação.

O que faz da tão conhecida *web* uma teia, ou seja, uma complexa malha de informações interligadas, é sua própria estrutura hipertextual que permite que em cada *site*, cada página possa se conectar a qualquer outra página ou *site* da rede (Gomes, 2010).

Os hipertextos podem ser fechados, como em um CD-ROM, ou abertos, como na *web*. Valente (1999) ressalta que o computador pode ser um importante recurso para promover a passagem da informação ao usuário ou facilitar o processo de construção do conhecimento. Entretanto, analisando *softwares* educacionais, Valente notou que alguns somente alteraram a maneira de visualização do conteúdo, adicionando figuras coloridas, animações, e na verdade a aprendizagem não ocorre pelo *software* em si, mas pela interação aluno-*software*. Para Piaget *apud* Valente (1999), o nível de compreensão está relacionado com o nível de interação que o aprendiz tem com o objeto e não com o objeto em si. Alguns *softwares* possuem uma característica maior de interação, como é o caso da programação, já outros requerem um envolvimento do professor criando situações complementares ao *software* para favorecer a compreensão, a exemplo de tutoriais.

Outra abordagem interessante feita por Valente (1999) é quando ele chama a atenção para o balanço entre a abrangência e o aprofundamento, quando se está selecionando ou construindo um *software* adequado ao ensino. Não se deve reforçar um eixo em detrimento do outro; a ênfase no eixo da abrangência permite uma multiplicidade de contextos, mas não se deve dar muita abrangência num assunto em detrimento da profundidade do conteúdo. Os dois níveis possibilitam interpretações diferentes de um objeto de estudo.

## 2.4 Hipermídia

Um sistema bastante explorado pela literatura e que vem ao encontro dessa proposta é o sistema hipermídia. O conceito de hipermídia, conforme definido por Cola (2004) e em concordância com Valente (1999) e Rezende e Barros (2005), pode ser entendido pela relação entre hipertexto (sistema computacional que organiza não sequencialmente a informação em geral, textual, por meio de ligações conceituais entre palavras-chave) e multimídia (o uso de múltiplas formas de representação de uma informação). Portanto, o conceito de hipermídia pode ser visto como a intersecção entre os conceitos de multimídia e hipertexto, resultando em

sistemas computacionais que ligam, de forma interativa e não sequencial, os “nós” de informação representados por múltiplas mídias.

Para Cola (2004), a utilização dos sistemas hipermídia pode ser eficaz para evitar a simplificação de assuntos complexos, com perda de informação, pois facilitam sua abordagem como um todo e aumentam a possibilidade do usuário conseguir atingir uma compreensão mais profunda e interdisciplinar dos mesmos.

Machado e Santos também se utilizaram dos sistemas hipermídia e colocamos aqui parte de seu artigo que está alinhado com o nosso pensamento: “O uso de uma ferramenta pelos membros de uma comunidade não só facilita a ação e aumenta sua eficácia, como também pode transformar de maneira substancial a forma e o caráter dessa ação, assim como a estrutura das funções mentais empregadas. Os sistemas hipermídia de aprendizagem atendem a esse duplo papel, enquanto ferramenta física e psicológica, por permitirem o acesso de forma não-linear à informação em função de sua arquitetura hipertextual. Nesses sistemas, a apresentação do conteúdo por meio de outras linguagens além da textual pode facilitar a compreensão das informações, ilustrar e enriquecer o conteúdo, motivar a aprendizagem e tornar mais desafiante a resolução de problemas” (Machado e Santos *apud* Duarte e Rezende, 2007).

#### 2.4.1 PRINCÍPIOS PARA CRIAÇÃO DE UM SISTEMA HIPERMÍDIA

##### ✓ Hipertexto

A estrutura do sistema depende do modelo de construção do hipertexto, já que diferente do texto comum, o hipertexto não é linear. Portanto, é preciso pensar como os diversos textos serão interconectados, pois essa decisão influenciará na forma de busca e de recuperação da informação, afetando diretamente os percursos de leitura possíveis e a construção de sentidos, conforme afirma Gomes (2010). Para este autor, os hipertextos podem ser elaborados a partir de quatro estruturas principais, como mostrado na Figura 2.3. O modelo sequencial é semelhante ao texto impresso, pois a leitura é linear. No segundo modelo, hierárquico, o início da leitura é feito por uma entrada principal, e através desta o leitor tem acesso a vários arquivos, e assim por diante seguindo da hierarquia dos arquivos conforme a Figura 2.3. Existe ainda o modelo reticulado que integra todos os documentos, embora alguns documentos só possam ser

alcançados por intermédio de outros. E finalmente o modelo em rede, descentralizado e não hierárquico.

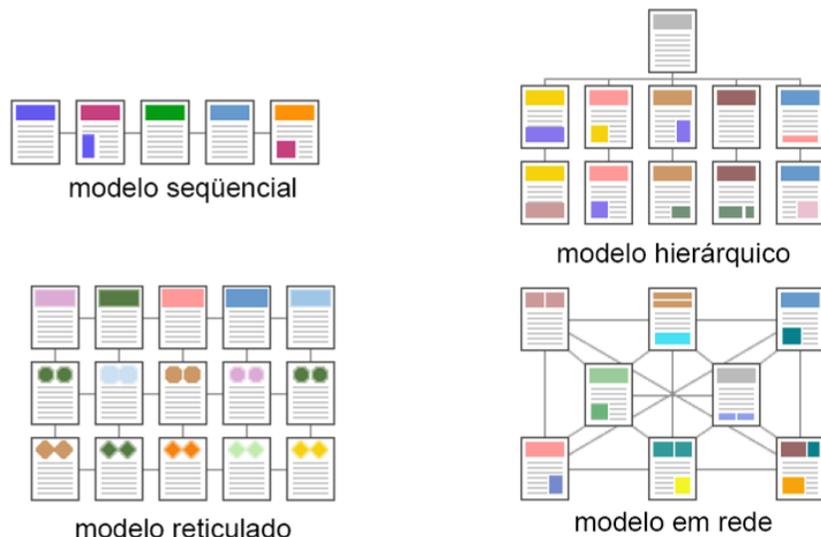


Figura 2.3 - Principais modelos estruturais para construção de hipertextos (Bianchini *apud* Gomes, 2010).

É importante destacar que até agora não existem padrões ou regras definitivas sobre como desenvolver um hipertexto efetivo, conforme comprova pesquisa de Nielsen *apud* Gomes realizada em 1989. Gomes (2010) lembra que após 18 anos desta pesquisa, muita coisa melhorou, inclusive sobre a usabilidade na *web*, no entanto ainda se necessita mais pesquisa, para saber de que maneira o hipertexto pode contribuir para a leitura e compreensão de textos, principalmente em contexto pedagógico.

#### ✓ Multimídia

Alguns estudos indicam que as informações através das figuras são lembradas mais facilmente do que em forma de textos, conforme Anglin *et al.* (1996), Braden (1996), Horton *apud* Aparicio e Costa (2004), e resultaram na seguinte hipótese: as pessoas armazenam informações de duas maneiras, dependendo se ela é verbal ou figurativa. Se a informação é armazenada de maneira visual, 55% dela é retida, e somente 7% se for verbal, e 38% dependendo da maneira como a informação é apresentada. Como o texto acompanhado de figuras ou animações corresponde a salvar a informação de duas maneiras diferentes no cérebro, é mais provável que as pessoas lembrem a informação se ela for apresentada das duas formas (Aparicio e Costa, 2004). Por outro lado, deve-se tomar cuidado ao combinar diferentes modalidades (figuras,

texto, áudio, animação) simultaneamente. Certas combinações saturam a capacidade de processamento de informações do cérebro.

A utilização de imagens, som e experiências de simulação e experimentação envolve o estudante num nível que poucas publicações, leituras, ou mesmo demonstrações poderiam fazer, defende Nascimento (2005). Entretanto, o mau planejamento na apresentação (*design*) do material multimídia pode causar desorientação no usuário e mesmo desmotivá-lo na realização da atividade proposta.

O planejamento da hipermídia deve considerar alguns pontos:

**a) Características dos usuários:**

- O nível de escolaridade do público-alvo;
- A experiência do usuário com computadores e com a Internet;
- Os recursos tecnológicos disponíveis e viáveis para a construção da hipermídia.

**b) Planejamento da interface:** O *design* da interface deve ser consistente e esteticamente agradável, com o intuito de orientar e chamar a atenção do aluno, buscando estimular a curiosidade no início da atividade.

A informação apresentada em formato de página de Internet deve ser organizada e identificada numa sequência lógica para facilitar a visualização e interpretação correta, com o principal intuito de ajudar o aluno no processo de aprendizagem.

**c) Navegação:** Indicar claramente os *links*, as ligações de cada página. Eles devem ser apresentados em cores e estilos diferentes do texto padrão, pois são as ferramentas mais importantes de navegação.

**d) Tamanho da tela:** Adequar o tamanho da tela, para evitar que o usuário tenha que fazer o rolamento da página para visualizar a informação completa. O rolamento de tela causa distração nos usuários e torna o material mais difícil de ser assimilado.

**e) Cores:** As cores podem ser usadas para diferentes propósitos; um esquema de cores pode servir como ferramenta de navegação. Apesar de não haver nenhuma diferença significativa na aprendizagem, para Heinich *et al.* (1989) *apud* Nascimento (2005) as pesquisas mostram que a maior parte dos estudantes prefere visuais coloridos do que aqueles em preto e branco.

Há certa consistência entre os autores ao se afirmar que quanto maior o contraste entre fonte e fundo, melhor o desempenho na leitura (Hill e Scharff, 1997 *apud* Nascimento, 2005).

f) **Elementos multimídia:** A utilização de múltiplos formatos de informação (simulações, imagens estáticas, textos, som, animações, vídeos) desempenha um papel importante na aquisição do conhecimento quando bem utilizados.

g) **Texto:** Os princípios de *design* de texto para a multimídia nem sempre são equivalentes aos de material impresso. Um dos pontos importantes é o uso de maiúsculas e minúsculas no computador, o que torna a leitura mais fácil e mais rápida (Marcus, 1984; Tullis, 1983 *apud* Nascimento, 2005).

Diminuir a densidade do texto usando espaços em branco, marcadores e listas aumenta a velocidade de leitura (Jones, 1989 *apud* Nascimento, 2005). No computador deve haver em geral menos texto contínuo do que nas mídias impressas. Os estudos mostram que a informação organizada em blocos retarda a fadiga e aumenta a compreensão de leituras feitas na tela do computador (DeBra, 1996 *apud* Nascimento, 2005).

Escolher fontes que facilitam a visão e a leitura na tela. Geralmente as fontes sem serifa são mais legíveis na tela (Arial, Verdana, Tahoma, etc.). Os pequenos detalhes das fontes com serifa (Times New Roman, Courier New, etc.) são difíceis de serem vistos em tamanho pequeno, e dificultam a leitura. A fonte Verdana é uma ótima fonte para a *web*, otimizada para a tela do computador.

h) **Imagens:** A principal função das imagens, como ferramentas de comunicação, é servir como uma referência mais concreta ao significado. Normalmente as imagens se assemelham aos objetos que eles representam. Porém o maior grau de realismo nem sempre ajuda na aprendizagem. Quando se cria material didático, é preciso fazer distinção entre imagens que as pessoas preferem olhar daquelas que as fazem aprender melhor. As imagens preferidas não são necessariamente as que facilitam aprendizagem (Heinich *et al.*, 1989 *apud* Nascimento, 2005). Em muitas situações, os desenhos são mais efetivos para a aprendizagem, e podem colocar em destaque os detalhes importantes.

i) **Animações:** A aplicação mais adequada para as animações em educação é apresentar conteúdo. Animações, com ou sem texto, oferecem muitas oportunidades para apresentar fatos,

conceitos, e princípios. Convém utilizar animações para as ações que não podem ser expressas adequadamente com imagens estáticas, ou cujas explicações textuais seriam muito longas.

Segundo Aparicio e Costa (2004) alguns princípios gerais para *web design* derivados do *design* de multimídia incluem simplicidade, consistência e clareza de *design*. Outros princípios considerados estéticos são balanço, harmonia e unidade (Misanchuk *et al.*, 2000 *apud* Aparicio e Costa, 2004).

O princípio da consistência é obtido, por exemplo, fazendo-se uso de cores adequadas, estruturas de acesso (por exemplo, uso de cabeçalhos), uso de dicas (fonte, incluindo tamanho e estilo; negrito, itálico), estilo de gráfico, terminologia (direções, menus, etc.). Nomes de comandos e a maneira de selecioná-los também devem ser adequados para se obter consistência. A localização de logo numa página deve se repetir em todas as páginas existentes, bem como o alinhamento.

# Capítulo 3.

## Desenvolvimento

CONFORME o Manual EAD/UNICAMP (2010), a elaboração do conteúdo envolve a escrita em si, a definição do formato, da identidade visual, dos tipos de mídias que serão usados e a adequação do conteúdo a estas definições. Os formatos de arquivos e mídias são comuns para qualquer abordagem pedagógica; a diferenciação se dá pelo modo como os conteúdos são usados nas estratégias metodológicas.

### 3.1 Definição do Conteúdo

O conteúdo do sistema hipermídia desenvolvido foi baseado nos moldes do GEMA e orientado pelas bases teóricas enunciadas anteriormente: aprendizagem significativa (Piaget e Ausubel) e o conhecimento do todo e das partes (Morin), através da interdisciplinaridade. A definição do conteúdo do sistema de hipermídia levou em consideração os seguintes requisitos e restrições:

*a)* Pensando na delimitação do conteúdo, abordar um equipamento eletromédico referencial e em função desse equipamento explorar as ramificações para as demais disciplinas (Fundamentos de Eletroeletrônica e Fundamentos Odonto-Médicos), subordinadas hierarquicamente.

*b)* O equipamento escolhido deveria conter uma grande carga de eletroeletrônica embutida, visando abordar uma das disciplinas de maior dificuldade no curso. Este fato foi

constatado através do perfil dos alunos pesquisados, onde 67% deles afirmaram ser eletroeletrônica a disciplina em que enfrentam maior dificuldade.

c) Enfatizar a aprendizagem significativa procurando um equipamento no qual os alunos já tenham algum nível de conhecimento de sua aplicação.

d) O conteúdo deve ser abrangente o suficiente para possibilitar o seu uso por todos os alunos, inclusive os do primeiro ano. Essa possibilidade enfatiza a interdisciplinaridade dos conceitos abordados.

Além dos requisitos acima, foi feita uma consulta ao professor da área de manutenção de equipamentos eletromédicos, que indicou o desfibrilador como um equipamento bastante interessante do ponto de vista didático, além de ser conhecido popularmente pela sua aplicação, aparecendo com certa frequência na mídia (requisito c).

A escolha de apenas um equipamento neste trabalho se deu em função de ser um estudo preliminar, que abre espaço para a inserção de mais equipamentos num futuro próximo.

A utilização de mapas conceituais na construção do conteúdo foi fundamental, pois possibilitou ao mesmo tempo a construção das ramificações e o estudo dos níveis de profundidade dos conteúdos, sem perder a visualização do todo (desfibrilador), pois como visto no Capítulo 2, deve-se considerar a relação entre profundidade e abrangência.

Conforme Rouet e Levonen (1996) *apud* Gomes (2010), fornecer pistas estruturais para o leitor é uma das maneiras de melhorar o desenho de hipertextos. Esses autores também concluíram, através de experimentos, que a utilização de mapas conceituais e de mapas de navegação pode deixar claras as relações entre as unidades de um hipertexto. Assim, um hipertexto bem estruturado, com um mapa de sua estrutura pode oferecer pistas adicionais que nem sempre estão nos textos lineares, e um leitor menos habilidoso pode se dar melhor num ambiente hipertextual, afirma Gomes (2010).

O mapa conceitual foi sendo desenhado numa cartolina, e quando tomou corpo, foi implementado num *software* adequado para isso, o CMapTools, desenvolvido pelo IHMC e disponibilizado na Internet.

Partindo do conceito geral do desfibrilador o conteúdo foi organizado seguindo um modelo hierárquico, subdividido em quatro blocos principais: Introdução, Princípio de

Funcionamento, Manutenção e Legislação, conforme mapa conceitual simplificado mostrado na Figura 3.1 abaixo.

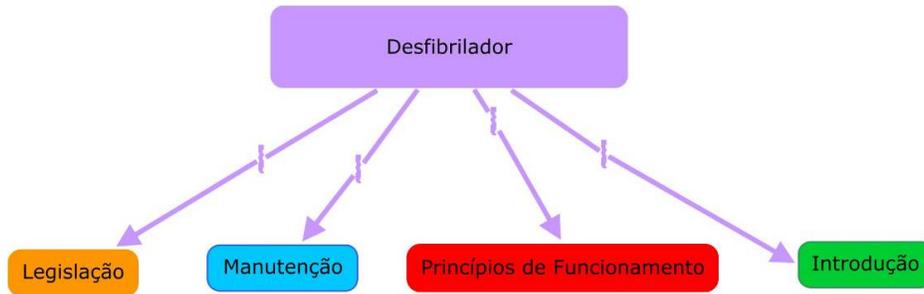


Figura 3.1 – Mapa Conceitual Preliminar mostrando o conteúdo do sistema hipermídia.

Nos quatro blocos buscou-se abranger a maior parte do conhecimento sobre o desfibrilador do ponto de vista de nível técnico. Cada bloco oferece um conteúdo introdutório, formatado inicialmente em arquivo texto. Esses textos contêm palavras-chave que foram escolhidas pela sua importância conceitual. Cada uma das palavras-chave gerou outro arquivo texto. Essas ligações resultaram no mapa conceitual mostrado na Figura 3.2, onde podem ser observadas todas as ramificações obtidas a partir dos quatro blocos principais.

Sobre o modo de disponibilização, Soletic *apud* Gomes (2010) sugere que a ordem e a hierarquia são duas dimensões básicas no momento de selecionar conteúdos. Portanto, o “desenho” deve ter uma sequência clara, possibilitando reconhecer os temas centrais e seus possíveis vínculos.

Foltz *apud* Gomes (2010) afirma que em pesquisas feitas por outros autores, num ambiente hipertextual os leitores conseguiram responder questões com mais rapidez com um mapa. É importante lembrar que os efeitos de diferentes formatos de apresentação dependem das tarefas de leituras associadas, do tipo de envolvimento dos leitores e de seu conhecimento prévio. Portanto, na Figura 3.2 se o aluno acessa uma página (texto) que não compreende, ele pode buscar através das palavras-chaves outro texto até encontrar um conceito já conhecido, prévio (aprendizagem significativa) e a partir daí construir o conhecimento novo.

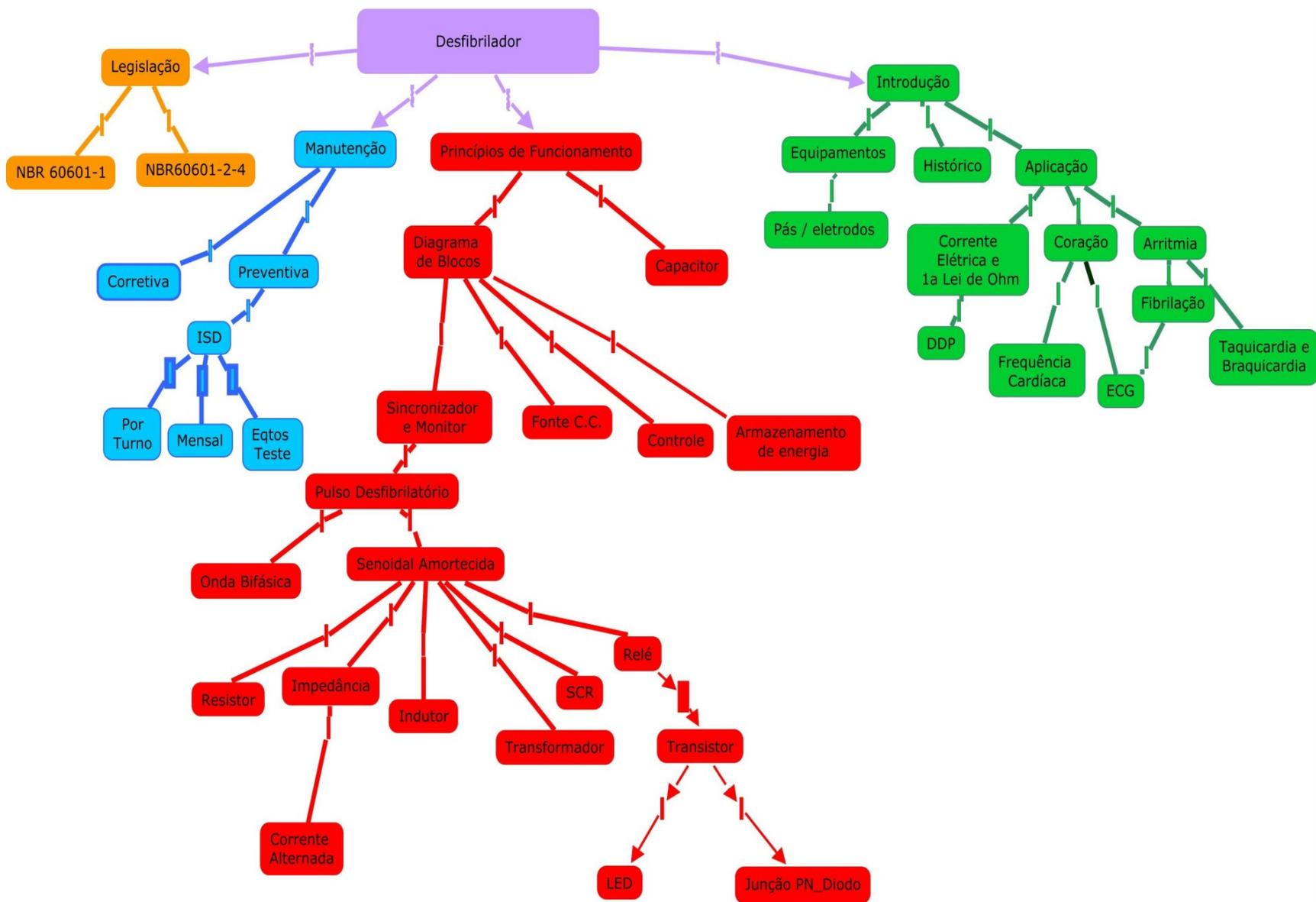


Figura 3.2 – Mapa conceitual mostrando todo o conteúdo do sistema hiperímia até o menor nível de conhecimento.

### 3.1.1 BLOCO INTRODUÇÃO

Este bloco tem um conteúdo com ênfase maior em fisiologia, apresentando a função do desfibrilador para tratamento de arritmias cardíacas, mostrando onde e como o desfibrilador interage com o corpo humano e quais os efeitos do choque elétrico no coração. Também foi abordado neste bloco o histórico dos desfibriladores, bem como os tipos de equipamentos e acessórios (pás/eletrodos) utilizados atualmente.

### 3.1.2 BLOCO PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Como o princípio de funcionamento do desfibrilador é eletrônico, esse bloco dá maior ênfase no conteúdo de eletroeletrônica, com páginas sobre corrente elétrica, resistores, capacitores, indutores, transformadores, diodos, entre outros.

### 3.1.3 BLOCO MANUTENÇÃO

A ênfase neste bloco foi a manutenção do ponto de vista conceitual e operacional, apresentando os aspectos relativos à manutenção corretiva e preventiva. Para enfatizar uma abordagem prática, o conteúdo desse bloco foi elaborado incluindo considerações feitas por um engenheiro e alguns técnicos de manutenção do Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da UNICAMP – reconhecido centro de pesquisa e manutenção de equipamentos médico-hospitalares) – buscando mostrar os principais defeitos e falhas apresentadas pelos equipamentos, além dos instrumentos e parâmetros básicos de calibração dos desfibriladores. Também foi realizado o acompanhamento de um *recall* de desfibrilador num hospital, além de consultas a vários manuais de operação de desfibriladores, de diferentes tipos e fabricantes.

### 3.1.4 BLOCO LEGISLAÇÃO

O desfibrilador, assim como todos os equipamentos eletromédicos, deve satisfazer aspectos legais de segurança e desempenho descritos em normas e regulamentos, e portanto, neste bloco é apresentada a legislação relacionada a este equipamento. Estas informações foram obtidas através de um consultor em regulamentação de equipamentos eletromédicos e coordenador do comitê CB-26 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que

direcionou o conteúdo para as normas NBR/IEC 60601-1-1, NBR/IEC 60601-2-4 e algumas regulamentações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em vigor. É importante salientar que não se tem a intenção de substituir de maneira alguma a leitura de normas ou regulamentos, e sim dar uma visão geral das legislações aplicáveis na atualidade, como referência para uma pesquisa mais aprofundada quando for o caso.

## 3.2 Confeção do Conteúdo

A construção do conteúdo demandou a junção de todas essas informações para compor a hipermídia, englobando uma grande quantidade de figuras, esquemas, gráficos, fotos e vídeos.

Conforme sugere o Manual CEAD/UNICAMP (2007), na preparação do conteúdo o formador deve preocupar-se com questões relacionadas a estilos de redação apropriados para a *web*, recursos de interatividade a serem agregados, recursos complementares ao conteúdo e organização dos arquivos criados.

À medida que o conteúdo se torna mais complexo com relação à quantidade de arquivos e recursos agregados, é necessária uma organização estrutural que torne ágil a manipulação do conteúdo pelo formador. Para gerenciar os arquivos do curso recomenda-se a criação de uma estrutura de diretórios, conforme foi feito durante essa fase (Figura 3.3). Nesta figura pode ser visto que dentro da pasta principal, denominada 'Hipermídia DESFIBRILADOR', foram criadas subpastas referentes aos blocos da hipermídia (Introdução, Legislação, Princípio de Funcionamento e Manutenção). Dentro de cada uma dessas quatro subpastas estão as pastas pertencentes a este bloco e assim por diante, organizados hierarquicamente, assim como no mapa conceitual, até o último estágio, que na figura mostra o conteúdo da pasta 'Indutor', onde se pode acessar os arquivos (textos e imagens) deste conteúdo.

No bloco Aplicação em particular (dentro de Introdução), com muito conteúdo de eletroeletrônica, foi priorizada a forma visual, com grande parte dos circuitos e esquemas elétricos tendo sido desenhados no *software* Microsoft® VISIO® Professional 2002 SP-2 e inseridos no texto equivalente.

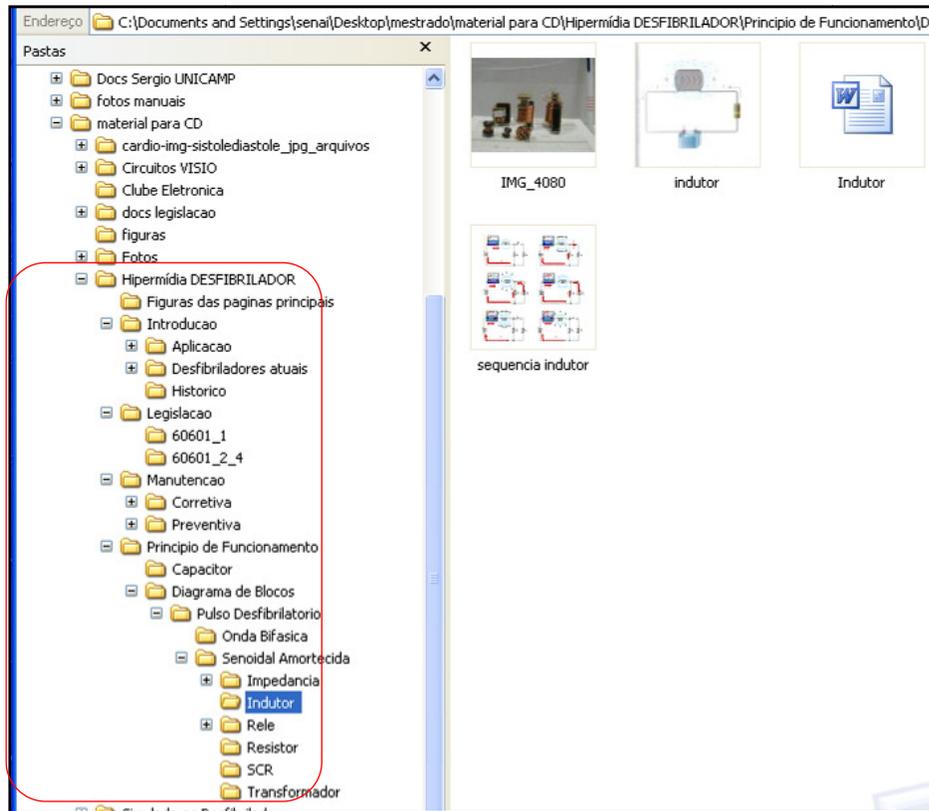


Figura 3.3 – Organização da estrutura de diretórios, pastas e arquivos durante a preparação do conteúdo da hipermissão.

No bloco dedicado à manutenção também há grande quantidade de fotos, inclusive de diferentes tecnologias do mesmo tipo equipamento e, principalmente, fotos de partes internas, visando facilitar e orientar a manutenção corretiva.

Todo o conteúdo, como mostra o mapa conceitual da Figura 3.2, foi organizado em arquivos textos, e esses arquivos por sua vez separados em pasta, de acordo com o bloco a que pertence. As palavras-chave de cada texto, colocadas em cor diferente (vermelho) indicam um *hyperlink*. Genericamente, uma hiperligação é uma referência textual ou gráfica inserida em algum ponto de um documento hipermissão (documento de origem) conectando algum ponto de outro(s) documento(s) hipermissão (documento(s) destino), conforme citado por W3C (2003a), HOW (2002) *apud* Grandi (2003).

Embora o desfibrilador esteja “dividido” em quatro blocos principais, são muitos os *hyperlinks* feitos através das palavras-chave, conforme mostrado no mapa conceitual da Figura 3.4, onde se pode visualizar todos os conteúdos e ligações entre eles.

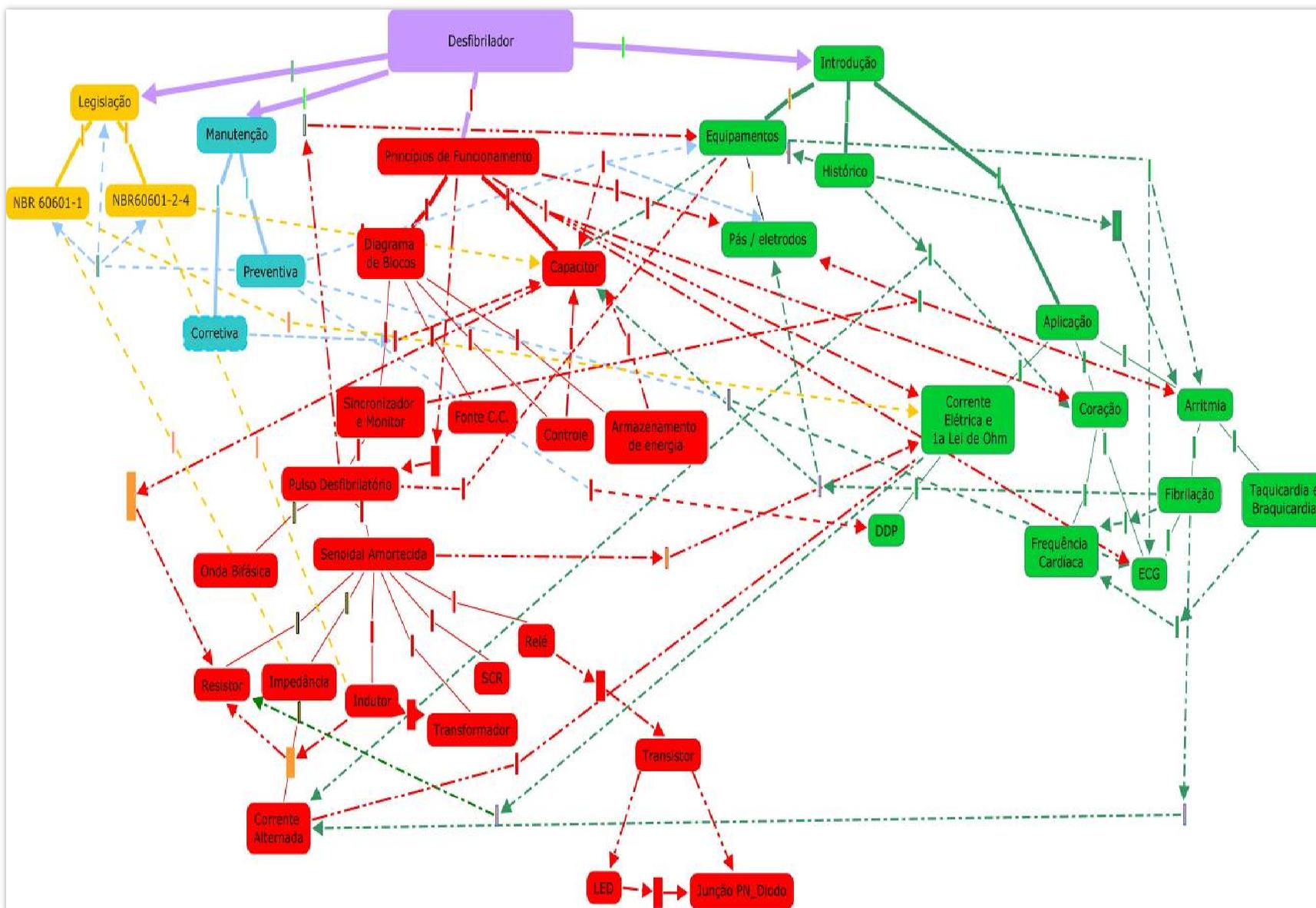


Figura 3.4 – Mapa conceitual completo hipermídia mostrando todos os *hyperlinks*.

### 3.3 Implementação da Hipermissão

A definição da plataforma de informática mais adequada levou em consideração as premissas pedagógicas já discutidas, as opções disponíveis, além das seguintes condições:

a) O sistema hipermissão deve rodar em qualquer computador, sem restrição a programas específicos, incluindo o acesso à Internet;

b) Deve proporcionar uma navegação simples e intuitiva, através de interface amigável, dispensando treinamento prévio;

c) Deve permitir ao aluno autonomia na escolha dos caminhos de navegação;

d) Deve permitir atualizações de conteúdo;

e) Deve ter navegação semelhante à da Internet, uma vez que mais de 90% dos alunos pesquisados detêm o conhecimento de *softwares* de navegação na Internet. Conforme o Manual do CEAD/UNICAMP (2007), a interação com o *software* ocorre quando os alunos estão familiarizados com a tecnologia a ser utilizada. Sentir-se à vontade com a tecnologia (tanto com o *hardware* quanto com o *software*) contribui para uma sensação de bem-estar e maior possibilidade de participação.

f) Embora o conteúdo possua grande quantidade de arquivos de imagens e muitos *hyperlinks* entre os textos, conforme pode ser visto na Figura 3.4, o sistema de hipermissão não deve ser “pesado” para carregar as informações ou lento durante o uso;

g) Finalmente, deve caber em um CD-ROM, para não depender estritamente do acesso à Internet. Optou-se por gravar o sistema em CD-ROM (apesar de 67% dos alunos possuírem acesso à Internet em casa) para possibilitar o acesso ao conteúdo mesmo onde houver apenas um computador desconectado da rede.

A parte tecnológica envolvida na criação de materiais para Internet necessita do conhecimento de extensões de arquivos utilizados neste meio. Algumas destas extensões são:

Extensões de arquivos texto: HTML, PDF e OS.

Extensões de arquivos de imagens: JPG e GIF.

Extensões de arquivos de animação: SWF e GIF.

Extensões de arquivos de áudio: WAV e MP3.

Extensões de arquivos de vídeo: RM, AVI, MPEG e WMV.

De acordo o manual EAD/UNICAMP (2010), alguns pacotes de *software* possuem ferramentas que permitem a elaboração do material, entretanto, alguns desses pacotes possuem os recursos limitados a arquivos textos, com extensões tipo .DOC ou .TXT. Existem pacotes onde os recursos são mais bem elaborados utilizando a linguagem HTML (*HyperText Markup Language* ou Linguagem de Marcação de Hipertexto).

Com relação aos *softwares* a serem utilizados, pode-se dividir em linguagens de marcação e de visualização (navegação).

### 3.3.1 LINGUAGEM DE MARCAÇÃO

Uma linguagem de marcação é um conjunto de códigos contido em um arquivo texto que instrui um computador a formatar esse arquivo em uma impressora ou monitor de vídeo, ou a indexar e vincular seu conteúdo (Miskulin *et al.*, 2007). A HTML e a XML (*Extensible Markup Language* ou Linguagem de Marcação Extensível) são exemplos destas linguagens. Elas são responsáveis pela criação de documentos para a *web* (as páginas) e permitem que documentos e arquivos de diversos tipos sejam independentes de plataforma e portáteis entre aplicações.

A HTML é uma linguagem de editoração de páginas para Internet que utiliza marcadores (“tags”) padronizados, já a XML permite que sejam definidos os formatos de marcação quando a HTML não é adequada. Como a HTML não é uma linguagem de programação propriamente dita, ela não gera um programa executável, em vez disso tem-se um arquivo em formato de texto, geralmente com extensão .HTM ou .HTML, que é lido e interpretado pelo navegador (visualizador). A HTML não possui estruturas de controle e repetição, não cria procedimentos e funções e nem chama rotinas internas do sistema operacional. Esse tipo de recurso pode ser obtido recorrendo-se a algumas extensões que são acrescentadas, como a linguagem JavaScript, por exemplo. Outras características da linguagem HTML são (Alves, 2004):

- Independência de plataforma (*hardware* e *software*), tornando possível qualquer computador ler e interpretar o conteúdo de uma página escrita em HTML;
- Não é monopólio de uma pessoa ou empresa;
- Os arquivos resultantes são pequenos, vinculados entre si pelos *hyperlinks* definidos na estrutura dos documentos. O tamanho reduzido viabiliza a transmissão com velocidade aceitável mesmo em meios limitados;
- A linguagem foi desenvolvida para ser utilizada na *web*, e não para um ou outro equipamento/sistema operacional específico;
- Não necessita de um editor de texto especial.

Em função dessas características, a opção mais adequada foi desenvolver o sistema hipermídia em linguagem HTML, confirmada em consulta feita a alguns profissionais da área de informática.

Como cada “caixa” representada no mapa conceitual da Figura 3.4 é como uma página de Internet, a implementação da hipermídia se assemelha à bem conhecida abordagem de *web design*, com *softwares* e profissionais especializados em construção de páginas de Internet. A editoração em HTML pode ser feita através de *softwares* específicos para a criação de hipertextos, como por exemplo, Mozilla Composer, OpenOffice Html Editor, Microsoft® Frontpage ou Adobe® DreamWeaver® Creative Suite 5. Dentre estes foi escolhido o DreamWeaver® para a edição das páginas, por ser um editor cômodo, já que não depende estritamente da linguagem de linhas de código HTML, prático e eficiente, além de estar bastante difundido entre os chamados *web designers*. A editoração define basicamente cores, tamanho de letras, formatação de espaços, títulos, alinhamento e bordas entre outros. A editoração das páginas, contendo os arquivos de texto e arquivos de figura foi feita por um *web designer*, profissional especializado em construir páginas de Internet, e acompanhado pelo autor durante cerca de 2 meses.

### 3.3.2 LINGUAGEM DE VISUALIZAÇÃO

O navegador é o responsável por apresentar no monitor de vídeo aquilo que foi codificado no documento HTML. Dentre os navegadores mais conhecidos pode-se citar Internet Explorer®, Google Chrome®, Mozilla Firefox®, sendo este último, além de gratuito, de código

aberto. No caso de páginas HTML, o navegador deve ser configurado para poder ‘conversar’ com o servidor *web* utilizando o protocolo de comunicação HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*). A página, que consiste num documento de texto formatado especificamente para apresentação na Internet, é então carregada no navegador.

### 3.3.3 IMAGENS

Para utilizar imagem numa página de Internet, é importante verificar o formato em que ela se encontra gravada, visto que só é possível inserir imagens que estejam nos formatos GIF (*Graphics Interchange Format*), JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) ou PNG (*Portable Network Graphics*) – substituto do GIF – já que aquele possuía algoritmos patenteados.

Outro ponto importante é verificar o tamanho dos arquivos de imagens, para economizar tempo no carregamento. Segundo Alves (2004) deve-se buscar criar imagens < 80 kB. Entretanto, em vista da necessidade de se acrescentar imagens de tamanhos maiores e/ou em outros formatos além dos citados anteriormente, é necessário utilizar ferramentas gráficas, *softwares* para tratamento de imagens, como Macromedia Fireworks®, Corel Photo-Paint® e Adobe® Photoshop®.

Neste trabalho foi utilizado o Adobe® Photoshop® principalmente pela compatibilidade com o *software* de editoração. As imagens foram tratadas buscando uniformizar o tamanho e o formato de arquivo, neste caso o JPEG.

### 3.3.4 HIPERMÍDIA PRELIMINAR

O sistema de hipermídia completo resultou em cerca de 270 arquivos de imagens, incluindo fotos, gráficos, figuras e esquemas elétricos, 2 vídeos (animações) retiradas do *site* YouTube®, distribuídos em 38 páginas, ocupando um total de apenas 40 MB. A configuração mínima necessária para rodar o sistema hipermídia é descrita a seguir:

- Computador/Processador: processador Intel Pentium® III 800 MHz ou equivalente;
- Sistema Operacional: Windows® XP;
- Memória recomendada: 256 MB RAM;
- Espaço em disco: 650 MB;

- Resolução de vídeo 1024 × 768 pixels, com de 16 bits de profundidade de cores (recomendado 32 bits).

A Figura 3.5 mostra a página inicial da Hipermídia, onde o aluno pode navegar através dos quatro blocos (capítulos) em que o desfibrilador foi dividido, ou por meio do mapa conceitual, também chamado de ‘mapa do site’, bastando clicar sobre a caixa de conteúdo desejada para abrir a página relacionada.

Esta versão preliminar inclui apenas o desfibrilador, mas no futuro, quando outros equipamentos forem incluídos, haverá uma página inicial prévia a esta onde todo o conteúdo será exposto, ordenadamente.

A navegação pelo *software* permite ao usuário voltar para tela principal a qualquer momento diretamente. Essa tela de abertura também permite a navegação através do mapa conceitual desmembrado nas quatro partes, também chamado de Mapa do Site, permitindo a visualização de todo o conteúdo e suas relações. Storrer *apud* Gomes (2010) sugere o uso de mapa do *site* para compensar as dificuldades características do hipertexto em relação ao texto. Afirma que é necessário dar uma visão da estrutura, como apresentar um mapa do hipertexto, para ajudar o usuário a criar um modelo mental do tamanho e da estrutura do hipertexto.

Para exemplificar a navegação, a Figura 3.6 mostra a tela seguinte, se o usuário clicar na opção Princípio de Funcionamento (capítulos). Do lado esquerdo da tela de qualquer página sempre estarão disponíveis os *hyperlinks* dos 4 capítulos, e do lado direito aparecerão os subitens relacionados com o assunto da tela, conforme os princípios de *web design* citados acima.

No diagrama de blocos da página na Figura 3.6, o usuário pode clicar nos *hyperlinks* (palavras em vermelho), e também tem a opção de clicar em cada caixa do diagrama para ter informação mais específica dos blocos do desfibrilador.

Mapa do site - Mozilla Firefox

file:///C:/Documents and Settings/senal/Desktop/Hipermidia Desfibrilador/desfibriladores\_net/mapa.html

Mapa do site

## Capítulos Apresentação - Mapa do Site

Para facilitar a navegação seguem os mapas do material

- Introdução
- Princípio de funcionamento
- Manutenção
- Legislação
- Referências
- Mapa

```

graph TD
    Introdução --> Equipamentos
    Introdução --> Histórico
    Introdução --> Aplicação
    Aplicação --> Pás_eletrodos[Pás / eletrodos]
    Aplicação --> Corrente[Corrente Elétrica e da Lei de Ohm]
    Aplicação --> Coração
    Aplicação --> Arritmia
    Arritmia --> Fibrilação
    Arritmia --> Taquicardia[Taquicardia e Braquicardia]
  
```

Concluído

Figura 3.5 – Página inicial do Sistema Hipermídia.

Princípios de Funcionamento - Mozilla Firefox

file:///C:/Documents and Settings/senal/Desktop/Hipermidia Desfibrilador/desfibriladores\_net/principios.html

Princípios de Funcionamento

## Capítulos Princípio de Funcionamento

Desfibriladores e cardioversores tem como princípio de funcionamento básico o armazenamento de energia elétrica em um **capacitor** e a manutenção desta condição de carga, bem como a descarga no paciente quando determinado pelo operador. No caso dos cardioversores, o instante da descarga depende também do momento em que se encontra a contração dos ventrículos detectada através de monitoramento do **ECG**.

subitens

- Capacitor
- Pulso defibrilatório

Diagrama de Blocos - Desfibrilador

```

graph TD
    Fonte[Fonte C.C. (com display)] -- Carga --> Armazenamento[Armazenamento de Energia]
    Armazenamento -- Descarga --> Paciente((Paciente))
    Paciente --> Monitor[Monitor de ECG]
    Monitor --> Sincronizador[Sincronizador]
    Sincronizador --> Armazenamento
    Controle[Controle Manual] --> Armazenamento
  
```

Clique sobre as caixas e veja mais detalhes

Concluído

Figura 3.6 – Página inicial do bloco Princípio de Funcionamento.

Outra preocupação foi dar consistência à interface, diferenciando as cores no cabeçalho das telas para cada um dos quatro blocos, e mantendo-as em todas as páginas derivadas destas, permitindo assim sua identificação pelo usuário, como pode ser observado na Figura 3.7 e 3.8. Isso mantém a identidade entre os nós correspondentes aos blocos (capítulos), por exemplo, Princípio de Funcionamento e os seus subtítulos, como Capacitor e Pulso Desfibrilatório.



Capítulos	Aplicação	Subitens
<b>Introdução</b>	Desfibriladores são equipamentos eletrônicos portáteis destinados a gerar e aplicar pulsos intensos e breves de <b>corrente elétrica</b> na musculatura cardíaca (diretamente, no caso de cirurgia de peito aberto, ou indiretamente, através do tórax), com o objetivo de reverter arritmias.	# Arritmia
<b>Princípios de funcionamento</b>	Nos cardioversores existem também circuitos capazes de detectar a atividade elétrica do coração e sincronizar a atividade elétrica esteja ainda minimamente preservada), de modo aplicação do pulso desfibrilatório com onda R do <b>ECG</b> (caso que a aplicação deve ocorrer em até 30 ms após a onda R).	# Coração
<b>Manutenção</b>	A cardioversão e a desfibrilação elétrica são procedimentos terapêuticos que visam a reversão das <b>arritmias cardíacas</b> pela aplicação de um pulso de corrente elétrica de grande amplitude num curto período de tempo. Ao atravessar o <b>coração</b> , esta corrente força uma contração simultânea das fibras cardíacas, possibilitando o restabelecimento de um ritmo normal.	# Corrente elétrica
<b>Legislação</b>	Assim como outras fibras musculares, as fibras que compõe o miocárdio contraem-se em decorrência de estímulos externos, em particular estímulos elétricos. Nas contrações normais, este estímulo inicial aparece na região do átrio direito chamada nódulo sino-atrial (SA), que é o marca-passo natural do coração, propaga-se por um caminho bem determinado através do miocárdio, resultando em uma contração ordenada, primeiro dos átrios e em seguida dos ventrículos, que garantem um bombeamento eficiente do sangue.	1º Lei de Ohm
<b>Referências</b>		
<b>Mapa</b>		

Figura 3.7 – Página do bloco aplicação da hiperfúdia, detalhando os *hyperlinks* em vermelho.



## Capítulos ECG

### Introdução

A forma de onda registrada pelo eletrocardiograma (ECG) é composta pelas *ondas P, Q, R, S e T*, que na realidade são **voltagens elétricas** geradas pelo coração e registradas pelo eletrocardiógrafo na superfície do corpo.

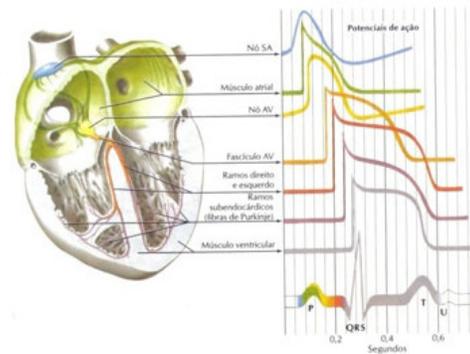
### Princípios de funcionamento

### Manutenção

### Legislação

### Referências

### Mapa



A onda *P* é causada pela dispersão da despolarização, através dos átrios, e isso é seguido pela contração atrial, que provoca pequena elevação da curva da pressão atrial, imediatamente após a onda *P*. Cerca de 0,16 s após o início da onda *P*, as ondas *QRS* aparecem, como resultado da despolarização dos ventrículos, iniciando a contração dos ventrículos e provocando o início da pressão ventricular. Portanto, o complexo *QRS* começa

Figura 3.8 – Página sobre ECG, *hyperlink* do bloco aplicação (Figura 3.7) da hiperímia.

# Capítulo 4.

## Aplicação e Avaliação

A APLICAÇÃO do sistema de hipermídia foi realizada entre os alunos do curso técnico de Equipamentos Biomédicos do SENAI-SP em diferentes semestres e períodos (manhã, tarde e noite). Esse curso técnico tem duração de 2 anos e está dividido em 4 semestres, onde no 1º e 2º semestres os alunos têm contato com as disciplinas de base, e no 3º e 4º semestres as disciplinas específicas de equipamentos.

Foram feitas pesquisas em artigos e teses com propostas de sistemas hipermídia semelhantes à presente buscando levantar o método mais adequado para avaliá-lo. Observou-se que não há um consenso na melhor forma de avaliar a ocorrência da aprendizagem significativa em função da utilização da hipermídia, situação também verificada por Ribeiro e Grecca (2003). Estes autores realizaram uma revisão da literatura sobre simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química, e observaram que as metodologias de pesquisa que têm sido utilizadas para abordar a questão da efetividade do uso destas ferramentas, juntamente com os resultados obtidos a partir da realização das mesmas foram bastante variadas.

Alvarce (2007) realizou a validação de um sistema hipermídia utilizando questionário sobre a mesma, mas sem verificar a eficácia da hipermídia através de avaliação dos usuários. Nogueira *et al.*(2000) não mencionaram o processo de avaliação do *software* que desenvolveram para utilização no ensino fundamental, mas verificaram o desempenho desses estudantes através de desenhos, orientando assim o aperfeiçoamento do *software*.

Outros autores buscaram aprofundar a avaliação do *software*, como Artuso (2006), que analisou o resultado da aprendizagem na utilização orientada de acesso a *sites* já existentes, e avaliou o resultado por meio de teste e questionários antes e depois dos encontros com quatro alunos selecionados de forma aleatória. Este autor não utilizou nenhum grupo de controle, pois segundo ele a proposta era somente verificar se houve aprendizagem significativa. De forma semelhante, Cola *et al.* (2006) propuseram avaliar em que medida o sistema hipermídia favorecia a visão interdisciplinar de determinado tema por meio de um questionário, questões conceituais e mapa conceitual aplicados antes e depois do acesso à hipermídia pelos mesmos alunos.

Diogo e Gobara (2007) realizaram as avaliações com um grupo experimental e um controle. Utilizaram, entretanto, apenas um pós-teste, por considerarem que o assunto era desconhecido pelos dois grupos, e assim um pré-teste não polarizaria os resultados.

Jones e Berger (1995) *apud* Cola (2004) realizaram um estudo sobre a natureza das interações que os estudantes têm com os sistemas hipermídia utilizando registro de navegação individual e a confecção de mapas conceituais para avaliar o impacto sobre o aprendizado. Os resultados apontaram que o uso de várias metodologias é o mais indicado para examinar o potencial educacional de sistemas que utilizam várias mídias. A maioria dos pesquisadores concorda que existem poucas evidências de que os resultados encontrados são promissores, e abraçam a idéia de que não há suficiente pesquisa a respeito de seus efeitos (Cola, 2004).

Em função da diversidade nos padrões de avaliação e na busca de um modelo em que pudesse constatar a influência da hipermídia no nível de entendimento dos alunos, a aplicação da hipermídia no presente estudo ocorreu em duas etapas, representadas por dois métodos diferentes de avaliação: quantitativo e qualitativo. A combinação de técnicas quantitativas e qualitativas torna a avaliação mais robusta e reduz os problemas de adoção exclusiva de uma delas (Neves, 1996). Dentre os benefícios da utilização conjunta desses dois métodos, tem-se a possibilidade de identificar variáveis específicas (aproveitamento) com uma visão global do fenômeno, a possibilidade de completar um conjunto de fatos e causas relativos à metodologia quantitativa com uma visão da realidade, e a possibilidade de enriquecer constatações obtidas sob condições controladas com os dados recolhidos dentro do contexto natural em que ocorre a pesquisa qualitativa.

## 4.1 Avaliação Quantitativa

Embora não tenha havido nenhum impedimento em trabalhar com todas as turmas, uma grande quantidade de alunos poderia dificultar a avaliação no prazo disponível para este trabalho, porque a logística de aplicação da avaliação se complica à medida que alunos de diversas turmas e horários são envolvidos. Uma avaliação com maior número de participantes é sempre mais representativa, mas a escolha em trabalhar com apenas um período ponderou os seguintes aspectos:

- A relação candidato/vaga na seleção dos alunos no SENAI é menor no período vespertino do que nos demais períodos, segundo dados divulgados semestralmente pelo SENAI. Esse parâmetro pode indicar já na entrada do curso um nível de conhecimento menor que os demais, impactando no aproveitamento dos alunos no curso, portanto, em princípio para esses alunos a utilização da hiperídia seria mais relevante;

- No período da tarde, em função do horário das aulas, há maior flexibilidade de horário para trabalhar com as turmas, tanto por parte do docente como dos alunos que se dispuseram a ficar além do horário das aulas para participar deste projeto piloto;

- Partindo da hipótese que a hiperídia será relevante para a aprendizagem tanto do 1º quanto do 3º semestres, no período da tarde os dois semestres estão disponíveis para pesquisa.

Foi realizado um levantamento do perfil desses alunos, através de um questionário de preenchimento simples e rápido, com questões relativas aos conhecimentos prévios relacionados à área de equipamentos médico-hospitalares, aos objetivos dos alunos em relação ao curso, e ao conhecimento em informática (Apêndice A). Esse levantamento possibilitou selecionar melhor grupos equivalentes, minimizando um possível viés de parcialidade na seleção dos grupos.

A análise das respostas do questionário revelou a esperada homogeneidade entre os alunos do 3º semestre da tarde (OMH-3T): por exemplo, todos responderam que cursaram o ensino médio em escolas públicas e cerca de 80% nunca trabalharam ou não trabalham em área relacionada com o curso.

Em função da diversidade nos padrões de avaliação quantitativa e na busca por um modelo mais fidedigno, no presente trabalho adotou-se um procedimento de avaliação que

considera pelo menos dois modelos utilizados pelos autores pesquisados, ou seja, utilizando grupo controle e grupo experimental, um pré-teste e um pós-teste. O processo de avaliação foi dividido em três partes: pré-teste, utilização da hipermídia pelo grupo de pesquisa e pós-teste.

#### 4.1.1 PRÉ-TESTE COM OS ALUNOS

Junto com a realização dos testes foi entregue também aos alunos o questionário para levantamento do perfil, para posterior seleção dos grupos.

As questões do teste foram desenvolvidas de forma que se pudesse avaliar a construção da aprendizagem por parte do aluno. São questões conceituais e para respondê-las corretamente o aluno necessita relacionar diversos conceitos aprendidos em diferentes semestres do curso ou anteriormente, enfatizando a interdisciplinaridade. As questões são todas relacionadas com o conteúdo da hipermídia.

O teste foi dividido em uma parte dissertativa, composta por 15 questões abordando vários aspectos do desfibrilador, conforme mostra a tabela abaixo, e mais uma parte sobre mapa conceitual. O modelo do teste completo se encontra no Apêndice B.

Na questão sobre o mapa conceitual o aluno deve desenhar um mapa conceitual mostrando todas as relações, tanto verticais como transversais, englobando aspectos de fisiologia e eletroeletrônica. Buscando a clareza das questões, o teste foi previamente validado por uma pedagoga e um professor da área de equipamentos médico-hospitalares.

Tabela III – Distribuição dos conceitos das questões do teste.

Quantidade de questões	Tema
1	Fisiologia
1	Uso do desfibrilador
4	Aspectos de manutenção preventiva
3	Aspectos técnicos e tecnológicos
2	Eletroeletrônica
4	Eletroeletrônica contextualizada

O pré-teste foi aplicado a todos os alunos do período da tarde, sendo a data definida antes das aulas normais sobre desfibrilador previstas ao longo do curso, no mês de março. Buscou-se comparar o aproveitamento dos alunos que acompanharam apenas as aulas normais e aqueles que além das aulas tiveram contato com a hipermídia.

A aplicação do pré-teste foi combinada com os alunos de acordo com a sua disponibilidade de horário, após esclarecer o objetivo do teste e a voluntariedade da participação. Também foi feita uma breve explicação sobre o mapa conceitual.

#### 4.1.2 UTILIZAÇÃO DA HIPERMÍDIA

Como dentro das turmas BIO-1T (1º semestre) e OMH-3T (3º semestre) não foram observadas diferenças no perfil que pudessem polarizar os resultados, ambas as turmas foram divididas por ordem alfabética para a formação do grupo controle, que não teve acesso à hipermídia, e do grupo experimental, descrito a seguir.

Os grupos experimentais participaram de sessões de acesso à hipermídia durante o mês de maio de 2010 após o horário normal das aulas, em dias previamente agendados, de maneira a não interferir no cronograma normal do curso.

##### ✓ Grupo experimental do 1º semestre

Este grupo foi composto por 15 alunos, escolhidos por ordem alfabética, para participar da utilização da hipermídia, e foi denominado 'grupo experimental do 1º semestre'. As sessões de acesso à hipermídia ocorreram durante 1 hora por semana no período de 1 mês, totalizando 4 horas, e foram realizadas numa sala de informática já frequentada pelos alunos.

Na primeira sessão foi feita uma breve apresentação da hipermídia, propondo aos alunos que procurassem as relações entre os conteúdos aprendidos em eletroeletrônica e o desfibrilador, assunto até então desconhecido por eles. Nas sessões subsequentes houve a "navegação" livre através da hipermídia.

##### ✓ Grupo experimental do 3º semestre

Para este grupo foi feito o mesmo processo de seleção, entretanto, como a turma era menor, o grupo experimental do 3º semestre foi composto por apenas 6 alunos. Como ocorreu

no grupo experimental do 1º semestre, as sessões também ocorreram durante 1 hora por semana no período de 1 mês, porém em dias diferentes, na mesma sala de informática.

Na primeira sessão os alunos foram orientados sobre as possibilidades de navegação na hipermídia e aconselhados a trabalhar em duplas para maior interação e troca de experiências. Na segunda sessão, já mais familiarizados com a navegação na hipermídia, e por já terem conhecimento de eletroeletrônica, os alunos foram estimulados a utilizar o *software* de simulação de circuitos eletroeletrônicos Proteus (já conhecido pelos alunos), com o intuito de comprovar o funcionamento de um circuito observado na hipermídia, atividade que realizaram na sua maioria sozinhos e sem maiores dificuldades. Nas sessões seguintes os alunos ficaram livres para navegar na hipermídia.

No decorrer do período de avaliação houve algumas variações na duração das sessões em função de eventos e/ou contratemplos ocorridos na escola, além da variação do número de alunos, já que a participação foi voluntária. Os alunos tiveram acesso à hipermídia somente durante as sessões, portanto não foi permitido copiar e nem levar a hipermídia para casa, para que o protocolo de avaliação proposto não fosse perturbado.

A participação efetiva dos alunos do grupo de controle do 1º semestre deixou a desejar, pois só dois alunos compareceram a todas as sessões, inviabilizando a comparação para essa turma. Sendo assim, no final das sessões decidiu-se descartar da avaliação os grupos do 1º semestre e considerar somente os resultados dos alunos do 3º semestre.

#### 4.1.3 PÓS-TESTE COM OS ALUNOS

Após as sessões com o grupo experimental, o mesmo pré-teste foi aplicado novamente no início de junho de 2010 para todos os participantes do período da tarde (grupos experimental e controle). Todos os alunos tiveram na sua programação normal as aulas sobre desfibrilador, mas somente os do grupo experimental tiveram contato com a hipermídia.

## 4.2 Avaliação Qualitativa

Esta segunda etapa foi realizada no semestre posterior ao da primeira (2º semestre de 2010) e teve o objetivo de complementar a etapa anterior e aumentar o número de alunos

avaliados, buscando perceber a opinião e o impacto da nova ferramenta de apoio ao ensino nos alunos. Além das turmas que participaram da avaliação quantitativa na primeira etapa, nesta houve a participação das turmas do 1º e 3º semestres do período da manhã, que não conheciam o sistema hiperfídia.

A avaliação qualitativa pode ser dividida em duas partes: aplicação e pesquisa de opinião.

#### ✓ **Aplicação**

Disponibilização da hiperfídia para os alunos, de forma que na turma do 3º semestre, a hiperfídia foi inserida nas aulas normais do curso (do qual já faz parte o estudo do desfibrilador). Para o 1º semestre a hiperfídia foi disponibilizada para consulta como material de apoio às aulas.

Esta fase teve uma duração de algumas semanas.

#### ✓ **Pesquisa de Opinião**

Algumas semanas após a hiperfídia ter sido disponibilizada aos alunos, foi solicitado aos que a utilizaram que respondessem a uma pesquisa de opinião, cujo formulário está no Apêndice C. Embora a pesquisa de opinião seja subjetiva (Gomes, 2007) a validação pode ser feita pela opinião de colegas, pesquisadores e também considera relevante a opinião dos alunos.

A pesquisa de opinião foi elaborada com perguntas objetivas e de forma que os alunos pudessem respondê-la em poucos minutos. Foi explicado a eles que a pesquisa tinha por objetivo verificar os pontos passíveis de melhoria na hiperfídia e receber sugestões.

Esta pesquisa abordou diferentes aspectos da versão atual da hiperfídia, como qualidade do conteúdo, facilidade de navegação, conteúdo interdisciplinar, eficiência no apoio ao ensino, tempo adequado de acesso, dentre outras qualidades e/ou problemas. Também foi solicitado aos alunos para descreverem sua opinião de forma geral e atribuísem uma nota (0-100) para o sistema hiperfídia.

# Capítulo 5.

## Resultados

### 5.1 Pesquisa Quantitativa

Como o conteúdos dos testes (pré e pós) aplicados na etapa 1 eram idênticos, foram corrigidos juntos para manter a isonomia de critérios. A única diferença entre os testes é que foram aplicados em momentos diferentes, espaçados de 3 meses. Os resultados dos testes não implicaram em nenhum ganho na notas do curso técnico, portanto acredita-se que não houve um esforço específico para realizar os testes da hiperídia, e que após 3 meses o conhecimento das questões não influenciou de forma relevante a realização do pós-teste.

Numa primeira avaliação dos testes, verificou-se que cerca de 90% dos alunos não haviam respondido a questão sobre o mapa conceitual no pré-teste, e conversando com eles, foi constatado que na ocasião o significado do mapa conceitual não estava claro. Portanto, optou-se por anular esta questão uma vez que não havia como comparar o antes e o depois.

Para a correção dos testes foi elaborado um gabarito com as respostas de cada questão, enfatizando as palavras que identificassem a compreensão. Assim, a falta de umas das palavras na resposta do aluno era interpretada como redução no número de pontos nessa questão, sendo que dependendo da importância do conceito, a falta da palavra equivalia à perda de mais ou menos pontos. Também se procurou adequar a forma de correção, sendo que esta foi feita 'por questão' (e não 'por aluno'), conforme sugerido por Viana (1982), onde afirma que a correção por questão permite dar maior consistência aos resultados, pela constância com que se mantém

o padrão de correção, evitando também que o desempenho numa questão influencie o julgamento da questão seguinte.

Na tabela a seguir são mostrados os resultados obtidos pelos grupos no pré e no pós-teste (3º semestre), mostrando as notas em valor absoluto e percentualmente. Para cada questão foi atribuído um valor máximo de 100 pontos, resultando em 1.500 pontos o valor total do teste. Os nomes dos alunos por questões éticas foram substituídos por letras de A a L.

A Tabela IV mostra as notas em valor absoluto e em porcentagem do pré-teste e do pós-teste. As notas do pré-teste indicam o conhecimento prévio sobre o conteúdo da hiperfúria, e apesar da turma do 3º semestre em princípio ter sido considerada homogênea em relação a estes conhecimentos (através do levantamento do perfil do grupo), pode-se perceber na tabela que as notas do grupo experimental foram em geral maiores no pré-teste que o grupo de controle, fato que fugiu à alçada deste trabalho. Entretanto, isso mostrou a importância da realização do pré-teste neste tipo de estudo.

Tabela IV – Resultados dos testes.

Grupo Controle							Grupo Experimental					
	Aluno	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
Pré-teste	Notas	190	220	200	180	410	400	575	160	390	0	435
	%	13	15	13	12	27	27	38	11	26	0	29
	Média	240					327					
	%	16					22					
Pós-teste	Notas	520	545	565	470	330	745	815	425	605	570	765
	%	35	36	38	31	22	50	54	28	40	38	51
	Média	486					654					
	%	32					44					
Diferença		246					327					

O ganho no nível de entendimento dos alunos também pode ser observado pela diferença das notas entre o pré-teste e o pós-teste, que foi de 246 pontos no grupo controle (sem

acesso à hipermídia) e de 327 pontos no grupo experimental. O ganho observado no grupo experimental se deve apenas às aulas normais previstas no curso técnico.

Embora os ganhos tenham sido próximos, como também pode-se observar através da comparação mostradas nos gráficos das figuras 5.1 e 5.2 percebe-se uma melhora com o uso do sistema de hipermídia, ao comparar os valores dos desvios padrão (evidenciados no capítulo 6), que diminuíram consideravelmente entre o pré e o pós-teste no grupo experimental, evidenciando maior coesão das respostas desse grupo após as aulas.

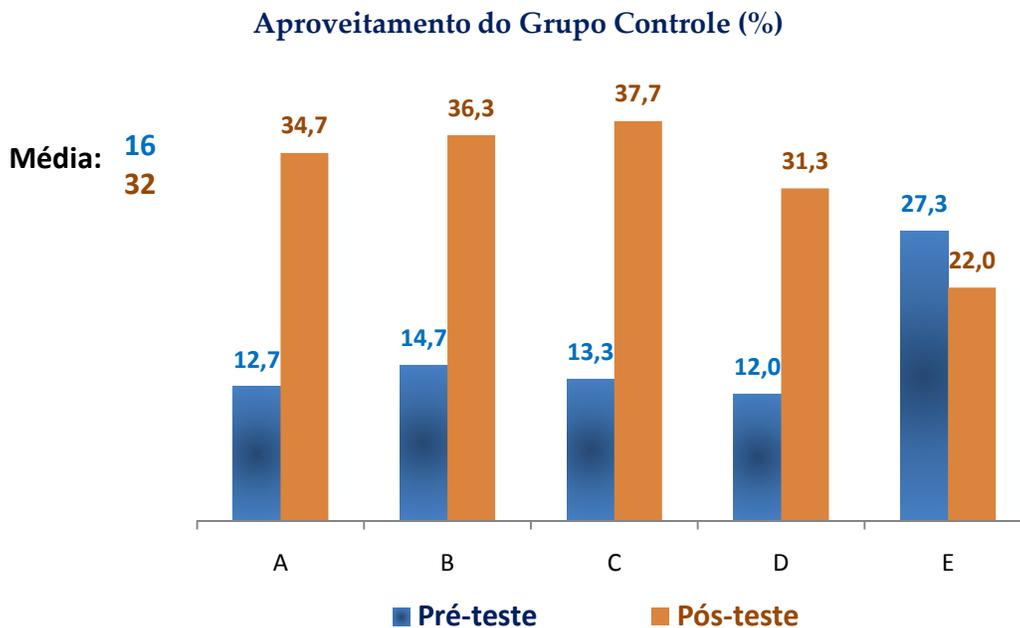


Figura 5.1 – Gráfico mostrando o aproveitamento percentual do grupo controle.

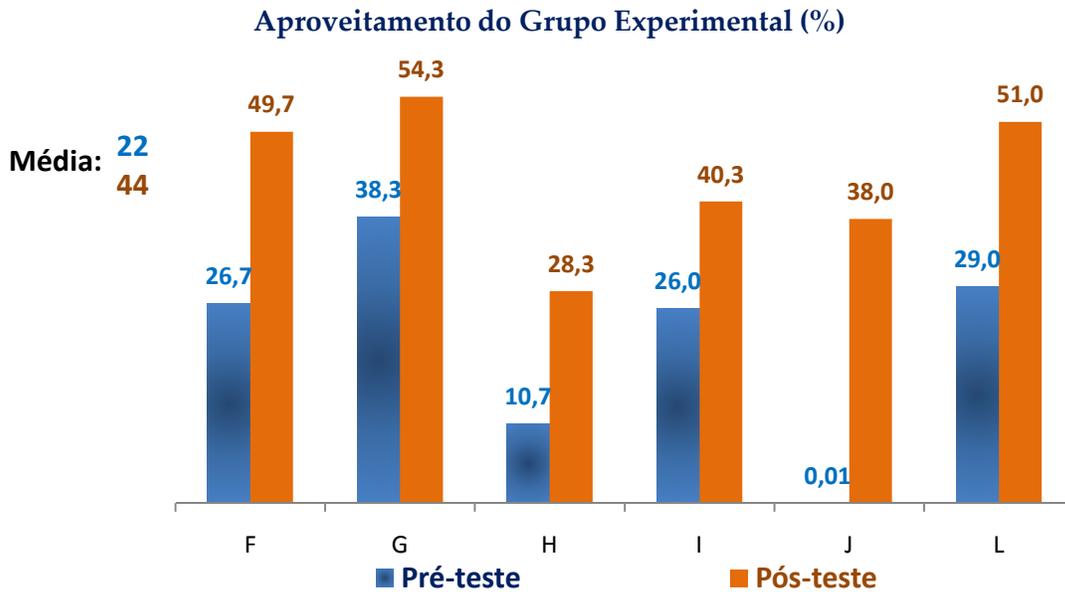


Figura 5.2 – Gráfico mostrando o aproveitamento percentual do grupo experimental.

## 5.2 Pesquisa Qualitativa

Os resultados apresentados a seguir são qualitativos, obtidos através da compilação dos dados da pesquisa de opinião feita com todos os alunos.

Responderam a esta pesquisa 29 alunos do curso técnico de Equipamentos Biomédicos, sendo oito alunos do 4º semestre, 11 alunos do 3º semestre, sete do 2º semestre e apenas três alunos do 1º semestre.

Com relação ao conteúdo abordado, 60% dos alunos classificaram-no como ‘muito bom’ e 30% como ‘bom’. Sobre a facilidade de navegação, *hyperlinks*, 72% acharam fácil e 24% razoável.

Conforme os objetivos propostos, uma das características mais importantes da hipermídia é a contribuição para a aprendizagem. A pesquisa mostrou que 90% dos alunos consideraram que a hipermídia contribuiu de maneira bastante significativa, possibilitando uma visão interdisciplinar dos conteúdos. Os demais ficaram distribuídos entre as outras opções, porém nenhum deles considerou que a abordagem confundiu a visão de interdisciplinaridade.

Com relação ao segundo questionamento (o ensino), 93% dos entrevistados acreditam que a utilização da hipermídia melhora (facilita) significativamente o aprendizado.

Em relação ao tempo necessário para navegação, a maioria (60%) acredita que 4 horas são suficientes.

A maior parte dos alunos (66%) classificou a hipermídia como 'interativa' e de 'conteúdo abrangente', e 45% achou o *design* claro e objetivo.

Dos alunos que responderam à pesquisa, 90% colocaram suas opiniões e/ou sugestões, das quais transcrevemos a seguir algumas delas:

- "Ajudou muito, pois foi de grande ajuda na matéria que já estávamos estudando" (aluno do 2º semestre);

- "Eu gostei bastante, especialmente da parte de legislação, onde esta se encontra de maneira clara e resumida e, embora interessante, a parte do histórico é meio cansativa por excesso de detalhes" (fisioterapeuta e aluna do 4º semestre);

- "Contém uma quantidade e qualidade muito ampla do assunto desfibrilador e cardioversor, acredito que com pequenos detalhes e arremates finais, estará excelente" (técnico do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas, SP e aluno do 4º semestre);

- "O mais interessante da hipermídia é a facilidade que o sistema oferece ao usuário para pesquisar" (aluna do 3º semestre);

- "Eu ainda não naveguei totalmente, mas gostei muito, vou continuar lendo porque me ajudou a entender os tópicos duvidosos de um manual de cardioversor" (funcionário de um hospital e aluno do 1º semestre);

- "Gostei muito da interatividade e da simplicidade, servindo como fonte de pesquisa prática e confiável. Muito bom, talvez possa melhorar um pouco no *design*, mais por estética mesmo, pois a funcionalidade é ótima" (aluno do 1º semestre).

- "É uma ótima iniciativa na área de Biomedicina, pois aborda a parte técnica eletrônica e a fisiologia. Opinião: no futuro ser desenvolvido para mais equipamentos em plataforma interativa, mostrando os equipamentos em níveis didáticos e níveis técnicos para a simples manutenção" (aluno do 1º semestre).

Finalmente, a pesquisa de opinião sugeriu que os alunos atribuíssem uma nota (0-100) ao sistema hipermídia. A média das notas atribuídas foi 89.

# Capítulo 6.

## Discussão e Conclusões

NESTE último capítulo é feita uma análise dos resultados do trabalho, considerando os objetivos propostos no seu início, rapidamente transcritos abaixo:

*a)* Melhorar o nível de entendimento dos alunos através de uma abordagem de aprendizagem significativa e interdisciplinar, permitindo ao aluno “navegar” pelos mais variados conceitos dentro dos conteúdos citados;

*b)* Disponibilizar mais uma ferramenta de apoio ao ensino;

*c)* Aumentar a disponibilidade de material didático na área de EMH.

O objetivo do item *a* é o mais complexo, pois conforme visto no Capítulo 4, não há um consenso ou uma metodologia definida para medir a contribuição da hipermídia na aprendizagem. Dentre as metodologias de avaliação já aplicadas e consideradas acima (Alvarce, Artuso, Cola, entre outros autores) a opção neste trabalho recaiu sobre a que melhor se encaixava na realidade do grupo avaliado, considerando que por ocasião da aplicação houve algumas limitações práticas, como horário das aulas, necessidade e interesse dos alunos em participar, dentre outras.

A hipótese inicial era que o grupo que receber treinamento (grupo experimental), por utilizar o apoio da hipermídia além das aulas normais, apresentaria melhores resultados na avaliação de conhecimento sobre desfibriladores cardíacos. Embora o pré-teste tenha indicado já uma vantagem deste grupo experimental em relação ao grupo controle (327 contra 240 pontos de acerto), este fato não invalida a hipótese inicial, pois ainda assim o ganho obtido (diferença

entre a pontuação pré e pós-teste) foi superior no grupo experimental (654 contra 486 pontos de acerto), o que permite afirmar que o aprendizado através da hipermídia ocorreu e é mensurável.

Apesar disso, a vantagem de um grupo em relação ao outro não foi significativa, e pelo fato da amostra ser muito pequena impossibilitou uma análise estatística mais rigorosa.

Entretanto, após as aulas com a hipermídia percebeu-se que essa diferença poderia ser expressiva, principalmente por duas razões:

*a)* A avaliação deveria envolver um número maior de alunos (em ambos os grupos), condição imprescindível para constatar se houve efetivamente alguma mudança na estrutura cognitiva no grupo experimental, ocasionada pelo uso da hipermídia;

*b)* O tempo de acesso à hipermídia, limitado a 4 sessões conforme descrito acima, foi considerado no geral insuficiente pelos alunos, que afirmaram desejar que a hipermídia fosse disponibilizada fora das sessões programadas (restrição justificada no item 4.1.2).

Por outro lado, considerando que foram aplicadas questões conceituais, sem depender de fórmulas ou memorização de nomes, pode-se concluir que a hipermídia facilitou o processo de relacionar conceitos de diferentes disciplinas para responder questões.

Analisando as variações do desvio padrão (Tabela V) percebe-se que para a pequena amostra considerada, o aproveitamento médio dos grupos não é diferenciado de forma definitiva pelo uso da hipermídia. Ela proporciona, entretanto, maior equalização do conhecimento entre os alunos.

Tabela V – Desvio padrão dos grupos experimental e controle.

<b>Desvio Padrão</b>		
	Grupo Controle	Grupo Experimental
Pré-Teste	96	208
Pós-Teste	94	147

Foi possível observar, de forma subjetiva, que a utilização da hipermídia despertou maior interesse em pesquisa de conhecimento e conceitos relacionados com o desfibrilador por parte dos alunos em geral que tiveram acesso. Além disso, após a utilização da hipermídia pelo grupo experimental, foi constatado pelo professor que ministrou as aulas sobre desfibrilador

para o 3º semestre, que no decorrer das aulas houve menos dúvidas entre os alunos com relação aos conteúdos de base, fato antes bastante recorrente, ou seja, frequentemente o docente era obrigado a explicar conceitos que já haviam sido ministrados.

Conforme apontado no Capítulo 2, Ausubel afirma que para haver aprendizagem significativa deve haver uma atitude favorável do aluno, afirmação que definitivamente não ocorreu com a maioria dos alunos do 1º semestre, o que limitou ainda mais o número de alunos participantes na avaliação.

Os resultados do pré-teste mostraram que apesar da consideração inicial de que os grupos (experimental e controle) seriam homogêneos, primeiro em função do levantamento do perfil dos alunos, e segundo por pertencerem à mesma turma (período), sendo diferenciados apenas pela ordem de chamada (alfabética), na realidade o grupo experimental teve maior média que o grupo controle (327 contra 240 pontos de acerto). Essa constatação reforça a importância do pré-teste, que se mostrou superior ao levantamento do perfil dos alunos, mas é provável que em uma avaliação com número maior de participantes esses resultados apresentem menor dispersão.

Cumprindo um dos objetivos do trabalho, após a primeira etapa de aplicação a hipermídia (nesta mesma versão preliminar) foi disponibilizada para os alunos em geral (diferentes períodos e semestres), e também docentes que lecionam esse conteúdo: na etapa 2 da aplicação, a hipermídia foi utilizada pelo docente responsável pelo conteúdo ‘desfibrilador’ no decorrer das aulas. Através da disponibilização do hipermídia para os alunos também foi atingido outro objetivo, o de aumentar a disponibilidade de material didático na área de EMH.

Os resultados qualitativos, obtidos através da pesquisa de opinião, mostraram que independente do semestre o sistema foi bem aceito pelos alunos, motivando a continuidade e busca pelo aperfeiçoamento do sistema.

O conjunto de resultados obtidos na avaliação da hipermídia não foi suficiente para discutir de forma definitiva o sucesso ou insucesso da modelagem dos elementos da teoria da aprendizagem significativa utilizada no ‘desenho’ instrucional do sistema. Em que pese a dificuldade de modelar este ‘desenho’ em qualquer material didático a partir de uma proposta teórica, já que essa transferência cerceia por natureza a teoria, esse desafio foi enfrentado.

Uma preocupação que pode ter limitado a abrangência deste estudo foi a de que a adoção do sistema de hipermídia e a sua avaliação interferissem o mínimo possível no cronograma normal de aulas do curso técnico. Essa preocupação pode ter comprometido um pouco os resultados, pois foi exigida mais dedicação dos alunos do grupo experimental do que do controle, como permanecer na escola após o horário das aulas e se disciplinar para seguir as regras da avaliação.

É importante enfatizar que os efeitos resultantes da utilização da hipermídia foram positivos apesar das sessões de computador terem funcionado como uma estratégia isolada do curso técnico na primeira etapa da aplicação, sem ligação com as aulas teóricas. Acreditamos que o efeito dessa interação sobre a reestruturação conceitual dos estudantes pode ser amplificado se a hipermídia for utilizada como instrumento enriquecedor e complementar ao trabalho do professor, a serviço de suas estratégias pedagógicas.

Gomes (2010) pondera que mesmo após várias opiniões, indicações e regras sobre hipertextos multimodais, pouco se pôde comentar sobre os resultados de pesquisas; ainda não se tem um formato ideal, tanto do ponto de vista do *design* quanto do pedagógico. Cabe a cada um testar suas hipóteses em busca de formas eficientes de uso da escrita multimodal na educação.

## 6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

Neste trabalho o sistema de hipermídia realizado em caráter experimental teve seu conteúdo limitado a apenas um equipamento médico-hospitalar; no entanto, os resultados preliminares encorajam a continuidade do projeto, no sentido de melhorar a qualidade visual das páginas por meio de *design* gráfico mais atraente, e inserção de mais conteúdo através da preparação de aulas sobre outros equipamentos. Dessa forma, e contando com vários equipamentos, o sistema pode também ser visto como uma atualização do GEMA, que desde a sua publicação em 2002 não recebeu revisão ou nova versão.

Em relação à avaliação sobre o impacto da hipermídia no processo de ensino-aprendizagem, sugere-se que no início do semestre a utilização da hipermídia seja incluída no cronograma de aulas para o grupo experimental, enquanto o grupo controle assiste às aulas no

---

modelo já utilizado. No entanto, mesmo nestas condições, os resultados mais definitivos sobre as vantagens do uso da hipermídia só aparecerão ao longo de alguns anos.

# Referências Bibliográficas

- ALAVARCE, D. C. **Elaboração de uma Hipermídia Educacional para o ensino do procedimento de medida de pressão arterial para utilização em ambiente digital de aprendizagem.** São Paulo, 2007, 150 p. Dissertação - Mestrado em Enfermagem, Escola de Enfermagem/USP.
- ALVES, W. P. **Crie, Anime e Publique seu site utilizando Fireworks: MX 2004 Flash MX 2004 Dreamweaver MX 2004 para Windows - 1ª ed.** São Paulo: Ed. Érica, 2004. 478p.
- APARÍCIO, M.; COSTA, C. J. Principles for Creating Web Sites: A Design Perspective. In: International Conference on Enterprise Information System, 6<sup>th</sup>, 2004, Porto.
- ARTUSO, A. R. **O uso da Hipermídia no ensino de física: Possibilidades de uma aprendizagem significativa.** Curitiba, 2006, 206 p. Dissertação - Mestrado em Educação, Setor de Educação/UFPR.
- BIANCHINI, D.; FRANCESCHINELLI, A. L.; GUEDES, C. E.; MUNIZ, E. F. Mapas conceituais como método de pesquisa para estudo da resolução de problemas em engenharia: um estudo de Iniciação Científica. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, XXXIV, 2006, Passo Fundo.
- CARLOS, J. G.; ZIMMERMANN, E. Conceito de Interdisciplinaridade: Longe de um Consenso. In: Encontro Nacional de Pesquisa de em Educação em Ciências, V, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005.
- CAROBIN, C.; NETO, A. S. A. Um exemplo do Uso de Simulações Computacionais Aplicados no Ensino de Equilíbrio Químico para Estudantes de Ensino Médio. In: Encontro

- Nacional de Pesquisa de em Educação em Ciências, IV, 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003.
- COLA, C. S. D. **BIOMEC: Um sistema hipermídia que integra conceitos básicos de Mecânica, Biomecânica e Anatomia Humana.** Rio de Janeiro, 2004, 106 p. Dissertação - Mestrado em Tecnologia Educacional nas Ciências da Saúde, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde/UFRJ.
- COLA, C.S.D.; GARCIA, M. A. C. REZENDE, F. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia que integra conceitos básicos de mecânica, biomecânica e anatomia humana. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11(2), p. 239-259, 2006.
- DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. Os recursos da informática como meio potencialmente significativo para a aprendizagem de ondas sonoras: o jogo do erro. In: Encontro Nacional de Pesquisa de em Educação em Ciências, VI, 2007, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.
- DORNELES, P.F.T.; VEIT, E.A.; MOREIRA M.A. Ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional. In: Encontro Nacional de Pesquisa de em Educação em Ciências, V, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005.
- DUARTE, M.; REZENDE, F. Construção compartilhada de significados na interação colaborativa de estudantes em um sistema hipermídia de biomecânica. In: Encontro Nacional de Pesquisa de em Educação em Ciências, VI, 2007, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.
- DUARTE, M.; REZENDE, F. Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermídia de Biomecânica, 2008. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, n.2, p. 399-419, 2008.
- EAD/UNICAMP. **Preparação de Conteúdo para a Web.** 62 p. Disponível em: <[www.ead.unicamp.br/minicurso/html](http://www.ead.unicamp.br/minicurso/html)>. Acesso em: 20 out. 2010.

- FAZENDA, I.C.A. **Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: efetividade ou ideologia**. 4ª ed. São Paulo: Edições Loyola, 1996 (1979). 107p.
- FEHSENFELD, K. M.; FERRACIOLI, L. Desenvolvimento, utilização e avaliação de um módulo educacional baseado na modelagem computacional no contexto da sala de aula: um estudo sobre a primeira e a segunda lei de Newton. In: Encontro Nacional de Pesquisa de em Educação em Ciências, VI, 2007, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.
- FERREIRA, A. B. H. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2128p.
- GABINI, W. S.; DINIZ, R. E. S. A Informática como estratégia didática no ensino de química. in: encontro nacional de pesquisa de em educação em ciências, V, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005.
- GOMES, L. F. **Hipertextos Multimodais: Leitura e Escrita na era digital**. Jundiaí: Paco Editorial, 2010. 174p.
- GRANDI, R. H. **Astrha - Um Ambiente Gráfico, Dinâmico e Interativo para Internet Baseado em Hiper-Animações e na Teoria dos Autômatos**. Porto Alegre, 2003, 252p. Dissertação - Mestrado em Ciência da Computação, Instituto de Informática/UFRGS.
- INSTITUTE FOR HUMAN & MACHINE COGNITION. **CmapTools v.5.03**. 2009. Disponível em <<http://cmap.ihmc.us/download/>>. Acesso em 20 out. 2009.
- MACHADO, D. I.; NARDI, R. Abordagem do Princípio da Equivalência no Ensino Médio como o Suporte da Hiper-mídia. In: Encontro Nacional de Pesquisa de em Educação em Ciências, V, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005.
- MELLO, R.M. **Mapas Conceituais**. Disponível em: <<http://rosangelamentapde.pbworks.com/3-etapa>>. Acesso em 20 out. 2010.

- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Educação Profissional e Tecnológica: legislação básica – Técnico de Nível Médio**. 7ª ed. Brasília: Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 2008.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: Capacitação a Distância**. Brasília, DF: Secretaria de Gestão e Investimentos em Saúde - Projeto REFORSUS, 2002. 720p. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos\\_gerenciamento1.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf)>. Acesso em 10 out. 2006.
- MISKULIN, R.G.S.; AMORIN, J.A.; SILVA, M.R.C. Leitura e escrita de hipertexto na aprendizagem matemática: aspectos do gerenciamento da mudança na educação mediada por tecnologia. In: Congresso de Leitura do Brasil, 16º, 2007, Campinas. Disponível em: <[www.alb.com.br/anais16/sem15pdf/sm15ss10\\_04.pdf](http://www.alb.com.br/anais16/sem15pdf/sm15ss10_04.pdf)>. Acesso em 29 set. 2010.
- MOREIRA, M. A.; MASINI E. F. S. **A Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Ed. Moraes, 1982.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução Catarina E. F. da Silva e Jeanne Sawaya. Revisão Técnica Edgard de A. Carvalho. 2º ed. São Paulo: Cortez. Brasília, DF : UNESCO, 2000. 115p.
- MULINARI, M. H.; FERRACIOLI, L. A. Utilização da tecnologia da informação no ensino de biologia: um experimento com um ambiente de modelagem computacional. in: encontro nacional de pesquisa de em educação em ciências, V, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p. 1-13.
- NASCIMENTO, A. C. A. Princípios de design na elaboração de material multimídia para a Web. **Projeto Red Internacional Virtual de Educacion (RIVED)**, Ministério da Educação, 2005. Disponível em : <<http://rived.mec.gov.br/artigos/multimedia.pdf> >. Acesso em 02 ago. 2010.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v.1, n. 3, p.1-5 , 1996.

- NOGUEIRA, J. S.; RINALDI, C.; FERREIRA, J. M.; PAULO, S. R. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 4, p. 517-522, 2000.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Technical Report IHMC CMapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida. Institute for Human and Machine Cognition. 36p. Disponível em: <<http://cmap.ihcm.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>> Acesso em 24 fev. 2010.
- PIAGET, J. **A Equilibração das Estruturas Cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1976. 175p.
- REZENDE, F.; BARROS, S. S. A Hipermídia e a aprendizagem de ciências: exemplos na área de física. **Revista A Física na Escola**, v. 6. n. 1, p. 63-68, 2005.
- RIBEIRO, A.A.; GRECA I. M. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. **Revista Química Nova**, v. 26, n.4, p. 542-549, 2003.
- SANTOMÉ, J. T. **Globalização e Interdisciplinaridade: O currículo integrado**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 278p.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Norteador da Prática Pedagógica: Formação em Competências**. Brasília: Departamento Nacional (DN)/ SENAI, 2006. 89p.
- SOUZA, A. M. M.; DEPRESBITERIS, L.; MACHADO, O. T. M. **A mediação como princípio educacional: Bases Teóricas das Abordagens de Reuven Feuerstein**. São Paulo: SENAC, 2003. 208p.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Célula de Educação à Distância – CEAD/CCUEC. **A modelagem de unidades de aprendizagem usando recursos de Ambientes Virtuais**. 1ª ed. Campinas, 2007. 73p. Disponível em: <[www.ccuec.unicamp.br/ead](http://www.ccuec.unicamp.br/ead)>. Acesso em: 20 out. 2010.

- VALENTE, J. A. (org.) **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: OEA\_NIED/UNICAMP, 1999. 156p. Disponível em: <<http://eurydice.nied.unicamp.br/publicacoes/livros.php>>. Acesso em 10 out. 2009.
- VIANNA, H. M. **Testes em Educação**. 4ª ed. São Paulo: Ibrasa, 1982. 220p.
- VYGOSTSKY E BAKHTIN, **Psicologia e Educação: Um Intertexto**. 4ª ed. São Paulo: Ática, 1999. 168p.

# Apêndice A

## Perfil do Aluno

As informações solicitadas no questionário abaixo são sigilosas e serão utilizadas exclusivamente para delinear o perfil do grupo de pesquisa.

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Você cursou o 2º grau em

<input type="checkbox"/>	Escola particular (Ex.: SESI)	Ano de Conclusão: _____
<input type="checkbox"/>	Escola Pública Estadual	_____
<input type="checkbox"/>	Fundação ou afins (Ex.: Fundação Bradesco)	_____
<input type="checkbox"/>	Outros: _____	_____

Além do curso técnico de Equipamentos Biomédicos/Odonto-Médico-Hospitalares, você

<input type="checkbox"/>	Já concluiu outros cursos profissionalizantes (aprendizagem industrial, técnicos, tecnólogos, formação continuada etc.).	Se sim, qual curso? _____
<input type="checkbox"/>	Atualmente, também faço o curso de _____	
<input type="checkbox"/>	Não fiz curso técnico (eletrônica, mecânica, etc.), possuo somente o 2º grau.	
<input type="checkbox"/>	Outros: _____	

Além do SENAI, qual o contato que você tem relacionado à área de equipamentos biomédicos no seu trabalho/profissão:

<input type="checkbox"/>	Nenhum, minha área é totalmente diferente.	
<input type="checkbox"/>	Trabalho na área ou em área correlata (manutenção, farmácia, laboratório, hospital, etc.)	Qual área? _____
<input type="checkbox"/>	Não trabalho atualmente, mas já atuei nessa área ou em área correlata.	Qual área? _____
<input type="checkbox"/>	Nunca trabalhei.	

O que motivou você a fazer o curso de Equipamentos Biomédicos/Odonto-Médico-Hospitalares:

<input type="checkbox"/>	Ter uma profissão, já que o curso oferece boas oportunidades de trabalho (não possui profissão nenhuma).
<input type="checkbox"/>	Já tenho uma profissão, mas estou em busca de outra mais rentável.
<input type="checkbox"/>	Já tenho uma profissão, mas estou em busca de uma área em que me identifique profissionalmente.
<input type="checkbox"/>	Não tenho nenhuma motivação especial.
<input type="checkbox"/>	Outros: _____

Em relação ao tempo de estudo, quanto tempo você dedica ao estudo e/ou pesquisa voltado à área de equipamentos biomédicos fora do SENAI:

<input type="checkbox"/>	Nenhum, só tenho contato durante as aulas no SENAI.	
<input type="checkbox"/>	Costumo estudar e/ou pesquisar sobre os assuntos do curso pelo menos 4 horas/semana além do horário das aulas.	Qual área? _____
<input type="checkbox"/>	Costumo estudar e/ou pesquisar sobre os assuntos do curso pelo menos 8 horas/semana além do horário das aulas.	Qual área? _____
<input type="checkbox"/>	Outros: _____	

Dentre as disciplinas do curso, qual delas você tem maior afinidade:

<input type="checkbox"/>	Área elétrica: Eletroeletrônica, Eletrotécnica e Eletrônica Digital e de Potência	Mais especificamente: _____
<input type="checkbox"/>	Área Mecânica	_____
<input type="checkbox"/>	Área Fundamentos Odonto-Médicos	_____
<input type="checkbox"/>	Área Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares	_____
<input type="checkbox"/>	Área Manutenção de Equipamentos Odontológicos	_____
<input type="checkbox"/>	Área Administração da Manutenção	_____
<input type="checkbox"/>	Outras: _____	

Dentre as disciplinas do curso, qual delas você tem ou teve maior dificuldade:

<input type="checkbox"/>	Área elétrica: Eletroeletrônica, Eletrotécnica e Eletrônica Digital e de Potência	Mais especificamente: _____
<input type="checkbox"/>	Área Mecânica	_____
<input type="checkbox"/>	Área Fundamentos Odonto-Médicos	_____
<input type="checkbox"/>	Área Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares	_____
<input type="checkbox"/>	Área Manutenção de Equipamentos Odontológicos	_____
<input type="checkbox"/>	Área Administração da Manutenção	_____
<input type="checkbox"/>	Outras: _____	

Na disciplina que você tem ou teve maior dificuldade, essa dificuldade poderia ser minimizada se:

<input type="checkbox"/>	Tivéssemos mais aulas práticas.
<input type="checkbox"/>	Tivesse mais material didático disponível na biblioteca.
<input type="checkbox"/>	Se eu tivesse mais tempo para estudar fora das aulas.
<input type="checkbox"/>	Outros: _____

Com relação ao conhecimento de informática, você:

<input type="checkbox"/>	Tem domínio sobre os <i>softwares</i> básicos (Word, Excel, Internet Explorer, etc.).
<input type="checkbox"/>	Utiliza os <i>softwares</i> básicos (Word, Excel, Internet Explorer, etc.) com alguma restrição.
<input type="checkbox"/>	Não tem nenhum conhecimento.
<input type="checkbox"/>	Outros: _____

Com relação à utilização e navegação na Internet, você:

<input type="checkbox"/>	Domina o uso de navegadores (Internet Explorer, Fire Fox, Google Chrome, etc.)
<input type="checkbox"/>	Utiliza navegadores com alguma restrição.
<input type="checkbox"/>	Não tem conhecimento em <i>softwares</i> de navegação na Internet.
<input type="checkbox"/>	Outros: _____

Com relação ao tempo médio que você utiliza a Internet:

<input type="checkbox"/>	Fico mais de 10h /semana na Internet.
<input type="checkbox"/>	Fico mais de 5h /semana na Internet.
<input type="checkbox"/>	Fico menos de 3h /semana na Internet.
<input type="checkbox"/>	Raramente utilizo a Internet. Qual motivo? _____

Com relação ao acesso a Internet, você:

<input type="checkbox"/>	Tem Internet em casa.
<input type="checkbox"/>	Tem acesso a Internet no local de trabalho.
<input type="checkbox"/>	Tem acesso na escola.
<input type="checkbox"/>	Não tem acesso a Internet.
<input type="checkbox"/>	Outros: _____

Comentários relevantes para a pesquisa:

# Apêndice B

## Avaliação sobre Desfibrilador

(pesquisa de mestrado)

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Construa um mapa conceitual do desfibrilador, relacionando todos os conceitos verticais e transversais, inclusive de outras disciplinas, que você acha que tenham relação com o equipamento.

Mostre através de um circuito elétrico simplificado, o princípio básico pelo qual o desfibrilador descarrega energia no paciente.

Qual(is) a(s) causa(s) que levam um paciente necessitar do uso do desfibrilador cardíaco ?  
Explique da forma mais detalhada possível.

---

---

---

---

Quais aspectos (externos ao equipamento) devem ser observados pelo operador do desfibrilador durante uma desfibrilação, que podem influenciar no sucesso do procedimento?

---

---

---

Quais os principais parâmetros a serem observados numa manutenção preventiva? Liste todos os que você souber.

---

---

---

---

Porque o Plano de Manutenção preventiva de um desfibrilador utilizado pelo Corpo de Bombeiros prevê uma periodicidade maior nas manutenções do que aqueles utilizados nos hospitais?

---

---

---

Quais as principais diferenças entre os vários modelos de desfibriladores?

---

---

---

Um desfibrilador é passível de calibração? Se sim, cite quais parâmetros devem ser calibrados?

---

---

---

---

Considerando que um desfibrilador com defeito tenha seu tempo de descarga diminuído em 30% do programado. Aponte qual(is) o(s) componente(s) pode(m) estar causando essa diferença. Descreva qual a relação do componente apontado com o tempo de descarga.

---

---

---

---

Os desfibriladores implantáveis utilizam um nível de energia bem menor do que os externos. Do ponto de vista elétrico, explique a razão dessa diferença.

---

---

---

---

O técnico de manutenção do Hospital XY, foi designado para realizar um Plano de Manutenção Preventiva nos desfibriladores. Em que documento(s) ele deve se basear para checar os parâmetros elétricos do equipamento?

---

---

---

---

Nos desfibriladores modernos, qual a forma de onda de pulso desfibrilatório mais utilizada? Por que?

---

---

---

---

Descreva a função do transformador no desfibrilador.

---

---

---

---

Dois pacientes com o mesmo quadro clínico foram submetidos à desfibrilação cardíaca utilizando o mesmo nível energia e de tensão. Entretanto, no paciente com quantidade de tecido adiposo bem maior, o procedimento não foi eficaz. Explique tecnicamente o ocorrido e indique a solução correta neste caso.

---

---

---

---

O técnico de manutenção detectou problema num circuito de chaveamento interno do desfibrilador. Para localizar o componente defeituoso, precisa testar alguns dispositivos semicondutores presentes nesse circuito, como diodos e transistores. Explique detalhadamente (procedimento e instrumentos para verificação), como você testaria esses componentes.

---

---

---

---

Existe alguma diferença no comportamento dos resistores, capacitores e indutores utilizados em circuito de corrente contínua comparado com os utilizados em circuitos de corrente alternada? Se sim, explique qual a diferença.

---

---

---

---

# Apêndice C

## Pesquisa de Opinião

Este questionário objetiva verificar sua opinião com relação ao sistema de hipermídia sobre Desfibrilador.

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Em relação ao conteúdo abordado no sistema de hipermídia, você considerou:

<input type="checkbox"/> Muito bom	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Fraco
Sugestão: _____			

Em relação à navegação pelas páginas do sistema de hipermídia, você considerou:

<input type="checkbox"/> Fácil	<input type="checkbox"/> Razoável	<input type="checkbox"/> Dificil (confuso)	Porque? _____
Sugestão: _____			

Em relação à visão interdisciplinar, você considerou que o sistema de hipermídia:

<input type="checkbox"/>	Contribuiu de maneira bastante significativa, possibilitando uma visão interdisciplinar dos conteúdos.
<input type="checkbox"/>	Contribuiu de forma superficial, pois eu já tinha essa visão de interdisciplinaridade dos conteúdos.
<input type="checkbox"/>	Não fez diferença na minha visão dos conteúdos.
<input type="checkbox"/>	A maneira como foi abordado confundiu mais ainda a visão de interdisciplinaridade que eu já possuía.
<input type="checkbox"/>	Outros: _____

Você acredita que a utilização do sistema de hipermídia como apoio ao ensino:

<input type="checkbox"/>	Melhora (facilita) significativamente o aprendizado.
<input type="checkbox"/>	Não faz diferença no aprendizado.
<input type="checkbox"/>	Atrapalha o aprendizado.
Justifique sua resposta: _____	

O tempo disponibilizado para acesso e utilização do sistema de hipermídia (~4h) foi suficiente?

<input type="checkbox"/>	Sim.
<input type="checkbox"/>	Não.
Sugestões: _____	

Assinale quais adjetivos você atribuiria ao sistema de hipermídia Desfibrilador:

<input type="checkbox"/>	Inovador	<input type="checkbox"/>	Confuso
<input type="checkbox"/>	Interativo	<input type="checkbox"/>	Cansativo
<input type="checkbox"/>	<i>Design</i> claro e objetivo	<input type="checkbox"/>	Simples
<input type="checkbox"/>	Conteúdo abrangente	<input type="checkbox"/>	_____

Descreva resumidamente o que você achou do sistema de hipermídia de modo geral. Que nota você daria para ele (0-100)?

---



---

Nota: \_\_\_\_\_