

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

Susane Maria Pocai Pagani

**PROTOTIPAGEM RÁPIDA PARA EDUCAÇÃO A
DISTÂNCIA**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação

Orientador: Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.

Florianópolis, maio de 2002.

PROTOTIPAGEM RÁPIDA PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Susane Maria Pocai Pagani

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação Área de Concentração Sistemas de Conhecimento e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Fernando A. Ostuni Gauthier, Dr. (Coordenador do Curso)

Banca Examinadora

João Bosco da Mota Alves, Dr. (orientador)

Vitório Bruno Mazzola, Dr.

Luiz Fernando J. Maia, Dr.

**Dedico este trabalho ao Marcelo, amor da minha
vida e companheiro de todas as horas.**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves, que tão gentil e prontamente se dispôs a me orientar, pelo incentivo e generosidade.

Aos professores que participaram da banca, Dr. Vitório Bruno Mazzola e Dr. Luiz Fernando J. Maia por seus pareceres e incentivo de continuidade deste trabalho.

Ao meu marido Marcelo, pelo entusiasmo e apoio em todos os sentidos.

A toda minha família, especialmente a minha mãe, Ivone, e a minha sogra, Vanda, pelas orações.

Aos colegas de mestrado que se tornaram amigos: Clausa Bassani, Gerson Zanatto, Liamara Comassetto e Luciane Agliardi.

À Tatiana do Nascimento, minha querida amiga desde os tempos de faculdade, por suas sugestões.

A todos os professores e colegas de mestrado e aos colegas de trabalho que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

A Deus pela oportunidade e pelas pessoas maravilhosas em meu caminho, as quais tenho agora a chance de agradecer.

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabelas.....	ix
Resumo.....	x
Abstract.....	xi
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	17
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	17
1.3 HIPÓTESE	17
1.4 METODOLOGIA.....	18
1.5 LIMITAÇÕES	18
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	20
2.1 A HISTÓRIA DA EAD	22
2.2 TERMOS E CONCEITUAÇÃO	24
2.3 CARACTERÍSTICAS	26
2.4 TEORIAS DA APRENDIZAGEM	28
2.5 MEDIATIZAÇÃO E INTERAÇÃO.....	34
2.5.1 <i>Mediatização</i>	34
2.5.2 <i>Tipos de Interação</i>	35
2.5.3 <i>Formas de Interação</i>	35
2.6 COMPONENTES DO SISTEMA DE EAD	36
2.7 MODELO DE SISTEMA DE EAD.....	37
2.8 PROCESSOS DO DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL EM EAD	38
2.9 CONCLUSÃO.....	40
3 MÍDIAS PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	41
3.1 OS MEIOS TECNOLÓGICOS	42
3.1.1 <i>Material Impresso</i>	43
3.1.2 <i>Rádio</i>	44
3.1.3 <i>Telefone</i>	46
3.1.4 <i>Fita de Áudio</i>	47
3.1.5 <i>Audioconferência</i>	48
3.1.6 <i>Televisão</i>	49
3.1.7 <i>Vídeo (fitas de vídeo)</i>	50
3.1.8 <i>Teleconferência</i>	51
3.1.9 <i>Videoconferência</i>	52
3.1.10 <i>Computador</i>	55
3.1.11 <i>Internet</i>	56
3.1.12 <i>CD ROM</i>	60
3.1.13 <i>Realidade Virtual</i>	61
3.2 CONCLUSÃO.....	62
4 PROTOTIPAGEM RÁPIDA	64
4.1 OBJETIVO E DEFINIÇÕES.....	65

4.2	PROTOTIPAGEM RÁPIDA E O CICLO DE VIDA CLÁSSICO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE	67
4.3	ABORDAGENS PARA PROTOTIPAGEM DE SOFTWARE	71
4.4	PROTOTIPAGEM RÁPIDA E INTERFACE DO USUÁRIO	73
4.5	CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA	75
4.6	FERRAMENTAS PARA PROTOTIPAGEM RÁPIDA	77
4.7	CONCLUSÃO	82
5	INTERFACE DO USUÁRIO	84
5.1	A TERMINOLOGIA	85
5.2	INTERFACE, INTERAÇÃO E INTERATIVIDADE	86
5.3	DEFINIÇÕES	87
5.4	USABILIDADE DA INTERFACE DO USUÁRIO	88
5.5	ERGONOMIA	90
5.5.1	<i>Análise Ergonômica do Trabalho</i>	92
5.6	ERGONOMIA DE IHC	92
5.6.1	<i>Psicologia Cognitiva</i>	93
5.6.2	<i>Semiótica</i>	94
5.6.3	<i>Modelo Mental</i>	96
5.6.4	<i>Metáforas para Interface do Usuário</i>	97
5.6.5	<i>Critérios Ergonômicos para a Concepção de Software Interativo</i>	99
5.6.6	<i>Os componentes da Interação Homem-Computador</i>	101
5.7	ABORDAGEM ERGONÔMICA PARA O PROJETO DE INTERFACE DO USUÁRIO	104
5.7.1	<i>Princípios para o Projeto de Interfaces</i>	104
5.8	FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO DE INTERFACES	108
5.9	CONCLUSÃO	110
6	MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA	111
6.1	MULTIMÍDIA	111
6.1.1	<i>Definições</i>	112
6.1.2	<i>Tipos de Mídia</i>	114
6.1.3	<i>Multimídia e Educação</i>	115
6.2	HIPERMÍDIA	116
6.2.1	<i>Hipertexto</i>	116
6.2.2	<i>Hipermídia</i>	116
6.2.3	<i>Hiperdocumento</i>	117
6.3	ARQUITETURA DE SISTEMAS HIPERTEXTO	117
6.4	COMPONENTES DE UM SISTEMA HIPERMÍDIA	119
6.5	NAVEGAÇÃO NA HIPERMÍDIA	120
6.5.1	<i>Mecanismos para Apoio à Navegação</i>	121
6.6	HIPERMÍDIA OFF-LINE E ONLINE	124
6.7	USABILIDADE NA WEB	126
6.8	CONCLUSÃO	127
7	MODELO PROPOSTO	128
7.1	CONTEXTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	128
7.2	DEFINIÇÃO DOS MEIOS TECNOLÓGICOS A PARTIR DO PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO	129
7.3	PROPOSTA PARA O GERADOR DE PROTÓTIPOS RÁPIDOS	131
7.4	PROTOTIPAGEM RÁPIDA PARA CURSOS DE EAD	132
7.5	CLASSIFICAÇÃO DOS PROTÓTIPOS	135
7.6	FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS	135
7.7	GERADOR DE PROTÓTIPOS	136
7.7.1	<i>A Estrutura do Gerador de Protótipos</i>	136
7.8	ILUSTRAÇÃO DO MODELO	138

8 CONCLUSÕES	149
8.1 RECOMENDAÇÕES	150
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.7: Modelo de Sistema para EAD.

Figura 2.8: Estágios do processo de desenvolvimento instrucional para EAD.

Figura 6.2.2: Documentos Hipermídia.

Figura 6.3: Base de dados Hipertexto.

Figura 7.1: Modelo de ciclo de desenvolvimento de cursos para EAD.

Figura 7.3: Relação dos meios tecnológicos *versus* Prototipagem Rápida.

Figura 7.7.1: Estrutura do Gerados de Protótipos.

Figura 7.8a: Tela Inicial – Opção Videoconferência.

Figura 7.8b: Tela de apresentação de Videoconferência.

Figura 7.8c: Tela de *checklist* de videoconferência – Desktop.

Figura 7.8d: Tela de *checklist* de videoconferência – Estúdio.

Figura 7.8e: Tela de *checklist* de videoconferência – Estúdio, c/ caixa de confirmação.

Figura 7.8f: Tela de recomendações para sala de tele-educação.

Figura 7.8g: Tela Inicial – Opção Computador.

Figura 7.8h: Tela de Checklist para mídias baseadas em computador.

Figura 7.8i: Tela com opção abrir protótipo.

Figura 7.8j: Tela de com as opções de protótipos disponíveis.

Figura 7.8l: Tela com protótipo *modelo1* aberto.

Figura 7.8m: Tela com opção *Visão Geral* selecionada.

Figura 7.8n: Tela com a opção *Programa* selecionada.

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Tecnologias para EAD.

Tabela 5.4: Critérios de Usabilidade.

Tabela 5.6.6: Modelo de componentes de Interfaces do usuário.

Tabela 7.4: Ciclo de Vida Clássico X Desenvolvimento de cursos para EAD.

RESUMO

A educação a distância no Brasil e no mundo sempre teve um importante papel na democratização da educação. Nos últimos anos, no entanto, retomou fôlego graças aos recursos tecnológicos agora disponíveis, podendo sua crescente presença ser notada nas diversas áreas da informação, formação e atualização profissional.

Essa modalidade de ensino, hoje tão em evidência, deve ser desenvolvida sobre sólida base pedagógica e tecnológica para que cumpra o objetivo a que se propõe.

Visto que há demanda por especialistas em criação de cursos para os programas de educação a distância que surgem a cada dia em nosso país, o presente trabalho propõe um modelo de um gerador de protótipos rápidos para o maior número possível de mídias, visando apoiar o desenvolvedor, permitindo uma pré-avaliação antes da efetiva implantação de um curso.

Para fundamentar esse trabalho, foi feito um levantamento sobre a educação a distância, sua origem, características, teorias de ensino e aprendizagem adotadas e mídias utilizadas. Apoiar-se também em abordagens de prototipagem rápida para a engenharia de software, conhecimentos de multimídia e hipermídia e ergonomia de software para o desenvolvimento de interfaces do usuário.

Após a descrição do modelo, são feitas as conclusões e algumas sugestões de continuidade deste trabalho.

Espera-se, assim, contribuir para a qualidade do ensino em geral e da educação a distância em particular.

ABSTRACT

The Distance Education in Brazil and around the world has always had an important role in education democratization. In the last years, however, because of today's technology resources it has been remodeled and its growing presence can be noticed in several areas of information, training and professional improvement.

This kind of learning must be developed by means of solid pedagogical and technological bases.

Because there is a demand on development courses experts for the distance education programs that arise each day in our country, this work proposes a model of rapid prototypes generator for a great deal of possible numbers of media, to give support to the developer and to allow a pre-evaluation before effective course introduction.

It was developed upon a bibliographical research of distance education and in its source, features, learnership theories and media adopted. Moreover, it bases on rapid prototyping approaches of the software engineering area, knowledge of multimedia, hypermedia and software ergonomics for the user interface.

After the model description, conclusion and continuity suggestions are showed.

1 INTRODUÇÃO

Ainda antes da Era Industrial, o surgimento da imprensa possibilitou que a informação, até então exclusiva de uns poucos guardiães do saber, fosse disseminada, e “produções literárias e científicas fossem estimuladas” (PRETTO,1999).

Hoje, o mundo gira em torno da informação. É o bem mais precioso, pois se corretamente manipulada, gera conhecimento que gera desenvolvimento.

A corrida pelo acesso à informação aliada ao acelerado avanço tecnológico tem provocado mudanças contínuas em todas as áreas da atividade humana.

Os profissionais em todos os segmentos se deparam com o desafio da contínua atualização para estarem compatíveis com as exigências de um mercado altamente competitivo e cada vez mais excludente.

“Chega-se ao ponto que, em algumas profissões, a velocidade de novas descobertas é tal que um profissional que não se atualize, estará desatualizado logo depois de obter seu diploma” (BARRETO, 1999).

Por isso, fala-se cada vez mais em “aprender a aprender” e “educação ao longo da vida”.

Por outro lado, apesar dos grandes avanços científicos, vivemos uma situação gritante de desigualdades sociais. É a evolução da computação com “máquinas que aprendem” e da engenharia genética com o “mapeamento genético”, coexistindo com a dura realidade de um sem número de pessoas que não sabem ler nem escrever e sem acesso aos recursos médicos básicos de trinta anos atrás.

Se o nível de desenvolvimento de uma nação se dá pela educação de seu povo, essa educação –“compreendida como um dos principais fatores de promoção humana e social” (NISKIER, 1999) – precisa estar em constante transformação. É necessário, então, lançar mão dos artifícios tecnológicos hoje disponíveis para acompanhar o ritmo das inovações

tecnológicas e, principalmente, “levar a educação aonde o povo está” (parafrazeando o artista).

“No caso brasileiro em particular, o panorama educacional não é dos mais animadores, apresentando grandes distorções quantitativas e qualitativas. Dos 74 milhões de brasileiros na População Economicamente Ativa (PEA), somente 9% desse total têm acesso a programas de educação profissional de forma regular. O que é pior: com menos de quatro anos de escolaridade média” (NISKIER, 1999).

As mudanças e possíveis soluções para os problemas educacionais contam com a Educação a Distância (EAD), defendida pelos especialistas no assunto por suas vantagens e benefícios sob vários aspectos, aliada, é claro, às inovações tecnológicas.

“Mas é importante observar que a Educação a Distância não é necessariamente sinônimo de sofisticação tecnológica. Ela pode ser desenvolvida a partir de meios econômicos e populares. De fato, as modernas tecnologias somente passam a ser instrumento adequado da educação a distância quando ganham dimensão econômica de massa”(NUNES, 1994).

Pode-se perceber claramente, então, duas vertentes da EAD: uma alternativa (ou solução) para quem não tem acesso aos meios convencionais do ensino e uma forma facilitada de capacitação/atualização profissional.

Sem tirar o mérito (e o imprescindível papel) dos meios mais tradicionais (como rádio, TV e material impresso), o computador e, principalmente, o advento da Internet e o conseqüente desenvolvimento de tecnologias para esse ambiente renovaram o papel da EAD, que antes era sinônimo de educação apenas para os que não têm acesso à “educação” (considerada apenas como uma alternativa). Hoje, fazer um curso via Internet é também sinal de modernidade.

Pelo seu crescimento e diversos casos de sucesso, percebe-se que não é uma questão de modismo ou de uso da tecnologia pela tecnologia: a Internet mudou a cara da EAD. E esse com certeza é um caminho sem volta – apesar dos que não vêm com bons olhos esse domínio do ensino pela tecnologia –, assim como o foi a invenção da escrita e da imprensa: “Sócrates tinha preconceitos contra a escrita porque ‘geraria esquecimento nas almas dos homens’. (...) Quando Gutenberg inventou a impressão do tipo móvel, as mesmas críticas feitas à escrita foram feitas à impressão”(CHAVES, 1999).

A tecnologia emergente já mudou e vai mudar cada vez mais a forma de ensinar e de aprender.

“No mundo inteiro as instituições de ensino estão procurando se informar e acompanhar esta verdadeira revolução educacional que está acontecendo, inclusive e especialmente as mais tradicionais instituições de educação a distância. A chamada educação on-line está desafiando estas instituições a repensarem seus modelos pedagógicos ao mesmo tempo em que oferece soluções para problemas com que estas mesmas instituições vêm se confrontando cada vez mais, à medida que passamos de uma sociedade industrial para uma sociedade da informação. Hoje a informação ‘envelhece’ mais rapidamente. O tempo de vida dos saberes é cada vez menor. Material didático escrito e reproduzido para ser utilizado por 5 ou 10 anos torna-se obsoleto em muito menos tempo.” (AZEVEDO, 2002).

As afirmações acima podem ser constatadas pelo crescente número de portais educacionais, universidades virtuais e empresas que utilizam a EAD via tecnologias como a videoconferência e/ou a Internet para a capacitação de seus funcionários. Há ainda as empresas que se voltam para o conceito de *universidade corporativa* que “tem como foco não apenas o desenvolvimento profissional dos funcionários da organização que a está criando, mas de seus fornecedores, clientes e comunidades de interesse” (MAIA, 2000).

“O entendimento principal é de que o *locus* da educação, da aprendizagem está em mutação: os processos educacionais ocorrem não

mais apenas nas instituições de ensino, mas em diferentes locais, incluindo a educação a distância, forma de *delivery* de informações e conhecimento que ocorre por tecnologias multimídia” (MAIA, 2000).

Mas, é importante frisar, conforme afirma AZEVEDO (2002), que “EAD on-line DE QUALIDADE, ao contrário do que muitos pensam, não prescinde do professor. (...) Educação on-line DE QUALIDADE requer muitas horas/aula de educadores on-line capazes, especializados em animação de comunidades virtuais de aprendizagem colaborativa.”

Além de professores capacitados em mediar a EAD on-line, há necessidade de profissionais habilitados em desenvolver os cursos e os materiais para esse ambiente. Na verdade, são necessários profissionais com diversas habilidades: projeto gráfico, ergonomia de interface do usuário, metodologias de ensino, etc.

O presente trabalho encaixa-se nesse contexto, cuja descrição (acima) forja a justificativa para seu desenvolvimento.

1.1 JUSTIFICATIVA

O “saber-fazer” em Educação a Distância nos sugere a busca contínua do conhecimento em todos os campos – do domínio das mais diversas tecnologias disponíveis para o ensino às investigações das várias abordagens psico-pedagógicas que permeiam o processo de ensino-aprendizagem.

Mas, além dos conhecimentos acerca da tecnologia e metodologias educacionais para seu emprego, o acesso à educação via computador e/ou Internet permite enfocar a EAD sob outros ângulos, dos quais pode-se ressaltar a engenharia de software.

As abordagens disponíveis e pesquisas na área de engenharia de software se preocupam em oferecer metodologias, visando maximizar a qualidade no desenvolvimento de software, procurando sanar problemas, criar soluções e inovar, aumentando a produtividade dos desenvolvedores (em todos os níveis) e conseqüente satisfação (e melhor produtividade também) dos usuários.

Das contribuições da engenharia de software que são (ou podem ser) empregadas no desenvolvimento de programas de EAD, destacam-se os conhecimentos e pesquisas sobre ergonomia de software para interfaces homem-computador (IHC).

Outra vertente da engenharia de software que pode ser utilizada no âmbito do desenvolvimento tecnológico para EAD é a prototipagem rápida, visto que é uma abordagem que visa facilitar e melhorar a comunicação entre desenvolvedores e usuários – considerando que alguém vai solicitar/utilizar um curso de EAD e alguém vai projetar/desenvolver esse curso.

Assim, enfocando a EAD também sob a perspectiva da engenharia de software, é oportuno propor um modelo de uma ferramenta que armazene e permita construir a partir de modelos pré-existentes, protótipos rápidos para os cursos de EAD, como forma de contribuir para a efetiva comunicação entre usuário e desenvolvedor na definição de cada curso.

Ainda, essa ferramenta como um repositório de modelos e informações, pode auxiliar significativamente os desenvolvedores em seu trabalho, já que os protótipos devem ser construídos baseados em conhecimentos acerca da ergonomia para o desenvolvimento de interfaces do usuário, estratégias de aprendizagem, etc.

Ademais, vários estudiosos afirmam que falta mão-de-obra especializada para a criação de cursos a distância em nosso país. Dentre os vários motivos, podemos citar:

- se trata de uma abordagem educacional relativamente nova no Brasil, ou seja, estamos atrasados;
- há demanda por especialistas em produção de materiais que os diversos programas de EAD, surgidos no país recentemente, vêm suscitando;
- há muito pouca gente com experiência em ensino à distância e essa experiência não se aprende em cursos rápidos de atualização.
- no mundo todo, têm mudado a perspectiva da EAD que precisa de profissionais capacitados para lidar com o novo aparato tecnológico, notadamente computador/Internet.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é propor um modelo de uma ferramenta que seja um gerador e um repositório de protótipos rápidos para EAD, de informações e recomendações de cada mídia utilizada.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para a realização do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos são verificados:

- Obter uma visão geral da EAD, sua origem, características, teorias de ensino aprendizagem e modelos de desenvolvimento adotados;
- Catalogar as mídias disponíveis para EAD. Para cada mídia, de investigar suas características, vantagens, desvantagens, requisitos mínimos e recomendações para seu uso.
- Investigar as questões acerca da abordagem da prototipagem rápida no âmbito da engenharia de software.
- Delinear os aspectos que envolvem o projeto de interfaces do usuário e as contribuições da ergonomia de software para sua criação, bem como levantar algumas considerações acerca da multimídia e hipermídia.
- Desenvolver um esboço do modelo proposto.

1.3 HIPÓTESE

Tendo em vista que os protótipos visam facilitar a comunicação entre o desenvolvedor e o usuário solicitante para a efetiva definição de um curso, esse trabalho baseia-se na seguinte hipótese:

- É viável a aplicação das técnicas de prototipagem rápida para a criação de protótipos para EAD.

1.4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização desse trabalho, constituiu-se de pesquisas a livros, publicações em revistas especializadas, manuais, artigos disponíveis na Internet, trabalhos de mestrado e doutorado.

Investigação das diversas mídias empregadas em EAD e de alguns ambientes on-line, tais como os portais educacionais para análise de suas interfaces.

Os conhecimentos adquiridos através da pesquisa possibilitou propor um modelo e um esboço foi implementado em uma linguagem de programação visual para melhor ilustrá-lo.

1.5 LIMITAÇÕES

A principal limitação desse trabalho se refere ao fato de que não foram feitos testes práticos do esboço implementado para que pudessem ser feitas melhorias/modificações no modelo proposto. Pretende-se que isso seja feito posteriormente.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 descreve o contexto em que se situa esse trabalho, pontos de vista, justificativa para seu desenvolvimento, objetivos, hipótese, metodologia utilizada e limitações.

O capítulo 2 versa sobre a Educação a Distância, sua origem, características, modelos de teorias de ensino aprendizagem e modelos de desenvolvimento adotados.

O capítulo 3 cataloga as mídias utilizadas até então na história da EAD, identificando suas características, vantagens, desvantagens, requisitos mínimos para sua utilização e algumas recomendações para sua aplicação.

O capítulo 4 faz um levantamento acerca da prototipagem rápida para engenharia de software, seu objetivo, suas abordagens, ferramentas e suas características.

O capítulo 5 apresenta os aspectos relativos à Interface do usuário, como usabilidade, contribuições da ergonomia e recomendações.

O capítulo 6, como continuidade do capítulo 5, aborda mais especificamente algumas questões acerca da multimídia e hipermídia, como ferramentas para a interface do usuário.

O capítulo 7 versa sobre o modelo proposto, o contexto em que se situa, descrevendo-o e apresentando o esboço implementado para ilustrá-lo.

O capítulo 8 apresenta as conclusões e recomendações de continuidade desse trabalho.

2 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A EAD é uma modalidade de ensino que se caracteriza, principalmente, pelo fato de professor e aluno não estarem no mesmo espaço físico ao mesmo tempo, necessitando de outros recursos que possibilitem que a mediação pedagógica¹ aconteça. Esses recursos são os meios tecnológicos² que vão desde o material impresso, passando pelo rádio, televisão e telefone até as NTICs³ que incluem os meios que se desenvolveram com os avanços da microeletrônica e telecomunicações (computadores, Internet, Videoconferência, etc.).

Se, no passado, os cursos de educação a distância eram vistos com pouca credibilidade, hoje, graças aos vários recursos disponíveis e sobretudo a demanda por novas possibilidades de ensino, a educação a distância começa a ocupar lugar de destaque em várias instituições (escolas, universidades, empresas) e é alvo de pesquisas, debates e até polêmicas – provocadas por aqueles que acham que a tecnologia vai extinguir profissão de professor.

Dentre os fatores que colocam a educação a distância tão em evidência na atualidade, pode-se destacar:

- A necessidade de levar a educação às pessoas que não têm acesso fácil às instituições de ensino.
- A necessidade de constante atualização profissional.

“A Educação aberta e a distância aparece cada vez mais, no contexto das sociedades contemporâneas, como uma modalidade de educação extremamente adequada e desejável

¹ Segundo GUTIERREZ & PIETRO (1994) “mediação pedagógica é o tratamento de conteúdos e de formas de expressão de diferentes temas, a fim de tornar possível o ato educativo dentro do horizonte de uma educação concebida como participação, criatividade, expressividade e relacionalidade.”

² Meios tecnológicos empregados na educação a distância são descritos no capítulo 3.

³ Acrônimo de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação.

para atender às novas demandas educacionais decorrentes das mudanças na nova ordem econômica Mundial” (BELLONI,1999).

NISKIER (1999) diz que a EAD pode ser apresentada como a tecnologia da esperança e comenta: “ Há uma expectativa positiva de que possa representar um reforço considerável à política de recursos humanos de nações interessadas no progresso e que dependerão dessa tecnologia educacional para alcançar uma aprendizagem construtiva”.

NUNES (1994) também descreve em linhas gerais o panorama que coloca a EAD como uma importante alternativa educacional no contexto atual:

“A escolha da modalidade da educação a distância, como meio de dotar as instituições educacionais de condições para atender às novas demandas por ensino e treinamento ágil, célere e qualitativamente superior, tem por base a compreensão de que, a partir dos anos sessenta, a educação a distância começou a distinguir-se como uma modalidade não-convencional de educação, capaz de atender com grande perspectiva de eficiência, eficácia e qualidade aos anseios de universalização do ensino e, também, como meio apropriado à permanente atualização dos conhecimentos gerados de forma cada mais intensa pela ciência e cultura humana”.

A EAD pode (e deve) acontecer com meios tecnológicos de massa, notadamente o rádio, a televisão, a mídia impressa. Com o desenvolvimento tecnológico, no entanto, novos “formatos” de EAD têm sido desenvolvidos, muitas vezes combinando diversos meios tecnológicos, sempre em busca da efetiva aprendizagem.

Cada vez mais se investe em cursos a distância que se utilizam das NTICs. O emprego dessas tecnologias na EAD possibilita uma melhor interatividade entre o aluno e o meio tecnológico, fazendo o aluno participante ativo do processo ensino-aprendizagem.

2.1 A HISTÓRIA DA EAD

“A história da educação a distância é muito longa e muita antiga, cheia de experimentações, sucessos e fracassos” (ROMANI & ROCHA, 2001).

Se o início da EAD pode ser atribuído às cartas de Platão, Santo Agostinho e São Paulo, a prática do ensino por correspondência aparece no século XVIII com seu uso sistemático ainda antes do século XIX.

“Ainda no século XIX, o uso sistemático de comunicação bidirecional⁴ para fins educacionais cobrindo uma ampla gama de assuntos, tornou-se popular nos EUA, no Canadá, na Austrália e na Europa”(LAASER, 1997).

A União Soviética introduziu em meados de 1920 inovações de longo alcance na EAD, desenvolvendo o mais inovador e sofisticado modelo de EAD, que é o precursor da Universidade Aberta Britânica (British Open University) (LAASER, 1997).

Outras universidades desse tipo foram iniciadas na Austrália, na Tailândia, no Canadá, nos EUA e na Alemanha. Duas das mais conhecidas são a Fern Universitet, em Hagen, Alemanha Ocidental e a Everyman's University.

No século XX, melhorias foram adotadas no ensino por correspondência e depois novos meios foram adotados, começando pelo rádio, depois televisão até o advento das NTICs.

No Brasil, um exemplo notável é do IUB – Instituto Universal Brasileiro, criado em 1941, que objetivava a formação profissional de nível elementar e médio (COMASSETTO, 2001).

Nos anos 60 o rádio, no Brasil, foi largamente usado nos programas de alfabetização de adultos através do MEB (Movimento de Ação de Base). Nos anos 70, houve o projeto Minerva, via rádio, orientado para graduados de outro programa de alfabetização, o MOBREAL. Ainda na década de 70, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) pressionou o governo federal a patrocinar um ambicioso projeto utilizando satélites para resolver problemas sociais, o Projeto Saci (programa de educação acadêmica com base em satélites) – por razões técnicas e políticas, o programa não decolou (OLIVEIRA, 2001).

⁴Transmissão de informações em duas direções. O aluno reage a instrução, caracterizando a aprendizagem ativa.

Também são da década de 70 outros importantes programas instrucionais, dentre os quais os programas do SENAC, SENAI, Fundação Landell de Moura, o Telecurso da Rede Globo.

Nos anos 80, as fitas de vídeo se tornaram padrão nos pacotes de treinamento a distância, também houve a introdução dos computadores e a utilização de satélites para teleconferência – a EMBRATEL montou mais de 50 centros de teleconferência no Brasil (OLIVEIRA, 2001).

A partir do anos 90 aconteceram melhorias na EAD, no Brasil e no mundo. A utilização dos computadores em larga escala e o emprego de sofisticadas tecnologias (CD-ROM, Internet, Videoconferência, etc.) tornou-se realidade.

Hoje, há muitas aplicações utilizando as NTICs, pesquisas e investimentos nesta área. Dentre as tendências atuais pode-se citar como exemplos as redes de cooperação, as universidades corporativas e os portais educacionais. Conforme MAIA (2001),

“as *redes de cooperação* são universidades virtuais, na forma de consórcios de cooperação universitários, integrados por Internet e videoconferência.

As *universidades corporativas* são o desenvolvimento de uma estrutura acadêmica dentro das empresas, que têm como foco não somente o desenvolvimento profissional dos funcionários, como também de seus fornecedores, clientes e comunidade de interesse.

Os *portais educacionais* constituem verdadeiras portas de entrada virtuais a conteúdos educativos oferecidos via Internet, para o público estudantil (em sua maioria) e também para a educação corporativa, oferecem inúmeros recursos da grande rede mundial.”

Paralelamente a essa “tendência tecnológica” da educação, surge uma reflexão sobre o acesso a educação: apesar dos grandes avanços, aplicações eficazes de EAD, utilizando os mais variados recursos tecnológicos, é preciso democratizar a educação: torná-la acessível a todos. E isto só é possível com a união de esforços: governos, empresas, instituições de ensino, pesquisadores e sociedade.

2.2 TERMOS E CONCEITUAÇÃO

Segundo LAASER (1997), “o termo ‘educação a distância’ adquiriu aceitação universal em 1982, quando o Conselho internacional para a Educação por Correspondência (ICCE), uma organização afiliada à UNESCO, mudou o seu nome para Conselho Internacional para a Educação a Distância (ICDE)”.

Antes disso, muitos termos foram usados para descrever esta modalidade de ensino, conforme LAASER (1997): estudo por correspondência, estudo domiciliar, escola do ar ou radioteledifusão escolar, estudos independentes, ensino a distância ou aprendizagem a distância.

“Também é importante destacar que, em português, educação à distância, ensino à distância e teleducação são termos utilizados para expressar o mesmo processo real. Contudo, algumas pessoas ainda confundem teleducação como sendo somente educação por televisão, esquecendo que **tele** vem do grego, que significa ao longe, no nosso caso, distância”(NUNES, 1994).

Vários são os autores que já definiram conceitualmente o ensino a distância. Vejamos alguns desses conceitos, encontrados em (BELLONI, 1999):

“O termo educação a distância cobre várias formas de estudo, em todos os níveis, que não estão sob a supervisão contínua e imediata de tutores presentes, com seus alunos em salas de aula ou nos mesmos lugares, mas que não obstante beneficiam-se do planejamento, da orientação e do ensino oferecidos por uma organização tutorial” (Holmberg, 1977).

“Ensino a distância é o ensino que não implica a presença física do professor indicado para ministrá-lo no lugar onde é recebido, ou no qual o professor está presente apenas em certas ocasiões ou para determinadas tarefas” (Lei Francesa, 1971).

“Educação a distância pode ser definida como a família de métodos instrucionais nos quais os comportamentos de ensino são executados em separado dos comportamentos de aprendizagem, incluindo aqueles que numa situação presencial (contígua) seriam desempenhados na presença do aprendente de modo que a comunicação entre o professor e o aprendente deve ser facilitada por dispositivos impressos, eletrônicos , mecânicos e outros”(Moore, 1973).

“Educação a distância é uma relação de diálogo, estrutura e autonomia que requer meios técnicos para mediatizar esta comunicação. Educação a distância é um subconjunto de todos os programas educacionais caracterizados por: grande estrutura, baixo diálogo e grande distância transacional. Ela inclui também a aprendizagem”(Moore, 1990).

“[Educação a distância] é uma espécie de educação baseada em procedimentos que permitem o estabelecimento de processos de ensino e aprendizagem mesmo onde não exista contato face a face entre professores e aprendentes – ela permite um alto grau de aprendizagem individualizada” (Cropley e Kahl, 1983).

“[Educação a distância] é um modo não contíguo de transmissão entre professor e conteúdos do ensino e aprendente e conteúdos da aprendizagem – possibilita maior liberdade ao aprendente para satisfazer suas necessidades de aprendizagem, seja por modelos tradicionais, não tradicionais, ou pela mistura de ambos” (Rebel, 1983).

“Educação a distância é um termo genérico que inclui o elenco de estratégias de ensino e aprendizagem referidas como ‘educação por correspondência’ ou ‘estudo por correspondência’ em nível pós-escolar de educação, no Reino Unido; como ‘estudo em casa’, no nível pós-escolar, e ‘estudo independente’, em nível superior, no Estados Unidos; como ‘estudos externos’, na Austrália; e como ‘ensino a distância’ ou ‘ensino a uma distância’, pela Open University. Na França, é referido como ‘tele-ensino’ ou ensino a distância; e como ‘estudo a distância’ e ‘ensino a distância’, na Alemanha; ‘educação a distância’, em espanhol, e ‘teleeducação’, em português” (Perriault, 1996).

“Educação a distância se refere àquelas formas de aprendizagem organizada, baseadas na separação física entre os aprendentes e os que estão envolvidos na organização de sua aprendizagem. Esta separação pode aplicar-se a todo o processo de aprendizagem ou apenas a certos estágios ou elementos deste processo. Podem estar envolvidos estudos presenciais e privados, mas sua função será suplementar ou reforçar a interação predominantemente a distância” (Malcomtight, 1988).

“Educação a distância é um método de transmitir conhecimento, competências e atitudes que é racionalizado pela aplicação de princípios organizacionais e de divisão do trabalho, bem como pelo uso intensivo de meios técnicos, especialmente com o objetivo de reproduzir material de ensino de alta qualidade, o que torna possível instruir um maior número de estudantes, ao mesmo tempo, onde quer que eles vivam. É uma forma industrializada de ensino e aprendizagem” (Peters, 1973).

Para BELLONI (1999),

“com exceção da definição de Peters, que aplica à EAD o ‘paradigma’ econômico elaborado para descrever o processo de produção industrial de um dado período do capitalismo (fordismo), as definições acima são de modo geral descritivas e definem EAD pelo que ela não é, ou seja, a partir

da perspectiva do ensino convencional da sala de aula. O parâmetro comum a todas elas é a distância, entendida em termos de espaço. A separação entre professores e alunos no tempo não é explicitada, justamente porque esta separação é considerada a partir do parâmetro da contigüidade da sala de aula que inclui a simultaneidade. A separação no tempo – comunicação diferida – talvez seja mais importante no processo de ensino e aprendizagem a distância do que a não-contigüidade espacial’.

2.3 CARACTERÍSTICAS

Em SILVA (1998), “diversas fontes bibliográficas destacam algumas das características da EAD como Quiñones (1992), Willis (1992) and Willis (1993), Lezana (1995), Mata (1995), Gottschalk (1996), Moura Filho (1997), Fialho (1998) entre outros”. Agrupando-se sinteticamente estas características, destacam-se as mais relevantes, segundo SILVA (1998), sobre:

“Os cursos:

- são geralmente auto-instrucionais, mediante a elaboração de materiais para o estudo independente, contendo objetivos claros, auto-avaliações, exercícios, atividades e textos complementares;
- são pré-produzidos, utilizando-se, geralmente, textos impressos mas, combinando-os com uma ampla variedade de recursos e meios como: suplementos de periódicos e revistas, livros adicionais, rádio e televisão educativos em circuito aberto ou fechado, filmes, computadores, videodiscos, videotextos, comunicações mediante telefone, rádio, satélite, dando um enfoque multimeio a esse tipo de integração;
- apresentam uma característica de "processo de industrialização do ensino-aprendizagem", implicando em clara divisão do trabalho na criação e produção, tanto intelectual quanto física e material;
- tendem a adotar estruturas curriculares flexíveis, via módulos e/ou créditos para permitir uma maior adaptação às possibilidades e necessidades dos estudantes.

A população:

- é relativamente dispersa, devido a razões de posição geográfica, de condições de emprego, incapacidade física;

- é predominantemente adulta;
- estudo é individualizado;
- possibilita a relação interpessoal entre pessoas de diferentes formações, cultura, raça.

A comunicação:

- é massificada: uma vez preparado e testado, é conveniente e economicamente vantajoso utilizá-lo para um grande número de estudantes;
- é organizada em duas direções: entre os estudantes e o centro produtor dos cursos, podendo ser feita através de tutoriais, orientações, observações sobre trabalhos, ensaios realizados pelos estudantes, auto-avaliações e avaliações.
- processa-se por vários meios de comunicação (Ex.: palavra escrita, telefone, fax, rádio, videoconferências.);
- a forma mediadora de conversação é guiada, face a separação física entre professor e aluno, condicionando as formas de comunicação;

As mídias:

- é crescente uso de novas tecnologias da informação e comunicação (computação, microeletrônica e telecomunicações);
- são utilizados variados multimeios que vão desde os impressos (livro, manuais, apostilas.) aos simuladores *on-line*, em redes de computadores, avançando em direção à comunicação instantânea de dados, voz, voz e imagem, via satélite ou por cabos de fibras ótica.

A interatividade:

- alunos e professor não se encontram no mesmo espaço físico, mas podem se comunicar por vários meios (telefone, fax, correio eletrônico, videoconferência);
- é muito dependente da evolução dos meios de comunicação: expansão de linhas telefônicas de alta velocidade, expansão de usuários de microcomputadores multimídia, aperfeiçoamento das tecnologias de transmissão como satélites e fibras óticas;
- aumento da interatividade significa o aumento da compreensão do conteúdo, absorção e domínio do assunto, pelo estudante, em tempo mais rápido;

- ocorre entre os materiais e o aluno, mediante o uso de técnicas pedagógicas, dos suportes audiovisuais e hipermídia interativa e, entre o aluno e professor mediante os meios de comunicação disponíveis (correio, telefone, teleconferência, videoconferência, fax, Internet e também em encontros presenciais).

Os custos:

- as tendências de preço por estudantes são decrescentes (em muitos casos gratuitos), depois de elevados investimentos iniciais;
- atinge audiência mais ampla;
- possibilita o envolvimento de professores, profissionais especializados e pesquisadores, altamente qualificados, diminuindo custos com tempo, deslocamentos e hospedagem.”

2.4 TEORIAS DA APRENDIZAGEM

Segundo LAASER (1997), “a educação a distância ainda não produziu teorias completamente novas que possam ser oficialmente chamadas de teorias da educação a distância por si próprias”.

Em lugar disso, têm sido adotadas as teorias de ensino e aprendizagem já desenvolvidas. Dentro de tais limites, é possível citar algumas teorias que são particularmente relevantes para a EAD, conforme LAASER (1997):

- **Modelo de Controle do Comportamento de Skinner:** “A teoria do estímulo e resposta, de Skinner, foi aplicada à aprendizagem. O ensino a distância adaptou esta teoria de determinação do comportamento ao formular objetivos de aprendizagem em termos mensuráveis. Muitos educadores a distância acreditam que se os objetivos de aprendizagem são especificados em termos mensuráveis, é possível organizar as experiências de aprendizagem para alcançar tais objetivos. Conseqüentemente, torna-se fácil avaliar a aprendizagem”.
- **Modelo de Rothkopf para a Instrução por Escrito:** “Este modelo defende a idéia e que se deve ter perguntas no texto dirigidas para a estruturação da aprendizagem. Tais perguntas são conhecidas como perguntas intratextuais. Elas geralmente facilitam aprendizagem ativa. Presume-se que a aprendizagem acontece mais

facilmente se for feita em conexão com o que já foi aprendido, ou se o que já foi aprendido puder ser utilizado para resolver problemas que sejam relevantes para os estudantes”.

- **Modelo organizador de desenvolvimento de Ausubel:** “A teoria de Ausubel de organizadores do desenvolvimento afirma que:
 - os estudantes adquirem conhecimento com a ajuda de uma apresentação bem estruturada;
 - os estudantes apreendem novo conteúdo nos termos do que já sabem;
 - organizadores do desenvolvimento servem como material introdutório, direcionado ao preenchimento da lacuna existente entre o que o aluno já aprendeu e o que ele precisa aprender ou assimilar;
 - devemos começar uma lição do mais geral e então ir para os detalhes específicos”.
- **Modelo de Comunicação Estrutural de Egan:** “Central nesta teoria é a idéia de apresentar pequenas doses de informação. Exercícios são, então, determinados para testar a compreensão dessas informações por parte do aluno. As respostas são dadas de modo que os estudantes possam verificar o próprio progresso. Na EAD, o modelo foi adaptado, e testes de auto-avaliação – acompanhados das respectivas respostas – são fornecidos após cada seção de uma unidade. Se os alunos obtêm um resultado insatisfatório, são aconselhados a estudar a seção novamente com mais empenho antes de passar à seção seguinte.
- **Modelo de Aprendizagem pela Descoberta de Bruner:** “A teoria de Bruner estabelece que se deve usar uma abordagem voltada para a solução de problemas ao ensinar novos conceitos. As mais importantes contribuições da teoria de Bruner para a EAD são:
 - especificar experiências de aprendizagem pelas quais os estudantes têm de passar;
 - relacionar um volume de conhecimento ao nível dos estudantes;
 - escalonar as informações de maneira que elas possam ser facilmente ‘digeridas’”.

- **Modelo de Facilitação de Carl Rogers:** “A teoria de aprendizagem de Rogers baseia-se na necessidade de se tornar o conhecimento mais fácil, em vez de ensinar no sentido tradicional. De acordo com Rogers, o trabalho de um facilitador é criar uma atmosfera amigável e propícia para a aprendizagem. Os estudantes têm liberdade total para aprender quando e como eles quiserem. O relacionamento entre um aluno e um facilitador deve ser igualitário, de modo que nenhum dos dois assuma uma posição de superioridade. A teoria de Rogers foi adaptada a certos aspectos da EAD:
 - os estudantes têm liberdade para escolher as disciplinas que queiram cursar. Eles estão, também, livres para estudar quando possam, entregando as suas tarefas por escrito na forma especificada pelo curso;
 - texto é escrito de maneira amigável, dirigindo-se de forma direta ao aluno;
 - a sensação de um relacionamento pessoal dentre o professor e os alunos é motivante;
 - os comentários nas tarefas por escrito têm caráter instrucional e são escritos de maneira positiva e amigável. Sua finalidade é facilitar a aprendizagem, avaliar os estudantes e assinalar menções ou notas para os seus trabalhos;
 - diálogo entre o estudante e o orientador é parte essencial dos materiais para a EAD.
- **Modelo Geral de Ensino de Gagné:** “A teoria de Gagné pode ser contemplada basicamente em termos de aprendizagem hierárquica ou escalonamento instrucional. Esta teoria tem encontrado alguma aplicação nos materiais de EAD. Há uma ordem lógica para a apresentação de conteúdos. Os elaboradores de materiais didáticos devem partir de conceitos simples antes de abordar os mais complexos. Segundo esta teoria, se uma matéria é um pré-requisito para outra, deve ser ensinada antes”.
- **A Teoria da Conversação Didática de Holmberg:** “Esta teoria propõe que os materiais para a EAD sejam estruturados de tal modo que lembrem uma conversação dirigida. Alguns dos conceitos principais desta teoria são:
 - há dois tipos de comunicação bidirecional: uma é a comunicação real que é resultado da entrega das tarefas e dos comentários que os

orientadores fazem sobre elas; a outra é a comunicação construída dentro do texto, chamada de aprendizagem ativa, onde há uma interação entre o texto do redator e o aluno a fim de que o aluno seja ativamente envolvido no processo de aprendizagem ;

- a comunicação bidirecional adequada é estabelecida por meio dessa relação pessoal, que pode ser desenvolvida por correspondência ou pelo telefone;
- uma boa atmosfera para a aprendizagem pode ser alcançada por meio desse estilo, uma vez que as mensagens transmitidas são facilmente recebidas e lembradas.”

Além das teorias descritas por LAASER (1997), pode-se acrescentar a influência e orientação de outros filósofos na educação como um todo, dentre os quais destacamos Paulo Freire, Jean Piaget, Vygotsky.

A Concepção Filosófica de Paulo Freire

A obra de Paulo Freire, segundo BOLZAN (1998)

“traz uma concepção do papel político que a educação pode vir a desempenhar e, conseqüentemente, desempenha sempre na construção de uma outra sociedade. A sua teoria traz uma íntima relação com a prática pedagógica. A sua metodologia é conceber o aluno como aquele que se descobre como sujeito do processo histórico, onde o "universo vocabular" e as "palavras geradoras", partem do sensível, do imediato, do dado, do empírico para o concreto. A dialética presente no seu pensamento constrói uma metodologia que parte do empírico para o abstrato, do particular para o contextualizado”.

Para FIALHO (1998) *apud* SILVA (1998)

“Paulo Freire não desenvolveu uma teoria da aprendizagem, mas seus postulados sobre a pedagogia problematizadora e transformadora enfatizam uma visão de mundo e de homem não neutro. Assim, o homem

é um ser no mundo e com o mundo. A inspiração de seu trabalho nasce de dois conceitos básicos: a noção de consciência dominada mais dois elementos subjetivos que a compõem e a idéia de que há determinadas estruturas que conformam o modo de pensar e agir das pessoas. Essas estruturas impregnam o comportamento subjetivo à percepção e à consciência que cada indivíduo ou grupo tem dos fenômenos sociais”.

Pode-se dizer, conforme BOLZAN (1998)

“que existe uma complementaridade entre Freire e Piaget. Piaget se preocupava com a construção do conhecimento, como se organiza o desenvolvimento das estruturas mentais no indivíduo. Já Freire se preocupava com o tipo de homem que vem por aí, quem é realmente o homem do seu tempo, onde a insatisfação e a auto-realização são aspectos importantes nesse homem. O ensino, portanto, deve preparar o homem para a autonomia intelectual, para a compreensão da realidade, para a facilidade da comunicação, para a oralidade, não prepará-lo para a cultura do silêncio, e, somente desse modo ele poderá afirmar-se como soberano”.

A Abordagem Construtivista de Jean Piaget

Segundo BOLZAN (1998), “Piaget estudou as engrenagens da inteligência, do nascimento à maturidade do ser humano, onde decifrou sucessivos degraus na evolução do raciocínio, ou seja, em como a inteligência humana se desenvolve, atribuindo o nome de construtivismo”.

“O construtivismo é uma postura filosófica que parte do princípio de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio. Essa concepção teórica determina que o homem não nasce inteligente, mas também não é passivo sob a influência do meio. O indivíduo responde aos estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de maneira cada vez mais elaborada” (BOLZAN, 1998).

SILVA (1998) diz que Piaget

“não desenvolveu uma teoria da aprendizagem, mas sua teoria epistemológica de como, quando e por que o conhecimento se constrói obteve grande repercussão na área educacional. Predominantemente interacionistas, seus postulados sobre desenvolvimento da autonomia, cooperação, criatividade e atividade centrados no sujeito influenciaram práticas pedagógicas ativas, centradas nas tarefas individuais, na solução de problemas, na valorização do erro e demais orientações pedagógicas”.

“No plano da informática, o trabalho de Piaget tem contribuído para modelagens computacionais na área de IA em educação, desenvolvimento de linguagens de programação e outras modalidades de ensino auxiliado por computador com orientação construtivista” (SILVA, 1998).

A Abordagem Sócio-Construtiva do Desenvolvimento Cognitivo de Vygotsky

SILVA (1998) afirma que “os trabalhos de Vygotsky centram-se principalmente na origem social da inteligência e no estudo dos processos sócio-cognitivos”.

“Vygotsky considera decisivo para a aprendizagem, além da atividade mental e suas conseqüentes funções psíquicas, a realidade histórico-cultural do indivíduo, levando em conta seu tempo e seu espaço. Um outro ponto importante em suas colocações é o da mediação sócio-cultural, através do uso de instrumentos, signos e símbolos. Neste caso, a linguagem funcionaria no sentido de planejar a ação, antecipando-a e dando nova organização ao pensamento” (RIBEIRO, 1991).

A partir disto, afirma RIBEIRO (1991)

“Vygotsky introduz a noção de Zona Proximal de Desenvolvimento, definida como sendo a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial do sujeito, na qual é capaz de transitar com a orientação ou em parceria com outras

pessoas mais capazes. Ao trafegar por esta zona, o indivíduo amplia sua zona de desenvolvimento real, caracterizada pelo que ele é capaz de fazer sozinho”.

Como define o próprio VYGOTSKY (1988) apud RIBEIRO (1991), "o nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente".

Então, “toda situação de aprendizagem possui uma história prévia, um caminho que teve que ser percorrido em meio a articulações com o meio físico e social. Desta forma, para que o trabalho do facilitador seja eficaz, ele deve trabalhar dentro desta Zona Proximal de Desenvolvimento” (RIBEIRO, 1991).

2.5 MEDIATIZAÇÃO E INTERAÇÃO

2.5.1 MEDIATIZAÇÃO

A educação, diz BELLONI (1999), “é e sempre foi um processo complexo que utiliza a mediatização de algum tipo de meio de comunicação como complemento ou apoio à ação do professor em sua interação pessoal e direta com os estudantes”.

BELLONI (1999) explica que na EAD

“a interação com o professor é indireta e tem de ser mediatizada por uma combinação dos mais adequados suportes técnicos de comunicação, o que torna esta modalidade de educação bem mais dependente da **mediatização** que a educação convencional, de onde decorre a grande importância dos meios tecnológicos.

A interação entre o professor e o estudante ocorre de modo indireto no **espaço** (a distância, descontígua) e no **tempo** (comunicação diferida, não simultânea) o que acrescenta complexidade ao já bastante complexo processo de ensino e aprendizagem na EAD”.

2.5.2 TIPOS DE INTERAÇÃO

MOORE (1989) apud CERQUEIRA (1999) identifica três tipos de interação que podem ter efeitos diferentes nos alunos ou na eficácia do curso:

- **Aluno-Conteúdo:** Tipo de interação utilizada especialmente nos produtos da área dos computadores. Para estudo individual.
- **Aluno-Professor:** Tipo de instrução típico de uma sala de aula.
- **Aluno-Aluno:** Pouca atenção tem sido dedicada a este tipo de interação, excetuando o interesse que a partir de há pouco tempo se tem posto no ensino colaborativo/cooperativo e na utilização de redes de computadores.

Outro tipo de distinção, segundo CERQUEIRA (1999), tem de ser feita relativamente ao conceito de interação:

- interação imediata ("em tempo real")
- interação retardada ("assíncrona")

A sala de aula normal é do tipo interação imediata, mas no ensino a distância é possível ter interação imediata (recorrendo a tecnologias como a teleconferência, videoconferência) como também interação retardada (material impresso, correspondência eletrônica ou redes de computadores). Esta distinção entre interação imediata e retardada é muito importante pois determina a lógica e "as sensações" associadas a um ensino a distância (CERQUEIRA, 1999).

2.5.3 FORMAS DE INTERAÇÃO

Pode-se, ainda, segundo CERQUEIRA (1999) classificar a interação conforme o tipo de meio tecnológico utilizado:

- **Interação Escrita:** “A mais difundida, é a interação do material impresso utilizado em EAD, utilizada pelos estudante para suas anotações e também presente no uso de computadores e suas ferramentas (e-mail, processadores de texto...)”.

- **Interação Áudio/Vídeo:** “Normalmente através de telefone ou microfone e teleconferência (ou videoconferência nos dois sentidos). Requer, tal como a interação vídeo, uma nova gama de regras e procedimentos que não existem no caso da sala de aula (qualidade do áudio/vídeo, acústica, ordem de participação, apresentação/decoração da sala). Destas novas regras e procedimentos depende a eficácia e o sucesso deste tipo de interação”.
- **Interação Tátil:** “Semelhante a levantar a mão na sala de aula. Este tipo de interação é utilizada principalmente em aulas transmitidas através da televisão. Outros tipos de dispositivos podem ser: light-pen, mouse, anotar num sistema audiográfico, joystick no caso dos jogos ou sensores corporais nos ambientes de realidade virtual”.

2.6 COMPONENTES DO SISTEMA DE EAD

Na EAD, há quatro componentes principais que integram o sistema: o aluno, o professor, a comunicação entre ambos e a estrutura organizacional em que se integram, conforme COMASSETTO (2001):

- **O aluno:** “O *aluno* é o elemento básico e central de todo o processo educativo, o destinatário do mesmo e em função de quem se estrutura o processo. Geralmente os programas de EAD não se destinam as crianças e sim para os adultos, trazendo consigo competências, conhecimentos, vivências, experiências, hábitos, atitudes, interesses e expectativas, que devem ser levados em consideração”.
- **O professor:** “A EAD é conduzida por alguém que está afastado do aluno no espaço e, às vezes, no tempo, por isto, quem planeja a instrução deve fazê-la de forma a oferecer aos alunos todas as condições para que a instrução possa ocorrer.

Enquanto no ensino convencional o *professor* desempenha funções substanciais de forma geralmente individual (programação, ensino direto e avaliação), na EAD há necessidade da intervenção de uma equipe de especialistas nos distintos campos em que se dividirá o trabalho”.

- **A comunicação:** “Já que EAD é e exige um processo específico de *comunicação*, não se pode aceitar como educador quem não seja um bom comunicador. É possível educar-se à distância, quando há comunicação bidirecional. Os avanços

tecnológicos colocam à disposição dos envolvidos no processo de comunicação diversos meios, que permitem diferir em espaço e/ou tempo a emissão e a recepção das mensagens pedagógicas”.

– **A estrutura organizacional:** “Uma instituição que desenvolva atividades de EAD deve ter uma *estrutura* básica e uma *organização*, que garantam a eficiência e eficácia de sua atuação. Tais funções são descritas por ARETIO (1994) apud COMASSETTO (2001):

- **Unidade de produção de materiais:** que contará com especialistas em conteúdos e em programação e elaboração didático-pedagógica de materiais;
- **Unidade de distribuição de materiais:** com a função de fazer chegar, de forma pontual, aos alunos geograficamente dispersos, os materiais didáticos e de apoio;
- **Processos de comunicação:** que mereçam grande atenção das instituições, com o objetivo de coordenar e garantir o funcionamento dos mais diversos meios de comunicação bidirecional;
- **Coordenação do processo de orientação da aprendizagem:** necessária em função da diversidade de agentes que intervêm no processo: produtores de materiais, responsáveis pelo processo ensino-aprendizagem, tutores e, por sua vez, avaliadores;
- **Avaliação à distância ou presencial:** em que são utilizadas estratégias diversas das adotadas na educação presencial, devendo-se determinar as instâncias próprias para seu funcionamento adequado”.

2.7 MODELO DE SISTEMA DE EAD

Em NISKIER (1999), encontra-se o modelo de sistema para EAD, sob a ótica do especialista Michael Moore, consultor do Banco Mundial, como segue:



Figura 2.7: Modelo de sistema para EAD (NISKIER, 1999).

NISKIER (1999) diz que o gráfico é auto-explicativo, mas chama a atenção para a presença da filosofia no subsistema fontes (de conhecimento), que é necessária para dar consistência a esse processo. Em relação aos ambientes de aprendizagem NISKIER (1999) comenta a tendência crescente a valorizar os locais de trabalho, graças a sofisticação dos computadores (e utilização da Internet).

2.8 PROCESSOS DO DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL EM EAD

Segundo WILLIS (1995), embora existam muitos modelos e processos de desenvolvimento instrucional, a maioria segue os mesmos estágios básicos de projeto, desenvolvimento, avaliação e revisão, conforme fig. 2.8.

A seguir, a descrição dessas fases, por WILLIS (1995):

- **O Projeto:** “Em linhas gerais pode-se dizer que a fase de projeto consiste em determinar os fatores que levam à necessidade instrucional; determinar as experiências passadas que possam indicar se a instrução planejada vai de encontro às necessidades. Analisar a audiência (faixa etária, ambiente cultural, experiências passadas, interesses e nível educacional), sua familiaridade com os meios e métodos de instrução utilizados, de que maneira os alunos aplicarão o conhecimento adquirido no curso e se consiste de uma audiência homogênea ou heterogênea, ou seja, determinar um perfil para o alunos em potencial do curso que está sendo planejado. Nesta fase também se estabelecem as metas e objetivos instrucionais.

Metas seriam declarações mais abrangentes sobre a intenção instrucional e os objetivos, os passos mais específicos, conduzindo a realização das metas”.

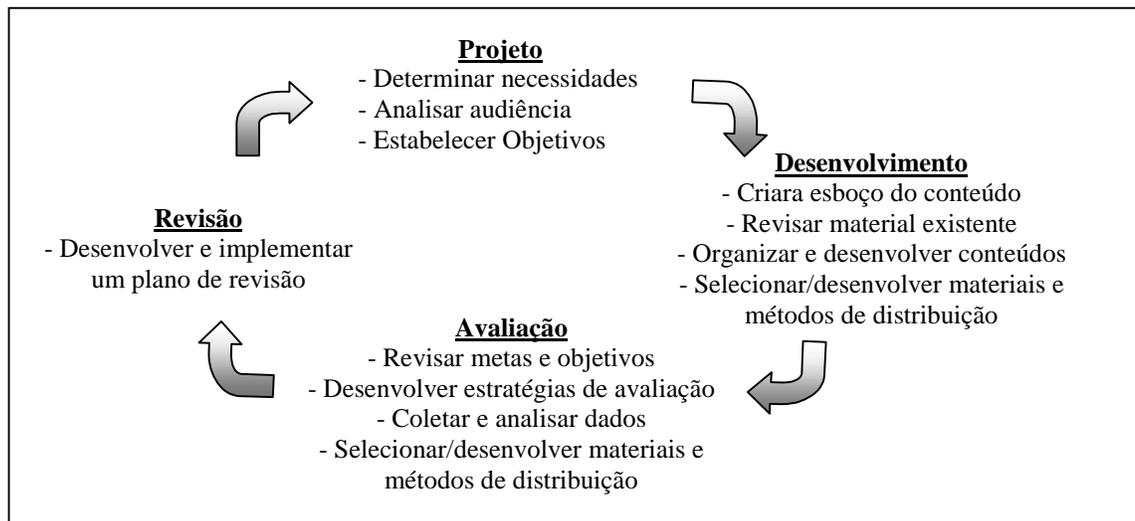


Figura 2.8: Estágios do processo de desenvolvimento instrucional para EAD (WILLIS, 1995)

- **O Desenvolvimento:** “Nesta fase, baseado nas informações levantadas na fase de projeto, cria-se um esboço do conteúdo. Também é nesta fase que se faz um levantamento do material existente, ou seja, o que já existe pronto e disponível comercialmente. Então se faz uma seleção dos meios que serão utilizados para disponibilizar o curso que poderá necessitar de tecnologia integrada de dados, voz, vídeo e material impresso para suprir a comunicação face-a-face. Neste sentido é muito importante se certificar de que os meios utilizados são acessíveis a todos os alunos. Em seguida se desenvolve o conteúdo baseado no perfil dos alunos, procurando ensinar usando exemplos que relacionem o conteúdo com um contexto compreendido pelos alunos (esse é um desafio, principalmente para uma audiência multicultural)”.
- **A Avaliação:** “Um dos propósitos da avaliação é determinar se os métodos e materiais instrucionais estão cumprindo as metas e objetivos estabelecidos. O ideal é testar previamente antes de implantar o curso, mas se isso não é possível, o primeiro uso real também servirá como um “campo de teste” para determinar a efetividade. É importante desenvolver uma estratégia de avaliação. Pode-se avaliar o curso durante sua utilização, através de avaliações feitas pelos alunos

no final de cada módulo ou sessão. Ou avaliar o curso após seu término, criando uma base de dados para revisão e planejamento futuro. Dentro do contexto de avaliação, pode-se ainda coletar dados quantitativos ou qualitativos e utilizar critérios para a coleta e análise de dados”.

- **A Revisão:** “A revisão se faz necessária mesmo para o curso mais cuidadosamente desenvolvido. Planos de revisão são o resultado direto do processo de avaliação em conjunto com o feedback de especialistas. A melhor fonte de idéias de revisão pode ser a reflexão do próprio instrutor sobre os pontos fortes e fracos do curso. Por esta razão, a revisão deveria ser planejada tão logo quanto possível depois do término do curso. Testes de revisão devem ser feitos em pequenos grupos de alunos e com especialistas e combinar o conhecimento que é característico de cada classe a distância. Isso é mais efetivo do que revisões somente sobre um grupo de alunos”.

2.9 CONCLUSÃO

Uma visão geral do panorama da EAD é necessária visto que a EAD é um dos objetos do desenvolvimento deste trabalho. Existem muitos trabalhos de pesquisa, desenvolvimento e aplicações em EAD. Nessa visão geral procurou-se registrar alguns fatores que caracterizam a modalidade de ensino a distância. É claro que muito se pode acrescentar, alterar ou discordar totalmente. Na evolução histórica da EAD, por exemplo, não há um consenso de quando realmente a EAD começou, no Brasil e no mundo, por falta de documentação. Todo o relato que aqui se encontra é baseado nas fontes de pesquisa (referenciadas).

Esse capítulo, primeiro passo de investigação para o desenvolvimento desse trabalho, procura caracterizar a EAD, com o intuito de responder, em linhas gerais, principalmente à pergunta : *o que é?*

O capítulo 3, seguindo esse processo de investigação, trata de fazer um levantamento dos meios tecnológicos (e suas particularidades) que viabilizam essa forma de ensino-aprendizagem.

3 MÍDIAS PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A história da EAD é permeada pela necessidade de acesso à educação e pelos meios que possibilitaram e possibilitam que esse acesso seja efetivado.

Do ponto de vista do uso das inovações tecnológicas de comunicação “Nipper identifica três gerações de EAD” (BELLONI, 2000):

“A primeira geração, o ensino por correspondência, foi engendrado nos finais do século XIX pelo desenvolvimento da imprensa e dos caminhos de ferro. (...)A segunda geração, o ensino multimeios a distância, desenvolveu-se ainda nos anos 60, integrando ao uso do impresso os meios de comunicação audiovisuais (antena e cassete) e, em certa medida, computadores. O modelo da segunda geração – multimeios – desenvolveu-se a partir das orientações behaviouristas e industrialistas típicas da época – pacotes instrucionais, público de massa, economia de escala –, integrando em maior ou menor medida as inovações tecnológicas de comunicação e informação, e ainda hoje é o modelo prevalente na grande maioria das experiências de EaD. Seus meios principais são o impresso, programas de vídeo e áudio, difundidos via cassetes ou via antena (*broadcasting*). (...)A terceira geração de EaD começa a surgir nos anos 90, com o desenvolvimento e disseminação das NTICs, sendo muito mais uma proposta a realizar do que propriamente uma realidade a analisar. Seus meios principais são, ou serão, todos os anteriores mais os novos, o que implicará mudanças radicais nos modos de ensinar e aprender: unidades de curso concebidas sob a forma de programas interativos informatizados (que tenderão) a substituir as unidades de curso impressas; redes telemáticas com todas as suas potencialidades (bancos de dados, *e-mail*, listas de discussão, sites etc.); CD-ROMs didáticos, de divulgação científica, cultura geral, de “infotimento⁵”, etc.).

⁵ Informática + Entretenimento

Se, tradicionalmente, a educação a distância dispunha de meios unidirecionais⁶, tais como textos pré-impessos, cassetes de áudio e de vídeo ou programas de rádio e de televisão, hoje os avanços tecnológicos permitem ao aluno interagir de maneira mais dinâmica, através de meios bidirecionais, tornando-se mais ativo e comprometido com o processo de aprendizagem, além de promover a “adaptabilidade do sistema educacional para o estudante individual, através da tutoria inteligente⁷” (CAPPEL, 1995).

3.1 OS MEIOS TECNOLÓGICOS

Os meios tecnológicos usados em educação a distância podem ser divididos em quatro categorias, conforme SCHEER (1999): material impresso, áudio, dados (computação) e vídeo.

TECNOLOGIAS PARA EAD	
Material impresso	<i>Livros-texto, guias de estudo, livros, fax</i>
Voz/áudio	<i>Telefone, correio de voz, audioconferência, fitas de áudio, rádio</i>
Computador/dados	<i>Correio eletrônico, curso baseados na Web, videoconferências, CD-ROM, ambientes/software de colaboração.</i>
Vídeo	<i>Videotape, transmissão via satélite, microondas, vídeo em broadcast, vídeo de mesa (desktop vídeo)</i>

Tabela 3.1: Tecnologias para EAD (SCHEER, 1999).

“Como pode ser percebido, muitas delas se misturam. Por exemplo, audioconferência e videoconferência podem acontecer em um computador e com acesso à Internet” (GARCIA & CRESPO,1994; IBÁÑEZ, 1996) apud (SCHEER, 1999).

A que se ressaltar aqui que os cursos baseados na Web (classificados no quadro acima como tecnologia de computador) utilizam-se da hipermídia⁸ que é uma tecnologia baseada em: hipertexto que é o texto estruturado para acesso não-linear e multimídia que é a integração de vários meios tecnológicos (sons, textos, imagens).

⁶ Comunicação em apenas uma via. “O aluno lê o que foi escrito, mas de forma alguma responde ao material” (LAASER et. al. 1999).

⁷ Sistemas de computador que emulam os métodos dos tutores humanos são chamados de sistemas de tutoria inteligente.

⁸ Hipermídia (hipertexto + multimídia) é detalhada no capítulo 5.

A seguir esses meios são detalhados. Tendo em vista o objetivo desse trabalho, são descritos da seguinte forma:

- **Descrição:** visão geral do meio tecnológico.
- **Vantagens e Desvantagens:** os benefícios e as limitações da sua utilização.
- **Requisitos Mínimos:** requisitos mínimos necessários para sua utilização.
- **Recomendações:** algumas recomendações baseadas em dicas de especialistas, sobre o correto emprego do meio tecnológico na criação de material educacional a distância, visando melhorar a qualidade dos cursos para o efetivo aprendizado do aluno.

3.1.1 MATERIAL IMPRESSO

- **Descrição:** O material impresso foi o primeiro meio utilizado para propiciar a educação a distância. “É a base, a partir da qual os outros meios têm se desenvolvido”(WILLIS,1995). Hoje, apesar da grande diversidade dos meios tecnológicos disponíveis para EAD, o material impresso não perdeu seu valor, continua, em muitos casos, como “fonte primária de instrução ou como suplementar” (SCHEER, 1999).
- **Vantagens:**
 - é um meio bem conhecido do aluno;
 - de fácil manuseio: não requer equipamentos, nem treinamento específico, desde que se tenha habilidade para a leitura;
 - baixo custo;
 - é utilizado freqüentemente como material de apoio para cursos de EAD que utilizam-se de outros meios tecnológicos.
- **Desvantagens:**
 - tendo em vista que é um meio estático, não são adequados para conceitos visuais e ensino de idiomas (SCHEER, 1999);
 - muitos livros-texto e manuais não incorporam a aprendizagem ativa⁹, fazendo uso somente da instrução unidirecional (LAASER et. al., 1997);
 - mesmo incorporando mecanismos de feedback e exercícios de interação, é fácil para o aluno pular a seção de perguntas e respostas, por exemplo, visto que os materiais impressos são passivos e conduzidos pelo próprio aluno (WILLIS, 1995).

⁹ O aluno é ativamente envolvido no processo de aprendizagem. Há uma interação entre o texto do redator e o aluno (LAASER et. al., 1999).

- é dependente de habilidade para leitura. Como a maioria dos estudantes desenvolveu mais a habilidade visual, graças à televisão, freqüentemente necessitam melhorar a habilidade para a leitura, visto que essa carência compromete a eficácia do material instrucional impresso(WILLIS, 1995).
- a entrega via correio pode demorar dias ou até semanas.
- **Requisitos Mínimos:** O material impresso não necessita de um complexo aparato tecnológico para sua aplicação. Para sua criação, hoje utiliza-se freqüentemente os softwares para edição de textos e imagens. Sua distribuição, pode ser via correio, correio eletrônico, ou disponível na Internet via FTP. Mas, deve-se observar, que muitas vezes há necessidade de softwares especiais para a leitura (ou impressão) de textos no computador (Acrobat Reader, entre outros).
- **Recomendações:** Tendo em vista a tendência unidirecional do material impresso, algumas sugestões de especialistas ajudam a tornar o material mais “interativo”, buscando a comunicação bidirecional através da “aprendizagem ativa” (LAASER et. al., 1997).

MISANCHUK(1994) apud WILLIS (1995) sugere usar linguagem mais coloquial, sentenças curtas, pronomes pessoais, exemplos familiares aos alunos. Escrever como se estivesse falando. Evitar excesso de informações em uma sentença, palavras difíceis, jargão e usar termos técnicos somente se necessário. Colocar sentenças e parágrafos em uma seqüência lógica. Evitar estereótipos culturais.

Em LAASER et. al. (1997), para que o aluno esteja ativamente envolvido no processo de aprendizagem, os elaboradores devem escrever de modo a estarem, continuamente, conversando com o aluno, em diálogo amigável e encorajador. Esse diálogo deve incluir aconselhamento a respeito do que fazer, ou seja, deve servir de encorajamento para os alunos – para que eles não desistam de estudar – , reforço e incentivo.

3.1.2 RÁDIO

- **Descrição:** Segundo NISKIER (1999) “o rádio, nos meios eletrônicos, é o veículo de maior extensão e com certos horários nobres (de manhã e de tarde) que nada ficam a dever a determinadas audiências da própria televisão – o Brasil dispões de cerca de 3.000 emissoras de rádio, cobrindo praticamente todo o território nacional”.

O utilização do rádio se deu a partir dos anos 40, principalmente após a segunda guerra mundial. Na Ásia, África, Estados Unidos, Colômbia (só para citar alguns) há importantes projetos educacionais via rádio.

No Brasil, a criação do Movimento de Educação de Base – MEB, que visava alfabetizar jovens e adultos através das “escolas radiofônicas”, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, foi desarticulado após o golpe de 64 (NUNES, 1994). O projeto Minerva, iniciado em 1970, transmitia em caráter obrigatório programação educativa para todas as emissoras de rádio do país.

Hoje, pode-se destacar o canal TVE Brasil que faz parte da Associação de Comunicação Educativa Roquette-Pinto, instituição que atua na área de radiodifusão operando um complexo nacional de rádio e TV. Sua programação busca promover a educação, a cultura, o debate e a formação profissional através das tecnologias de som e imagem que permitam apoiar as políticas públicas (EDUCABRASIL, 2002).

– **Vantagens:**

- a principal vantagem do rádio é a possibilidade atingir um grande público, possibilitando o acesso a educação nas regiões mais distantes e de difícil acesso por outro meio. “ O rádio é a escola de quem não tem escola” (Roquete Pinto).
- Familiaridade do público com o rádio, não necessitando de um trabalho preparatório.
- Possibilita a educação de analfabetos.
- Baixo Custo de produção.
- Nenhum custo para o aluno.

– **Desvantagens:**

- Não é interativo. O aluno demora para receber uma resposta do professor.
- Unidirecional.
- Horários específicos de acesso. “As programações das rádios poderão não atingir seus objetivos, quando horários de veiculação não forem compatíveis com os dos alunos que trabalham” (COMASSETTO, 2001).

– **Requisitos Mínimos:** Necessita-se do aparato tecnológico para a transmissão via radiodifusão (estúdios, antenas, torres, satélites, etc.).

– **Recomendações:** Segundo NISKIER (1999) o rádio, no contexto atual, “não deve funcionar isoladamente, devendo se acoplar, se possível, a outros meios, para formar um harmonioso equilíbrio”. E continua:

“Está provado que aqueles que lêem primeiro e ouvem depois apresentam melhores resultados. O que se defende é uma transmissão integrada. (...)Os centros de recepção organizada deveriam contar com um material de apoio de bom gabarito, ou seja, impressos e kits (para a educação técnico-profissional) que estivessem afinados com o atual estágio de expansão do ensino brasileiro”.

Há também que ser feito todo um levantamento na preparação de cursos via rádio, como público alvo, objetivos do curso, etc. , assim como técnicas especiais de transmissão da informação via rádio.

3.1.3 TELEFONE

- **Descrição:** O telefone assume um importante papel na educação a distância, permitindo a possibilidade de interação direta entre professores e alunos para troca de informações. Uma forma do uso do telefone é o tele-atendimento (correio de voz/secretária eletrônica) com menus de opções que permitem que alunos deixem mensagens para professores (e vice-versa) a qualquer hora. Os serviços de ligação gratuita (0800) financiados pelas instituições que promovem o curso “têm comprovada a sua eficácia e elevada importância em se ter esse canal de comunicação aberto ao usuário do sistema, fazendo com que o aluno se sinta prestigiado”(COMASSETTO, 2001).
- **Vantagens:**
 - A facilidade atual de acesso ao telefone.
 - Como alternativa para os que não têm acesso à Internet.
 - Comunicação bidirecional.
 - Custo relativamente baixo.
- **Desvantagens:**
 - Tamanho limitado das mensagens nos tele-atendimentos.
 - A falta de contato visual pode dificultar a explicação do professor.
 - Congestionamento nos serviços 0800 e/ou tele-atendimentos, o que pode irritar ou desanimar o aluno.
- **Requisitos Mínimos:** Acesso ao serviço telefônico, aparelhos, sistemas de auto-atendimento, etc.

- **Recomendações:** Não foram encontradas recomendações específicas (nos meios pesquisados) para a utilização do telefone na educação a distância.

3.1.4 FITA DE ÁUDIO

- **Descrição:** A fita de áudio (ou audiocassete) é a tecnologia analógica de gravação e reprodução de som. “É ainda um meio muito importante para disponibilizar palestras, painéis de discussão e instruções de alunos. São especialmente úteis em cursos que requerem nuances de inflexão, como no ensino de línguas estrangeiras”(SCHEER, 1999). Normalmente acompanha material impresso. Hoje, é muitas vezes substituído pela tecnologia digital, o CD (compact disc) que tem a mesma função (mas não permite regravação), apenas melhorando a qualidade do som.
- **Vantagens:**
 - Fácil para produzir e permite regravação.
 - Baixo custo.
 - Deferentemente do rádio, permite flexibilidade de horário e pode-se ouvir quantas vezes se queira.
 - Fácil de carregar, pode-se ouvir no carro, em casa, no ônibus, etc. (com os aparelhos portáteis).
- **Desvantagens:**
 - Como é uma tecnologia de áudio de única via (unidirecional), não permite interatividade. “Faltam os elementos visuais desejáveis” (SCHEER, 1999).
 - A qualidade do som pode ser comprometida com muitos chiados e ruídos.
- **Requisitos Mínimos:** Para gravação original, é ideal que a aula seja feita em estúdio especializado, visando a qualidade do som. Para gravação de aulas ao vivo, palestras e outros eventos é importante que se tenha um bom equipamento de gravação. Para cópias, basta, obviamente, um gravador de fita cassete, além da própria fita.
- **Recomendações:** Nenhuma recomendação específica foi encontrada. Deve-se no entanto utilizar as técnicas inerentes de locução, efeitos de som, música de fundo, visando enriquecer o material. “Material impresso de apoio é necessário e interações via correio de voz, correio eletrônico, fax e outros meios são recomendáveis”(SCHEER, 1999).

3.1.5 AUDIOCONFERÊNCIA

- **Descrição:** É a tecnologia de áudio de dupla via. Envolve a troca de informações via telefone ou Internet.

“As conferências audiográficas combinam tecnologias de voz com imagens ou transmissão através de radiodifusão. Enquanto a voz é o principal meio de comunicação audiográfica, acessórios possibilitam o componente visual, que incluem quadro eletrônico, a tecnologia de vídeo e o computador”(COMASSETTO, 2001)”.

- **Vantagens:**
 - Baixo custo para implantação, operação e manutenção.
 - Fácil de usar.
 - Tecnologia acessível à maioria das pessoas.
 - Bidirecional, possibilitando uma certa interatividade, ainda que falte o componente visual.
- **Desvantagens:**
 - Há necessidade de agendar previamente, visto que é uma atividade síncrona, requer a disponibilidade dos dois lados (SCHEER, 1999).
 - A falta de elementos visuais limita seu uso, tornando um meio impessoal, restringindo a comunicação não-verbal (gestos, expressões faciais, etc.)
- **Requisitos Mínimos:** Os componentes técnicos de uma audioconferência típica podem incluir telefone, amplificador de telefone ou microfone, sistema de áudio funcionando como ponte interconectando múltiplas linhas telefônicas e um aparato de telefonia para facilitar as múltiplas interações(COMASSETTO, 2001).

Pela Internet, também é possível haver troca de informações. “ Programas recentes como CoolTalk permitem que um estudante com microfone e placa de áudio, fale com os colegas e professores no mundo todo” (OLIVEIRA, 1999).

- **Recomendações:** Para um bom uso SCHEER (1999) recomenda “a entrega antecipada de material impresso de apoio, estabelecimento de protocolo de conversação, encorajamento à interação (evitar monopolização), gravação das sessões e promoção de entrosamento entre os alunos (fotografias, visitas, vídeos da turma, etc.)”.

“Os professores, tutores e administradores devem e necessitam usar alternativas que estabeleçam uma relação de proximidade maior com o aluno, possibilitando a aprendizagem, a interatividade e o feedback” (COMASSETTO, 2001).

3.1.6 TELEVISÃO

- **Descrição:** A televisão educativa é um meio motivacional para EAD. “É um meio interativo quando dá oportunidade para a interação com o espectador, ou com um instrutor ao vivo ou com um site para facilitar a participação ou, ainda, com um mediador que recebe por telefone ou e-mail e passa as perguntas dos alunos ao professor” (OLIVEIRA, 2000).

Segundo WILLIS (1995) apud OLIVEIRA (2000) pode ser integrada ao currículo de três formas:

- Aula única: quando se trata de um assunto especial, resumo ou introdução de uma unidade nova de estudo.
- Unidade selecionada: quando trata de uma série de programas que trazem fundamentação para uma parte do currículo do curso.
- Curso completo: quando os programas de uma ou mais séries de TV podem ser integrados ao curso, durante todo o semestre, em conjunto com material impresso.

Atualmente, destacam-se programas como o Telecurso2000, TV Escola e canais exclusivos para a área de educação (TV Futura) (COMASSETTO, 2001).

- **Vantagens:**

- É um meio familiar, visto que a maioria das pessoas possuem televisão.
- Acesso a muitas pessoas ao mesmo tempo.
- A possibilidade das combinação de imagens, sons, etc. enriquecem o a aprendizagem e auxiliam na explicação de conceitos abstratos. “O velho clichê ‘uma imagem vale mais que mil palavras’, aqui soa verdadeiro” (WILLIS, 1995).
- Leva os estudantes a novos ambientes (a lua, países estrangeiros, lentes de um microscópio, etc.). (WILLIS, 1995)
- Essa riqueza de informações motiva o aluno.
- Permite interatividade.

- **Desvantagens:**

- Está limitado ao horário de transmissão.
- Produções caras, demoradas, exigem aparelhos sofisticados, pessoal especializado (WILLIS, 1995).
- Se usado sem interação, sua eficiência é limitada (WILLIS, 1995).
- Uma vez terminados, os programas podem ser difíceis de revisar e atualizar.

- **Requisitos Mínimos:** É necessário todo o aparato tecnológico de produção de programas de televisão: estúdio, aparelhos sofisticados (para filmagem, edição, etc.), e tecnologia de transmissão.
- **Recomendações:** KOUMI (1997) apud OLIVEIRA (2000) chama a atenção para o ponto de vista da audiência. “O vídeo deve ser produzido , tendo-se em vista a identidade do aluno em seu contexto sociocultural, e assim tudo será definido em função de um padrão que crie envolvimento e facilite a transmissão das imagens”.

Para WILLIS (1995) “o desafio em projetar cursos de educação para a televisão é pensar em termo visuais. Projetar cuidadosamente formas de mostrar em vez de falar podem melhorar a efetividade do ensino pela TV”. E continua: pode ser útil para representar visualmente: planilhas ou tabelas; pontos chave; material complexo passo-a-passo; relacionamentos; informação que precisa ser resumida para retenção e memorização.

Fazer uso de: fotos (para mostrar que coisas se parecem); diagramas (para ilustrar relacionamentos conceituais, organizacionais e estrutura do conteúdo do material); mapas (para mostrar proximidade regional); gráficos, tabelas e quadros (para informação).

3.1.7 VÍDEO (FITAS DE VÍDEO)

- **Descrição:** Tecnologia analógica que permite a gravação e reprodução de material de vídeo. É método comum de distribuição de informação, onde muitas fitas podem ser gravadas e remetidas aos alunos. Atualmente muito populares, pois há muitos equipamentos disponíveis (vídeo cassetes) .

Um exemplo da utilização deste meio, são as telesalas (teleaulas), mantidas e organizadas pelo Ministério da Educação na alfabetização de jovens e adultos.

- **Vantagens:**
 - Facilidade de acesso a esse material que pode ser adquirido em bancas de jornal, livrarias, etc., ou enviado pelo correio. Pode-se ainda gravar em fitas o “material” transmitido por emissoras de TV em canal aberto ou fechado.
 - Facilidade de uso.
 - O aluno pode assistir quando for mais conveniente, podendo repetir quantas vezes quiser.
 - Incluem-se aqui as vantagens citadas anteriormente para televisão, menos a interatividade.

- **Desvantagens:**
 - Produções caras, por necessitar de todo o aparato tecnológico (ver em televisão) e pessoal especializado para produções de qualidade.
 - É unidirecional. A interatividade só é possível através de fax, telefone, etc.
- **Requisitos Mínimos:** Se para a gravação e reprodução basta um aparelho de vídeo cassete, a produção do material envolve todo um aparato tecnológico, como descrito anteriormente para o caso da televisão.
- **Recomendações:** Ver recomendações para televisão.

3.1.8 TELECONFERÊNCIA

- **Descrição:** A teleconferência via satélite é uma forma já antiga do uso da tecnologia de vídeo. É a transmissão de um programa (educativo, palestra, debate, etc.) de TV em circuito fechado com cobertura via satélite ou TV a cabo. A interatividade se dá através de fax, e-mail, telefone (como na interatividade com a TV).
- **Vantagens:**
 - Permite que muitas pessoas ao mesmo tempo participem do programa.
 - Permite uma programação educacional rica, utilizando sons, imagens e todos os efeitos que a TV possibilita.
 - Recepção relativamente barata: antena parabólica, receptor e aparelho de TV).
- **Desvantagens:**
 - Os equipamentos necessários para a transmissão são de custo elevado.
 - Interatividade individual e limitada pelo fax, telefone, etc.
 - Distribuição em massa pode dificultar ou limitar a ação educativa.
 - O alcance é limitado. É necessário possuir uma antena parabólica, ou conexão a cabo e monitor de TV e sintonizar o canal pré-determinado em horário previamente marcado.
- **Requisitos Mínimos:** O equipamento de geração e transmissão depende de uma antena parabólica que emite sinais de áudio e vídeo para um satélite (uplink) e este retransmite para as estações terrenas de recepção (downlink).
- **Recomendações:** Não foram encontradas recomendações específicas, mas as recomendações para a televisão podem ser utilizadas em muitos aspectos.

3.1.9 VIDEOCONFERÊNCIA

- **Descrição:** Videoconferência é a tecnologia que permite que duas ou mais pessoas que estejam em lugares diferentes possam se comunicar ao mesmo tempo, visual e verbalmente. Ou seja, é a comunicação interativa bidirecional de vídeo e áudio entre múltiplos locais e em tempo real. É a tecnologia que mais se aproxima da sala de aula convencional. “Reuniões, cursos, conferências, debates, palestras são conduzidos como se todos estivessem junto no mesmo local” (ZANIN, 2000).

“Na videoconferência especialmente, o professor é humano, não é uma máquina, um texto que vem da máquina ou um texto impresso, impessoal” (KOUMI, 1994) apud (OLIVEIRA, 2000).

Em alguns sistemas de videoconferência é possível utilização de *chat* para diálogo, apresentação de slides, vídeos e figuras e mecanismos para o gerenciamento das sessões de videoconferências e dos recursos envolvidos (ZANIN, 2000).

Segundo ZANIN (2000) “atualmente podemos dividir os sistemas de videoconferência em dois tipos: videoconferência baseada em estúdio e videoconferência baseada em computador”.

- Videoconferência baseada em estúdio: é realizada em salas especialmente preparadas com modernos equipamentos de áudio, vídeo e *codecs*. Uso de canal dedicado através de banda larga ou transmissão por satélite com um estúdio de qualidade, produz uma excelente conexão *full-motion*, mas os custos envolvidos são proibitivos para o usuário comum (ZANIN, 2000).
- Videoconferência baseada em computador (desktop) ou videofonia: é a videoconferência através da Internet. É necessário um pequena câmera e microfone acoplados ao computador, bem como placa de digitalização e transmissão e placa de som. A comunicação através da Internet se dá através de softwares, tais como o CU-SEEME da Cornell University e o NetMeeting da Microsoft. “Como ilustração, os custos deste tipo de ambiente estão abaixo duzentos dólares, mas com limitações de qualidade” (SCHEER, 1999).

- **Vantagens:**
 - Permite alto nível de interatividade, permite adicionar relacionamento pessoal à comunicação (SCHEER, 1999);
 - Altamente motivadora, alcança muitas pessoas em diferentes locais, economia de tempo e dinheiro em viagens (CYRS & SMITH) apud (OLIVEIRA, 2000);
- Suporta o uso de diversas mídias (REED & WOODRUFF, 1995) apud (WILLIS, 1995).
- **Desvantagens:**
 - Podem ser caras em termos de infraestrutura (equipamentos, salas e recursos humanos) e tarifa de telecomunicação (SCHEER, 1999);
 - Requerem planejamento, preparo técnico e agendamento (SCHEER, 1999);
 - Algumas limitações da videoconferência: imagens “fantasmas”, demora do áudio pode ocorrer, eco surge quando o sistema não está configurado apropriadamente (REED & WOODRUFF apud OLIVEIRA, 2000).
 - Métodos de compressão dos *codecs* de fabricantes diferentes são incompatíveis e apesar de protocolos de comunicação estabelecidos, isto compromete a resolução e qualidade em certo grau (WILLIS, 1995).
 - Os estudantes podem não se envolver no curso, visto que estão separados fisicamente do professor (WILLIS, 1995).
- **Requisitos Mínimos:**
 - **Para videoconferência desktop (ou videofonia):** como já descrito acima é necessário, que ao computador seja acrescentado câmera, microfone, placas (de som, digitalização e transmissão), caixas de som e softwares que permitam essa comunicação via Internet.
 - **Para videoconferência em estúdio:** (OLIVEIRA, 2000) como há diferentes tipos de videoconferência (tele-reunião, teleducação e sala de geração), cada sala deve estar equipada de forma singular. A sala de tele-reunião dispõe de uma mesa oval ou trapezoidal, como em reunião convencional. A sala de teleducação pode ter formato de sala de aula tradicional. Para sala somente de recepção, onde só os alunos participam

das sessões, pode-se ter apenas uma câmera colocada acima do monitor de TV e voltada para os alunos. Se a sala também transmite aulas e conta com presença de alunos e professores, é necessário que haja uma câmera voltada para os alunos e outra que acompanhe o professor.

- **Transmissão:** A transmissão pode ser através do satélite ou via linha telefônica, usando serviço de banda larga (128 a 384 kbps). É necessário um *codec*¹⁰, instrumento eletrônico “que recebe sinais analógicos e os digitaliza e então os transmite através de linhas telefônicas digitais”. (WOODRUFF & MOSBY, 1996 apud OLIVEIRA, 2000).
- **Equipamentos acessórios:** A seleção dos equipamentos dependerá dos tipos de acesso (H.320 ou H.323) e do tipo de interface (V.35, BRI ISDN, X.21, etc.). Qualquer aparelho que disponibilize sinais de áudio e vídeo pode ser complementarmente acoplado ao equipamento de videoconferência (MAIA, 2001): aparelhos de TV, câmeras de documento e videocassete. Ainda, computadores com acesso a Internet podem ser usados para a apresentação de páginas da rede, softwares, jogos, etc (OLIVEIRA, 2000).

Câmera de documentos possui uma câmera de vídeo que permite a apresentação de objetos tridimensionais, com recursos de zoom(OLIVEIRA, 2000).

- **Outros aspectos:** para a montagem de salas e auditórios, deve-se observar os seguintes aspectos(MAIA, 2001):
 - condições elétricas: para dispositivos de rede, equipamento principal e equipamentos auxiliares;
 - cabeamento: para disponibilizar serviços como fax, acesso à rede local (LAN) e linha de acesso externo (ISDN, Frame Relay, IP, DataPhone 64);
 - iluminação: que influencia diretamente na qualidade da imagem obtida na videoconferência;
 - acústica: tratamento acústico, visando minimizar ruídos internos e externos;

¹⁰ Codificador/decodificador ou compressor/descompressor

- aquecimento, ventilação e ar condicionado: aspectos importantes para o conforto das pessoas e bom funcionamento dos equipamentos.
- **Recomendações:** Como a maioria das pessoas não está acostumada à videoconferência, então não se comunica como faria em uma situação face-a-face. Na videoconferência não é possível haver conversas paralelas, porque perturbam o professor e os outros alunos, como na sala tradicional. As aulas de videoconferência devem ser atraentes e motivadoras e o comportamento dos alunos deve ser diferente em frente a telinha que transmite a sua aula. (REED & WOODRUFF) apud (OLIVEIRA, 2000).

3.1.10 COMPUTADOR

- **Descrição:** Segundo WILLIS (1995), aplicações de computador para a educação a distância, caem dentro de quatro categorias:
 - *Instrução Assistida por Computador (CAI):* utiliza-se o computador como uma máquina de ensinar que apresenta lições discretas para atingir objetivos educacionais específicos, mas limitados. Existem várias formas de CAI: tais como instrução e prática, tutoriais, simulações e jogos e resolução de problemas.
 - *Instrução Gerenciada por Computador (CMI):* utiliza-se as ramificações do computador, armazenagem e recuperação de informação para organizar os registros dos alunos e acompanhar seu progresso. A instrução não necessariamente é dada via computador, embora freqüentemente CAI seja combinada com CMI.
 - *Comunicação Mediada por Computador (CMC):* descreve aplicações de computador que facilitam a comunicação. Exemplos incluem e-mail, conferência por computador e eletrônico bulletin boards.
 - *Multimídia Baseada em Computador:* Hypercard, hypermedia e a uma geração em desenvolvimento de ferramentas robustas, sofisticadas e flexíveis que têm despertado a atenção de educadores a distância nos últimos anos. O objetivo da multimídia baseada em computador é integrar voz, vídeo e tecnologias de computador em um único e acessível sistema.
- **Vantagens:** WILLIS (1995) encontramos as seguintes vantagens:
 - Computadores facilitam o auto-aprendizado;
 - Computadores são interativos. Podem incorporar vários pacotes de software e são extremamente flexíveis e maximizam o controle do aluno.
 - Computadores favorecem o acesso a informação.

- A tecnologia avança rapidamente e os custos relativos caem.
- **Desvantagens:** Como desvantagens WILLIS (1995) cita:
 - As redes de computadores são caras para desenvolver;
 - A tecnologia muda rapidamente.
 - Existem ainda muitas pessoas que não sabem usar o computador.
 - O aluno deve estar altamente motivado e proficiente na operação do computador para usar de forma bem sucedida o ambiente de ensino a distância.
- **Requisitos Mínimos:** Para usar um ambiente computadorizado, o computador deve estar equipado com os periféricos e outros dispositivos necessários para executar os recursos oferecidos pela aplicação educacional (placas, caixas de som, etc.) e possuir o software principal e os softwares auxiliares para a utilização do ambiente educacional. Para os desenvolvedores é necessário muitas vezes softwares específicos para a manipulação de mídias que integram o sistema, tais como editores de texto, de imagens, etc., além de máquinas com configuração mínima necessária para o desenvolvimento. Depende de cada desenvolvimento e os recursos utilizados.
- **Recomendações:** No desenvolvimento de sistemas para educação a distância deve-se observar as recomendações da ergonomia de software e as recomendações para o desenvolvimento de educação a distância de uma modo geral, bem como a manipulação de cada mídia específica (no caso de multimídia), para o melhor aproveitamento do aluno.

3.1.11 INTERNET

- **Descrição:** A Internet é a maior e mais poderosa rede de computadores (WILLIS, 1995), conectando computadores pessoais, estruturas sofisticadas e computadores de alta velocidade em todo o mundo. Por ela trafegam todos os tipos de informação, a qualquer hora e lugar (que tenha acesso a rede).

Segundo RAVET & LAYET (1997) apud OLIVEIRA (2000), a Internet é:

- Uma grande quantidade de informação disponível na ponta dos nossos dedos: milhões de páginas de textos e gráficos, mas também som, vídeo, animação, simulação e programas de computador que podem ser puxados da rede para cada computador com um clique do mouse;
- Informação distribuída: podemos nos comunicar, co-produzir, cooperar, co-aprender, interagir;

- Informação em tempo real: a distribuição da informação é imediata;
- Simulação também é possível, várias pessoas participando de uma simulação em locais diferentes.

Com acesso a Internet, educadores a distância e seus alunos podem usar (WILLIS, 1995):

- Correio eletrônico (e-mail): Usado para trocar mensagens e outras informações entre pessoas, através da Internet (WILLIS, 1995). É dita uma comunicação assíncrona¹¹. É um meio barato e fácil de comunicação entre professor e aluno. Permite a configuração de serviços muito efetivos como listas de discussão (listservers) e grupos de interesse (news groups) (SCHEER, 1999).
- Bate-papo (chat) e conferência na Internet: O chat (IRC- Internet Relay Chat) ou bate-papo é uma comunicação textual remota, onde dois ou mais interlocutores participam de uma sala de chat. A comunicação consiste em envio e recebimento de mensagens em tempo real, em uma tela compartilhada. Para a educação a distância, pode-se utilizar este recurso para que professores e alunos se “encontrem” em uma sala de chat em horários previamente marcados (SCHEER, 1999).

Outra forma de comunicação, conforme SCHEER (1999), com compartilhamento de tela do computador é o white-board (quadro branco). Pode utilizar imagens e gráficos, podendo ter interação através de ferramentas de desenho ou uso de mecanismos de “cut-and-paste” de documentos sobre as mensagens colocadas no espaço da tela reservadas ao quadro branco eletrônico.

- Word Wide Web: “A WWW é um excitante e inovador front-end da Internet”(WILLIS, 1995). É um serviço na Internet que se caracteriza como um conjunto de documentos espalhados por toda a rede, escritos em hipertexto, utilizando uma linguagem especial chamada HTML¹². A maioria das aplicações hipermídia são criadas para a Internet, mais especificamente para a Web. É através da Web, principalmente, que organizações de educação a distância oferecem seus cursos, através de ricos ambientes educacionais. As características inerentes aos documentos hipermídia¹³ para navegação são altamente vantajosas para a manipulação do material educacional pelo aluno.

¹¹ Que não é realizada simultaneamente pelo emissor e receptor

¹² HiperText Markup Language

¹³ Descrito no Capítulo 6

As ferramentas de apoio para a criação de ambientes educacionais baseados na Web podem ser classificadas em seis grupos distintos, conforme OLIVEIRA (2000):

- Aplicações hipermídia para o fornecimento de instrução distribuída;
 - Sistemas de autoria para cursos a distância;
 - Sistemas de aprendizado a distância;
 - Ambientes de comunicação/colaboração com fins educacionais baseados em listas de discussão;
 - Frameworks para aprendizagem cooperativa;
 - Ambientes distribuídos para aprendizagem cooperativa.
- Outros serviços: Dentre os vários serviços da Internet, podemos citar (OLIVEIRA, 2000):
- Telnet: permite ao usuário conectar-se a um computador remoto, interligado a rede. Estabelecida a conexão, o usuário pode executar comandos e usar recursos do computador remoto, como se estivesse operando o próprio computador. É mais comum para acesso a bases de dados e para serviços de informações.
 - FTP (File Transfer Protocol): Protocolo de transferência de arquivos. É o serviço básico de transferência de arquivos na rede. Usando FTP, um usuário da rede pode carregar (upload) arquivos de seu computador para um outro ou descarregar (download) arquivos de um dado computador para o seu. Para tanto, o usuário deve ter permissão de acesso ao computador remoto.
 - Archie: É um serviço de informações que facilita a busca e recuperação de documentos distribuídos na rede e acessíveis via FTP anônimo.
 - WAIS (Wide Area Information Server): É um sistema de informações distribuído que possibilita ao usuário buscar e recuperar documentos armazenados em bases de dados disponíveis na rede. Há centenas destas bases acessíveis, cobrindo os mais variados temas e os documentos recuperados via WAIS podem conter tanto textos, como gráfico, sons e imagens.
- **Vantagens:**
- Algumas vantagens encontradas em OLIVEIRA (2000) são:
 - trocar informações de forma rápida e eficiente;

- ter acesso a especialistas em milhares de especialidades;
- disponibilizar dados pessoais e institucionais para uma enorme clientela;
- formar equipes para trabalhar em conjunto independentemente de distâncias geográficas;
- traduzir e transferir dados entre máquinas localizadas em qualquer lugar do mundo;
- Na área educacional, a facilidade de integrar textos, gráficos, sons e imagens, a construção e o gerenciamento de ambientes virtuais de trabalho, a partir de sites especificamente montados para cada programa ou curso, garantem a conectividade e interatividade, agilizando a disponibilização de informações e de material instrucional.
- Segundo Hackbarth (1997) apud OLIVEIRA (2000) a Internet possui qualidades que a caracterizam como um meio distinto de ensino-aprendizagem. A rede:
 - Provê acesso de maneira econômica e as informações são apresentadas em formatos variados e não encontrados em nenhuma outra combinação de meios;
 - A maior parte do conteúdo da rede em geral não está disponível em nenhum outro formato, a não ser no original do autores;
 - A rede permite que o trabalho do professor e dos alunos possa ser compartilhado com o mundo, de maneira diversa daquela em que o aluno encontra no ambiente tradicional de ensino;
 - Alunos acessam a rede com vontade, motivação, respeito e receio, sabendo que é uma tecnologia de ponta, utilizada por profissionais atualizados e de sucesso.
- **Desvantagens:**
 - Apesar do espantoso aumento de usuários da Internet no Brasil, esse acesso ainda é muito restrito. Nem todos tem acesso a educação por esse meio.
 - Há necessidade do aprendizado para um bom e correto uso das possibilidades da Internet (SCHEER, 1999).
 - A rede ainda é lenta, necessita de muita memória, tem limitações além dos gastos para atualizar e manter (LINCH & HORTON, 1997 apud OLIVEIRA (2000).

- **Requisitos Mínimos:** Basicamente para acesso à Internet é necessário o hardware (computador, modem). O acesso pode ser via linha telefônica (acesso discado e dedicado), via rádio ou TV cabo. Acesso a um provedor Internet. Navegador (Browser) Internet.
- **Recomendações:** Segundo OLIVEIRA (2000), a tecnologia deve ser bem conhecida antes do desenvolvimento do curso. O planejamento deve ser feito com base no conteúdo, um currículo bem articulado, no aluno e sua competência em lidar com o computador. Conexões lentas da Internet devem ser levadas em consideração. Apoio ao aluno no momento da inscrição, na explicação de conteúdos e auxílio com o uso das ferramentas do computador necessárias para o curso, deve ser planejado.

Destacam-se, ainda, nos ambientes computadorizados:

3.1.12 CD ROM

“O CD-ROM, disco óptico legível no computador, é muito difundido e pode ser lido mesmo por computadores portáteis, dificilmente se pode comprar um computador sem uma leitora de CD-ROM” (GASPERETTI, 2001).

Possui grande capacidade de armazenamento (650 megabytes), armazenando dados multimídia/hipermídia, por isso é muito usado para distribuir cursos de educação a distância. Podemos encontrar uma ampla variedade de informações disponíveis em CD-ROM e que podem ser adquiridos facilmente até em bancas de jornal. “Dos videogames às enciclopédias, dos programas comerciais aos atlas rodoviários” (GASPERETTI, 2001).

As vantagens da utilização do CD-ROM na educação a distância é que ele “é compatível com diferentes plataformas de computadores, permite a interatividade e a utilização de uma gama variável de recursos e o custo é baixo para o aluno e para a instituição que o desenvolve” (COMASSETTO, 2001).

A desvantagem da utilização deste recurso para a educação a distância é que é uma tecnologia não acessível a todos, já que necessita de computador (com dispositivo para leitura de CD-ROM).

3.1.13 REALIDADE VIRTUAL

Atualmente, a Realidade Virtual (RV) tornou-se uma tecnologia importante de apoio para o desenvolvimento de software para a Educação à Distância.

“É uma forma dos humanos visualizarem, manipularem e interagirem com computadores e dados extremamente complexos. É a animação do ponto de observação apresentada em um contexto interativo, em tempo real (SCHEER, 1999).

Na educação, “a RV está estimulando os estudantes a serem aprendizes mais ativos, na medida em que o sistema requer deles a necessidade de tomar decisões” (ANDRADE, 1998).

Os ambientes virtuais são definidos a partir do grau de imersão do usuário, conferindo três tipos de simulação da realidade (ADAMS, 1994; FEIJÓ, 1998) apud SCHEER (1999):

- **Passiva:** proporciona ao usuário exploração automática e sem interferência através do ambiente 3D. A rota e as vistas são explícita e exclusivamente controladas pelo software;
- **Exploratória:** a exploração é dirigida pelo usuário através do ambiente 3D. O participante pode escolher as rotas e as vistas, mas não pode interagir com entidades contidas na cena 3D;
- **Interativa:** além de proporcionar uma exploração dirigida pelo usuário, as entidades virtuais no ambiente 3D respondem e reagem às ações do participante.

Segundo SCHEER (1999), no campo educacional, a realidade virtual está apenas começando, mas há bastante interesse e pesquisa nessa área, como se pode constatar em publicações encontradas em revistas e sites de várias universidades.

ANDRADE (1998) destaca os benefícios da realidade virtual no contexto educacional:

- Motivação e estimulação multisensorial aos aprendizes;
- Criatividade do aluno;
- Oportunidade de comunicação com estudantes de outras culturas;
- Possibilidade do aprendiz realizar um experimento em seu próprio ritmo;

- Ativa participação e não passividade, abrindo estas oportunidades para a educação especial e a educação a distância.

Como limitações ANDRADE (1998) destaca que “além do alto custo dos equipamentos, uma das questões que mais preocupa os estudiosos é como os professores podem integrar a RV no currículo acadêmico.

Existem softwares para a criação de ambientes virtuais, mas especificamente para o desenvolvimento na WWW foi desenvolvida uma linguagem de descrição, chamada VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) (BELL et. al., 1998) apud (SCHEER, 1999).

VRML é uma linguagem para descrever simulações interativas de multi-participantes, típicas de Internet e da WWW. Foi criada para ser completamente independente de plataforma computacional, ser extensível e favorecer o trabalho em redes de pouca velocidade (SCHEER, 1999).

3.2 CONCLUSÃO

As tecnologias descritas neste capítulo são utilizadas para permitir que o processo de educação a distância aconteça. Como visto, cada uma delas têm suas vantagens e limitações, mas cumprem, na medida do possível, seu papel de mediar a interação entre aluno e professor.

Idealmente, as tecnologias na educação a distância devem propiciar que estudantes possam interagir, trocando idéias, resolvendo problemas em conjunto, desenvolvendo projetos. Devem levar o melhor da sala de aula para os cursos a distância.

Os recursos da informática enriquecem os ambientes de aprendizagem, permitindo uma maior interatividade, tornando o aluno sujeito desse processo. Graças às NTICs, a educação a distância retomou fôlego, ganhou credibilidade e têm sido alvo de pesquisas que abordam sob os mais diversos pontos de vista (educacional, tecnológico, econômico, social, etc.).

A descrição das tecnologias feitas neste capítulo não esgotam as possibilidades tecnológicas que podem ser utilizadas no processo educacional, particularmente na educação a distância. Ao contrário, é apenas uma visão geral de algumas tecnologias e suas aplicações.

Mesmo para as tecnologias descritas, um estudo mais detalhado, descrevendo minuciosamente suas características poderia ser feito.

Considera-se, no entanto, que as informações levantadas aqui bastam para a aplicação aos objetivos deste trabalho.

No seguimento, o capítulo 4 trata de investigar na área da engenharia de software a abordagem de prototipagem rápida: o que é, características, algumas ferramentas e métodos para verificar a viabilidade de sua utilização ao objetivo desse trabalho.

4 PROTOTIPAGEM RÁPIDA

Quando se fala em prototipagem, logo surge a idéia de modelos em pequena escala de projetos dos diversos campos da engenharia para testar funcionalidade, viabilidade, etc., antes que o projeto em questão seja efetivamente construído. Visto que modelos são representações reduzidas do mundo real, a prototipagem para engenharia de software se diferencia das outras engenharias “talvez porque o software é tão intangível. Nós não podemos ligá-lo e empiricamente observar a reação em um objeto físico. Nós não podemos sentar nele ou dirigi-lo”(CONNELL & SHAFER, 1989).

Na literatura da engenharia de software, encontramos a expressão *prototipagem rápida* que, segundo alguns autores, é usada de maneira equivocada, porque traz toda a carga de características inerentes às aplicações das outras engenharias. Encontramos também a expressão *prototipagem* ou *prototipação* somente.

Segundo PRESSMAN (1995), “um protótipo deve ser desenvolvido rapidamente, para que o cliente possa avaliá-lo e recomendar mudanças”, por isso a expressão *prototipagem rápida*.

Para CONNELL & SHAFER (1989), “em muitos aspectos prototipagem rápida é uma infeliz escolha de palavras” e explica:

“A palavra *rápida*, usada em conexão com desenvolvimento de software, parece quase uma contradição, já que sugere que há agora algum jeito mágico de atalho do longo tempo de desenvolvimento. Um levantamento de estudos de caso publicados revelaria que a aplicação das várias abordagens de *prototipagem rápida* de software rende freqüentemente um desenvolvimento mais longo que curto. O termo *protótipo* traz sua

conotação de outras áreas da engenharia onde este termo significa: um exemplar em tamanho natural usado para testar projetos alternativos — nenhum trabalho publicado sobre *prototipagem rápida* em software defende o desenvolvimento de modelos de teste em tamanho natural”.

Mas CONNELL & SHAFER (1989) conclui: “A expressão *prototipagem rápida*, embora não seja a descrição perfeita, tem sido aceita pela maioria da comunidade de engenharia de software e usada em publicações desde 1981.”

4.1 OBJETIVO E DEFINIÇÕES

Para os vários autores pesquisados, independente da abordagem que defendem, o objetivo da prototipagem (rápida) para software é um só: criar um elo eficaz de comunicação entre o usuários e desenvolvedores para a definição e validação de requisitos durante todo o ciclo de vida do desenvolvimento do software. Mesmo definidos corretamente a princípio, os requisitos podem se modificar durante o ciclo de vida, pois o software é dinâmico, sofre influência do ambiente do qual faz parte.

Dependendo do “nível” da prototipagem o usuário poderá “ver e sentir” o ambiente com o qual irá interagir com bastante antecedência no ciclo de vida do software e desta maneira se fazer compreender e até identificar novos requisitos, anteriormente não cogitados. O desenvolvedor, em contrapartida, percebendo o comportamento e reações do usuário tem uma chance maior de poder adaptar o software às reais necessidades do usuário.

“Validação de requisitos é problemática porque requisitos muitas vezes não são bem entendidos previamente pelo desenvolver, mudam frequentemente durante o desenvolvimento e se multiplicam como um resultado do desenvolvimento” (WOOD & KANG,1992).

BOAR (1984) apud PRESSMAN (1995), justifica a técnica de prototipagem da seguinte maneira:

“Os métodos recomendados para se definir as exigências de sistemas comerciais são idealizados para estabelecer um conjunto final, completo, consistente e correto dos requisitos antes que o sistema seja projetado, construído, visto ou experimentado pelo usuário. A experiência industrial comum ou recorrente indica que, a despeito do uso de técnicas rigorosas, em muitos casos os usuários ainda rejeitam aplicações como não sendo corretas nem completas após a conclusão. Conseqüentemente, um trabalho divisório e consumidor de tempo é exigido para harmonizar a especificação original com o teste definitivo das necessidades operacionais reais. No pior caso, em vez de se reequipar o sistema entregue, ele é abandonado. Os desenvolvedores podem construir e testar contra as especificações, mas os usuários aceitam ou rejeitam contra as realidades operacionais correntes e reais”.

Para PRESSMAN (1995), “não obstante a citação acima represente uma concepção extrema, o argumento fundamental é seguro. Em muitos (mas não todos) os casos, a prototipação, possivelmente conjugada com métodos de análise sistemáticos, é uma abordagem efetiva à engenharia de software”.

Então, “um protótipo rápido de software é um modelo visual dinâmico que proporciona uma ferramenta de comunicação para clientes e desenvolvedores que é de longe mais efetiva que qualquer descrição textual ou modelo visual estático para descrever a funcionalidade” (CONNEL & SHAFER, 1989). Ele é descrito como:

- Funcional depois de uma mínima quantidade de esforço.
- Um meio para proporcionar a usuários da aplicação proposta uma representação física das partes principais do sistema antes de sua implementação.
- Flexível – modificações requerem esforço mínimo.
- Não necessariamente representa o sistema completo.

De acordo com SZEKELY (1994) apud BLOM (2000),

“prototipagem envolve a construção de uma versão em pequena escala de um sistema complexo para adquirir conhecimento crítico necessário para construir o sistema. Visto que um protótipo é somente uma versão em pequena escala, ele não conterá todas as características do sistema complexo. Frequentemente o protótipo conterá somente a interface do usuário e funcionalidade parcial.”

Segundo WOOD & KANG (1992):

“Prototipagem tem sido discutida na literatura como uma importante abordagem para validação de requisitos com antecedência. Um protótipo é uma maquete ou modelo representativo (um modelo representativo é um modelo de encontro com o qual, cenários operacionais podem ser exercitados em algum modo automatizado. Exemplos de modelos de representação incluem simulações, animações, análise dinâmica matemática e execução de código) de um sistema de software que permite avaliação de características ou funções através da interação entre usuário e desenvolvedor com cenários operacionais. Prototipagem expõe aspectos funcionais e comportamentais do sistema assim como considerações da implementação, deste modo incrementando a precisão dos requisitos e ajudando a controlar sua volatilidade durante o desenvolvimento”.

4.2 PROTOTIPAGEM RÁPIDA E O CICLO DE VIDA CLÁSSICO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

O ciclo de vida clássico, segundo PRESSMAN (1995), é o paradigma mais amplamente usado pela engenharia de software. Suas etapas se assemelham às etapas genéricas aplicáveis a todos os paradigmas de engenharia de software, a saber: definição (planejamento e análise), desenvolvimento (projeto, codificação e testes) e manutenção.

O paradigma do ciclo de vida clássico (também conhecido como modelo em cascata) é uma abordagem sequencial de desenvolvimento em que os requisitos que caracterizam o objetivo geral e os objetivos específicos do software devem ser definidos já nas primeiras fases do ciclo de desenvolvimento — “engenharia de sistemas e análise de requisitos” (PRESSMAN, 1995). O usuário, então, só terá oportunidade de “ver e sentir” o sistema numa fase bem adiantada de sua implementação, quando, não raramente, o usuário percebe que o sistema não é o que ele esperava e/ou o usuário deseja novas funcionalidades.

“Prototipagem rápida foi formalmente introduzida no começo da década de 80, como uma alternativa à entrega forçada de sistemas de software com funcionalidade incorreta” (CONNEL & SHAFER, 1989).

“A suposição de que é possível criar uma especificação completa previamente para o desenvolvimento tem sido a maior causa de problemas devido às freqüentes mudanças das especificações durante e depois do desenvolvimento” (WOOD & KANG, 1992).

Idealmente, prototipagem rápida (e suas ferramentas) deveriam suportar todas as diferentes fases do desenvolvimento e a aquisição de suas respectivas informações necessárias (BLOM, 2000).

VLIET (1993) apud BLOM (2000) reconhece as seguintes fases de desenvolvimento:

- **Análise de requisitos:** “esta fase resulta em uma completa descrição do problema a ser resolvido. Isto inclui a funcionalidade requerida do sistema, os requisitos de performance e hardware requerido.

Protótipos ajudam a encontrar a descrição do problema permitindo aos desenvolvedores ver como usuários interagem com o sistema e o que eles esperam do sistema. Usuários também podem dar um *feedback* sobre o sistema que os desenvolvedores podem integrar com a descrição do problema. Além disso, é freqüente o caso de os usuários mudarem seus desejos uma vez que eles tenham

usado o sistema. Prototipagem permite que essas mudanças sejam incorporadas com antecedência no desenvolvimento do sistema”.

- **Projeto:** “nesta fase um projeto é feito. Este projeto é um modelo do sistema inteiro. Quando implementado, deveria resolver o problema descrito na fase de análise de requisitos. É importante ver que o projeto não é uma implementação. A fase de projeto descreve o que precisa ser feito, não diz como isto deve ser feito. O Projeto não apenas define a funcionalidade (as funções necessárias para resolver o problema), mas também a funcionalidade da interface (quais informações precisam ser mostradas ao usuário e quais comandos devem estar disponíveis para o usuário para que ele possa manipular a informação).

Protótipos certamente podem ajudar a definir a funcionalidade da interface. De fato, muitos protótipos apenas exibem a funcionalidade da interface sem muita funcionalidade do sistema. Usando protótipos usuários podem deixar claro quais informações eles necessitam manipular e ajudar a definir a funcionalidade da interface. Ao mesmo tempo, fornecem boas dicas sobre a funcionalidade necessária para o sistema”.

- **Implementação:** “aqui o sistema é implementado. Esta fase se preocupa em como o modelo resultante da fase de projeto deve ser implementado. O resultado da fase de implementação é um sistema executável, o qual (esperançosamente) resolve o problema.

Idealmente, a implementação do protótipo poderia ser usada para implementar o sistema real. Em outras palavras o protótipo deveria resultar em reusabilidade do código. Na prática, entretanto, isto não é sempre o caso. Existem várias razões para isto:

- O protótipo não é executável e assim o protótipo não contém código que possa ser reutilizado, ele não contém código executável de nenhuma maneira.
- O protótipo é escrito em uma linguagem diferente da que será utilizada para sistema real. Frequentemente protótipos são criados usando uma linguagem de *script*¹⁴ que não é poderosa o suficiente para o sistema inteiro ser criado com ele. A solução óbvia é escrever o protótipo na mesma linguagem que o sistema

¹⁴ “Refere-se a execução de um procedimento em linguagem de alto nível”. (WILLRICH, 2000)

real. Mas então a linguagem usada para criar o protótipo deve ser bastante poderosa e mais poder significa mais dificuldade de uso. Então o protótipo levará mais tempo para ser desenvolvido.

- O protótipo não é bem construído. Um dos requisitos dos protótipos é que eles podem ser criados rapidamente. Infelizmente em ciência da computação fazer algo rapidamente sempre interfere no “fazer algo bem feito”. E se o sistema real não é bem construído, ele terá muito mais erros e será mais difícil de manter. Também muitas ferramentas de protótipos tendem a misturar a interface do usuário com a funcionalidade do sistema o que compromete também uma boa construção. Conseqüentemente o código de um protótipo mal estruturado não deveria ser usado para implementar o sistema real”.
- **Teste:** “a fase de teste testa se o sistema resultante da fase de implementação realmente resolve o problema. Se não resolve, os desenvolvedores devem retornar à fase anterior e corrigir os erros.

Prototipagem pode ser útil na fase de teste. Ou será mais precisa, prototipagem pode reduzir a necessidade da fase de teste. Idealmente a fase de teste não deveria ser necessária de maneira nenhuma. Mas com as técnicas correntes disponíveis em ciência da computação, é impossível fazer software sem erros para todos, mas principalmente para sistemas triviais. Prototipagem não pode resolver este problema completamente, mas pode deixar menos difícil. Durante a criação do protótipo erros em potencial podem já ser detectados e corrigidos mais cedo. Como regra geral, quanto mais cedo os erros são encontrados, mais barato para corrigi-los. O problema de erros no software é essencialmente transformado no problema de erros no protótipo. Mas erros no protótipo são mais fáceis de resolver porque podem ser descobertos mais cedo e porque o protótipo é menos complexo que o sistema real”.

- **Manutenção:** “mesmo depois do teste o sistema ainda conterà erros, os quais serão corrigidos na fase de manutenção, conforme eles são descobertos. Também os usuários podem pensar sobre novos requisitos enquanto eles estão usando o sistema. A nova funcionalidade necessária para suportar esses requisitos será incluída no

sistema na fase de manutenção e também as fases anteriores serão revisadas conforme necessário.

O propósito principal da prototipagem é coletar informações necessárias para construir o sistema com êxito. Por isso a prototipagem pode ser útil para descobrir quais novas funcionalidades são desejadas no sistema”.

4.3 ABORDAGENS PARA PROTOTIPAGEM DE SOFTWARE

Em SAGE & PALMER (1990) apud WOOD & KANG (1992) foram identificados não menos que 18 abordagens de prototipagem descritas por seis diferentes autores.

Já CONNELL & SHAFER (1989) destacam cinco abordagens mais comuns: protótipos descartáveis, rápidos e ruins, dirigidos por projeto, maquetes e prototipagem evolucionária, descritas segundo CONNELL E SHAFER (1989) brevemente a seguir:

- **Protótipo descartável (*throwaway*):** “descreve um projeto de um produto para ser usado somente para ajudar o cliente a identificar os requisitos do novo sistema. Desenvolvedores às vezes são obrigados a descartar por causa das ferramentas usadas para o protótipo, se tais ferramentas não são adequadas para uso em sistemas de produção. Todos os elementos do protótipo de trabalho serão descartados, como pretendido, depois que os requisitos do sistema tenham sido identificados. Somente os requisitos derivados serão mantidos, preparando o terreno para o trabalho no sistema real. Um protótipo descartável pode ser pensado como nada mais que uma especificação de requisitos dinâmica”.
- **Protótipo Rápido e Ruim (*quick and dirty*):** “Rápido e Ruim é um velho termo descrevendo uma abordagem de rapidamente introduzir uma versão de um sistema, então modificando-o até o cliente poder conceder uma aprovação mínima. No passado, isso significava escrever programas em linguagens padrão antes de muita performance, análise ou projeto. Os programas eram modificados baseados no feedback dos usuários. O software resultante é quase certo ser caro para manter porque o código foi remendado muitas vezes, mesmo antes de ser entregue e

raramente é acompanhado por qualquer documentação. Sem o mínimo de ferramentas adequadas para prototipagem rápida, qualquer modelo de trabalho produzido no início do desenvolvimento de um projeto será, por definição, rápido e ruim”.

- **Protótipo dirigido por projeto (*design-driven*):** “Esta abordagem para prototipagem é derivada das áreas de engenharia onde “protótipo” significa um modelo de pré-produção do sistema. O modelo é completo e tão perfeito quanto pode ser. É feito então um test-driven para descobrir quaisquer defeitos os quais podem ser corrigidos antes da entrega do produto final. Nos termos da computação, um sistema é desenvolvido usando técnicas tradicionais para análise, projeto e codificação. Clientes vêem resultados da análise de alto-nível, tal como diagramas de fluxo de dados, mas eles não vêem mais nada até bem depois do projeto detalhado ter sido completado. Este tipo de protótipo é problemático, porque ele é tão detalhado - análise e projeto alegados completos – que será caro modificar toda a documentação e o sistema quando demonstrações do protótipo descobrirem resultados inesperados ou indesejados.

O problema de transportar o conceito de protótipo dirigido por projeto para o desenvolvimento de software é que mudanças solicitadas e necessárias como resultado da demonstração de um protótipo de sistema de software são tipicamente muito maiores em número e mais complicadas para alcançar que mudanças resultantes de uma demonstração de um modelo bem projetado de um dispositivo de hardware”.

- **Maquetes (*nonfunctioning mock-ups*):** “Uma maquete fornece ao cliente exemplos visuais de entradas e saídas dos processos do sistema. A maquete é às vezes em papel somente, embora possa ser um protótipo somente das telas criado no computador. Os exemplos são manualmente preparados pelos desenvolvedores. Nenhum dado realmente entra no computador, nem saem resultados realmente processados, mas os desenvolvedores freqüentemente incluem exemplos de dados para mostrar o formato dos menus, formulários de entrada e relatórios. Uma distinção entre throwaways (descartáveis) e mock-ups (maquetes) é baseada na

presença ou ausência de dados reais. Obviamente que as maquetes também são descartadas após os requisitos terem sido definidos”.

- **Prototipagem evolucionária:** “Uma sentença formal descrevendo um protótipo que é desenvolvido gradualmente poderia ser: um modelo de trabalho facilmente modificável e extensível de um sistema proposto, não necessariamente representativo do sistema completo, o qual fornece aos usuários da aplicação uma representação física de partes do sistema antes da implementação. Aqui é declarada uma alternativa: uma construção fácil, modificável sem demora, extensível no final, parcialmente especificada, modelo de trabalho dos aspectos primários de um sistema proposto.

A maioria dos especialistas estão de acordo que o objetivo primário da prototipagem rápida é fornecer um meio de descobrir o verdadeiro e completo conjunto de requisitos funcionais do sistema que satisfarão as legítimas necessidades dos negócios do usuário e técnicas de prototipagem evolucionária podem ser aplicadas efetivamente para todas as fases do ciclo de vida de desenvolvimento do software”.

4.4 PROTOTIPAGEM RÁPIDA E INTERFACE DO USUÁRIO

“A interface do usuário¹⁵ é a parte do sistema que permite ao usuário entrar (com), armazenar, manipular, recuperar dados e iniciar comandos. Uma interface do usuário bem projetada permite ao usuário acesso relativamente fácil ao domínio do sistema”. (FEILER, 1987).

Hoje a quase totalidade das interfaces são interativas.

“Para interfaces não interativas, entradas devem ser preparadas antes da execução real da respectiva aplicação. A saída é freqüentemente registrada para imprimir ou examinar mais tarde. Apesar de suas características, essas aplicações são freqüentemente executadas através de um meio interativo tal como terminais e estações de trabalho.

¹⁵ Detalhada no capítulo 5.

Aplicações com interface interativa levam mais vantagem da capacidade dos meios interativos. São mais sensíveis às necessidades dos seus usuários, fornecem um feedback mais imediato às ações do usuário e aumentam a produtividade do usuário” (FEILER, 1987).

Mas, “a principal ressalva sobre o atual contexto de concepção de sistemas de software interativo é de que nele ainda se privilegia a lógica de funcionamento, colocando em segundo plano a concepção da lógica de operação destes sistemas” (CYBIS, 1997).

“A ergonomia propõem abordagens alternativas para a concepção de softwares que têm como bases o conhecimento do usuário (suas características, necessidades, etc.) e da tarefa a ser informatizada, isto é, da lógica de utilização do sistema usuário/computador” (RIGHI, 1993).

Neste sentido, segundo CYBIS (1997), os protótipos permitem que as soluções de projeto (seguindo a abordagem ergonômica) possam ser implementadas e avaliadas rapidamente.

“Hoje em dia protótipos são na maior parte das vezes usados para criar interfaces do usuários. Está se tornando cada vez mais importante fazer o protótipo das interfaces do usuário primeiro, porque elas estão se tornando mais complexas”(BLOM, 2000).

A que se considerar também que a grande maioria dos sistemas de hoje possuem interface gráfica, as chamadas GUIs (Graphical User Interface) .

“Essas interfaces são mais fáceis de usar que tipos de interfaces mais velhas (por exemplo interfaces de linha de comando), mas elas são mais difíceis de criar. Isto é porque muitas GUIs levam em conta a manipulação direta: a GUI é imediatamente atualizada depois de cada ação do usuário. Isto é uma interface WYSIWYG (What You See Is What You Get). GUIs são primeiramente sem modelo: a GUI não tem estado que restrinja o usuário em comandos que ele possa dar. O usuário

pode dar (quase) qualquer comando a qualquer hora. Todas essas características fazem o trabalho do criador da interface muito mais difícil mesmo sem considerar a difícil tarefa de fazer uma *boa* interface do usuário. No futuro criar interfaces do usuário se tornará ainda mais complexa, por causa das características tais como reconhecimento de voz e gesto” (MIERS, 1996).

Tendo em vista todos os aspectos que envolvem a criação das interfaces do usuário para os mais diversos tipos de softwares atuais, existem muitas ferramentas que tornam o trabalho de criar protótipos de interface mais fácil e eficaz. Algumas dessas ferramentas além de criar o protótipo, permitem a prototipagem evolutiva, aproveitando os protótipos para a implementação efetiva da interface e do sistema de software como um todo.

4.5 CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA

Para que os protótipos cumpram efetivamente o objetivo a que se propõem, é desejável que as ferramentas de prototipagem ofereçam os seguintes requisitos, segundo BLOM (2000):

- **Facilidade de uso:** “pessoas envolvidas no desenvolvimento do sistema são de diferentes especialidades. Há usuários finais, analistas de sistemas, programadores, projetistas e interface, artistas gráficos, etc. Muitas dessas pessoas não tem a formação necessária ou tempo para aprender a usar uma ferramenta de prototipagem complexa. Portanto, ferramentas de prototipagem deveriam ser fáceis de usar. Ferramentas fáceis-de-usar podem também ajudar a criar um protótipo mais rapidamente, contribuindo deste modo para um dos principais objetivos da prototipagem: é mais rápido coletar a informação usando prototipagem que apenas seguindo adiante e coletar a informação iniciando a construção do sistema real diretamente do começo. A habilidade para criar protótipos rapidamente é também importante porque coletar informações é muito difícil e os protótipos provavelmente serão revisados várias vezes antes da informação necessária ser capturada”.

- **Rápida modificação:** “Isto também é um requisito importante para ferramentas de prototipagem, porque como declarado acima, o primeiro protótipo construído não será suficiente. Os desenvolvedores adaptarão os protótipos muitas vezes e isto significa que ferramentas devem permitir que mudanças sejam incorporadas rapidamente”.
- **Flexibilidade:** “Flexibilidade significa que ferramentas de prototipagem devem suportar uma ampla variedade de projetos e dar aos desenvolvedores extensivo controle sobre detalhes do projeto. Prototipagem acontece muito cedo no ciclo de vida (o que não significa que seja útil somente no início do ciclo de vida) e quando o sistema solicitado e a funcionalidade da interface não são ainda conhecidos. Por isso as ferramentas não devem restringir a liberdade dos desenvolvedores em suas escolhas”.
- **Útil através do ciclo de desenvolvimento:** “como discutido anteriormente, protótipos podem ser úteis em várias fase do ciclo de desenvolvimento e as ferramentas devem suportar isso”.
- **Executável:** “Executável significa ser capaz de responder às entradas do usuário e dar respostas. Sendo executável, um protótipo está mais perto do sistema real do que se não fosse executável. Isto dá às diferentes pessoas envolvidas uma melhor idéia do comportamento do sistema real e assim adiciona às informações coletadas habilidades de protótipo. Também a possibilidade de se capaz de reutilizar o código do protótipo no sistema real aumenta se o protótipo é executável”.
- **Equipe de projeto:** “software normalmente não é desenvolvido só por uma pessoa, mas por uma equipe. Especialmente com prototipagem muitos diferentes grupos de pessoas são envolvidas. Por isso é importante que ferramentas suportem uma equipe de projeto, ou seja, que suportem diferentes pessoas trabalhando no protótipo simultaneamente sem que mudanças feitas por algumas pessoas sejam sobrescritas por mudanças feitas por outras pessoas. Também seria útil se as ferramentas permitissem que pessoas trabalhassem no protótipo remotamente porque nem todos os membros da equipe trabalham no mesmo local”.
- **Controle da versão:** “como argumentado acima, muitas mudanças serão feitas no protótipos. Essa mudanças deveriam ser catalogadas sob seu próprio número de

versão e com a descrição das mudanças e razões para a mudança (por exemplo *feedback* do usuário final). Além disto, é importante que versões mais antigas estejam também disponíveis. Controle de versão faz isso possível e ferramentas de prototipagem devem suportar isso”.

4.6 FERRAMENTAS PARA PROTOTIPAGEM RÁPIDA

Segundo CONNELL & SHAFER (1989) ferramentas especiais para prototipagem dependem do que se deseja fazer usando protótipos. E explica:

“Protótipos somente de telas podem ser desenvolvidos com algo tão básico e universalmente disponível como um editor de texto. Ferramentas de desenvolvimento de software mais avançadas, permitem a rápida produção de modelos (dinâmicos) que podem ser modificados sem demora, descritos como *protótipos rápidos*”.

CONNELL & SHAFER (1989), destacam seis principais abordagens de ferramentas:

- “No campo da inteligência artificial, prototipagem rápida envolve o uso de LISP ou PROLOG. O conceito de prototipagem rápida aqui é escrever código para aplicações de inteligência artificial mais rapidamente”.
- “O ambiente da linguagem de programação Ada é descrito como um ambiente de prototipagem rápida porque é baseado em pacotes de código reutilizável e bibliotecas de programas usados para “mesclar e combinar” modelos de trabalho”.
- “NIH (Not Invented Here) é usado para referenciar sistemas proprietários de prototipagem rápida que são talvez, relacionais, de inteligência artificial e não requerem interação humana (não se pode ter uma idéia muito clara de sua natureza)”.
- “Prototipagem rápida sem ferramentas: há aqueles que, por alguma razão, não tem ferramentas adequadas. Prototipadores neste caso têm duas escolhas: prototipagem rápida e ruim ou maquetes”.

- “Uma classe particular de prototipagem rápida é praticada em ambientes de mainframe. Neste campo se usa um sistema gerenciador de banco dados em particular – IDMS/R – como uma ferramenta de prototipagem”.
- “Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) que permitem que estruturas armazenadas sejam modificadas rapidamente. Muitos pacotes disponíveis comercialmente oferecem a flexibilidade necessária e eficiência para rodar sistemas de aplicação. Muitos desses produtos têm um formulário de interface que permite que aplicações sejam criadas usando desenvolvimento visual de telas e menus em vez de escrita de procedimentos”.

PRESMAN (1995) cita três métodos e ferramentas de prototipagem rápida:

- **Técnicas de quarta geração:** “as técnicas de quarta geração (4GTs) abrangem um amplo conjunto de linguagens de emissão de relatórios e de consulta (*query*) a bancos de dados, de geradores de aplicações e de programas além de outras linguagens não-procedimentais de nível muito alto. Uma vez que capacitam o engenheiro de software a gerar códigos executáveis rapidamente, as 4GTs são ideais para a prototipagem rápida. Não obstante o domínio de aplicação das 4GTs limite-se atualmente aos sistemas de informação comerciais, ferramentas para aplicações de engenharia estão começando a surgir”.
- **Componentes de Software Reusáveis:** “Outra abordagem à prototipagem rápida é montar, em vez de construir o protótipo, fazendo uso de um conjunto de componentes de software existente. Um componente de software pode ser uma estrutura de dados (ou banco de dados) ou um programa ou um componente procedimental (isto é, um módulo). Em cada caso, o componente de software deve ser projetado de tal maneira que possa ser reusado sem um conhecimento detalhado de seu funcionamento interno.

Deve-se notar que um software existente referente a um produto pode ser usado como “protótipo” para um produto competitivo “novo e melhorado”. De certa forma, essa é uma forma de reusabilidade para a prototipação de software”.

- **Especificação Formal e Ambientes de Prototipação:** “Uma série de linguagens e ferramentas de especificação formais foi desenvolvida em substituição às técnicas

de especificação em linguagens naturais. Os desenvolvedores dessas linguagens formais estão desenvolvendo ambientes interativos (RZEPKA & OHNO, 1985) apud PRESSMAN (1995) que:

- Possibilitem que analista crie interativamente uma especificação baseada em linguagem de um sistema de software;
- Invoque ferramentas automatizadas que traduzam a especificação baseada em linguagem em código executável e
- Capacite o cliente a usar o código executável como um protótipo para refinar os requisitos formais”.

Para SZEKELY (1994) apud BLOM (2000) “existem vários tipos diferentes de ferramentas que podem ser usados para construir protótipos”.

As ferramentas discutidas abaixo por SZEKELY (1994) apud BLOM (2000) “nem sempre excluem uma a outra, algumas podem ser combinadas com outras para obter maior flexibilidade”.

- **Papel e Lápis:** “são freqüentemente usados para o projeto de interfaces. Esta categoria de ferramentas também incluem seus equivalentes eletrônicos, tal como ferramentas de desenho e editores de texto. São muito fáceis de usar. Também são muito flexíveis. Tudo pode ser desenhado ou escrito. Então, toda a informação necessária pode ser capturada.

Entretanto a maneira que a informação é apresentada não é muito intuitiva. Papel e lápis, é claro, não resultam em um protótipo executável. Portanto eles oferecem apenas um “veja e não sintá”. Ações e seus resultados podem somente ser descritas textualmente ou por imagens desenhadas dos estados antes e depois das ações. Papel e lápis realmente não mostram o que acontece quando o usuário seleciona uma ação em particular.

Mas por causa da sua flexibilidade papel e lápis podem ser usados em combinação com outras ferramentas para complementar suas as características desejadas”.

- **Ferramentas de “fachada”:** “Permitem ao criador especificar o comportamento das entradas depois do esboço e texto, algo que não é possível com papel e lápis.

Por isso ferramentas de fachada entregam protótipos executáveis os quais permitem o “veja e sinta” da aplicação real. Mas não operam sobre dados reais e sim sobre um conjunto limitado de dados fictícios que não podem ser modificados.

Ferramentas de fachada não produzem código reusável, então o esforço de implementação do protótipo é perdido quando da construção do sistema real. Isto não necessariamente é uma desvantagem, porque é freqüentemente discutido que a primeira versão de um protótipo deveria ser descartada de qualquer jeito, porque é provável não estar inteiramente completo da primeira vez e deveria apenas ser visto como um meio de coletar informações necessárias.

Exemplos de ferramentas de fachada são Hypercard e Tcl/Tk desenvolvidas por John Outeshout. Também Microsoft PowerPoint pode ser vista como uma ferramenta de fachada”.

- **Construtores de interface:** “Construtores de interface podem ser usados não somente para o protótipo de interfaces, como também para construir a interface do sistema real. Geram código executável e podem ser reutilizados na aplicação real. Isto é possível porque construtores de interface usam uma linguagem de programação geral para descrever comportamento que pode ser também usado no sistema real.

Porém, construtores de interface também tendem a deixar pouco nítida a distinção entre interface e funcionalidade do sistema. Quando elementos da interface do usuário são ativados, funções especificadas pela criação são automaticamente chamadas. Essas funções, chamadas de funções *callback*, fornecem um meio para o programador especificar o que acontece quando elementos da interface do usuário são ativados. Essas *callbacks* podem conter funcionalidade do sistema, como calcular um resultado ou funcionalidade da interface, como mostrar uma nova janela. Então funcionalidade da interface e funcionalidade do sistema são mescladas e é impossível substituir a interface por outra interface sem também fazer alguma mudança na funcionalidade do sistema. O mesmo acontece para mudanças na funcionalidade do sistema.

Construtores de interface são freqüentemente usados para criar aplicações porque permitem prototipagem rápida e então reutilizam o protótipo na

implementação do sistema real. Por isso, construtores de interface são necessários para desenvolvedores criarem aplicações mais rápido e portanto são frequentemente promovidos como ferramentas para Desenvolvimento Rápido de Aplicações (RAD). Alguns exemplos são UIM/X para X, the NeXT Interface Builder e Microsoft Visual Basic, Borland Delphi e C++ Builder para Windows”.

- **Ferramentas baseadas em modelo:** “oferecem uma nova abordagem para especificar interfaces. Outras ferramentas permitem ao criador especificar *como* a interface parece (o aspecto da interface), uma ferramenta baseada em modelo permite ao criador especificar *quais* características uma interface deve ter sem especificar como deverá ser implementada. Por isso ferramentas baseadas em modelos permitem ao criador abstrair-se de detalhes da implementação. O criador apenas especifica quais tarefas os usuários deveriam ser capazes de executar e com quais dados a aplicação deve trabalhar, e a ferramenta gera uma interface muito brevemente. Outra vantagem é que o raciocínio sobre a especificação pode ser parcialmente automatizado, assim se torna possível automaticamente detectar inconsistências na especificação da interface e guiar o criador.

Existem também algumas desvantagens. Pessoas tem uma tendência de definir problemas em termos de possíveis soluções sem definir o problema real. Então elas terão problemas usando ferramentas baseadas em modelos, as quais permitem às pessoas especificarem o problema, as soluções vem depois. Por isso ferramentas baseadas em modelos são, especialmente no início, difíceis de usar porque pessoas tem se acostumar a escrever especificações declarativas. Também porque a interface é automaticamente gerada, alguns controles sobre detalhes da interface são perdidos. Finalmente, porque a abordagem baseada em modelos é muito diferente de outras abordagens, as ferramentas estão ainda em fase de pesquisa e não estão ainda adaptadas para o uso disseminado. Humanoid e Adpet são exemplos de ferramentas baseada em modelo”.

- **Ferramentas de domínio específico:** “são usadas para criar tipos especiais de aplicação. Enquanto outras ferramentas suportam a criação de aplicações em geral, ferramentas de domínio específico podem ser usadas em um domínio particular, por exemplo aplicações de base de dados. Por causa desses domínios menores,

ferramentas de domínio específico não são ferramentas de prototipagem: elas são usadas para construir aplicações reais. Mas porque elas oferecem tais poderosas facilidades elas permitem aplicações serem criadas muito rápido, rápido o suficiente para serem consideradas uma ferramenta de prototipagem e serem usadas como tal.

Ferramentas para a criação de aplicações de base de dados são muito populares hoje em dia. Microsoft Visual Basic, Borland Delphi and C++ builder todas suportam criação rápida de aplicações de base de dados e podem portanto ser consideradas ferramentas de domínio específico. Todas as três combinam estas capacidades como um linguagem de programação de propósito geral (Visual Basic, Pascal and C/C++ respectivamente), tornando-as ferramentas muito poderosas para criar aplicações”.

- **Implementação Real:** “A implementação real de um sistema poderia também ser considerada uma categoria de ferramenta de prototipagem. Mas isso normalmente é uma má idéia, porque usando a implementação real faltam algumas das mais importantes características de ferramentas de prototipagem. Dado que a implementação real de um sistema é grande e complexo, a ferramenta usada para criá-lo é necessariamente complexa também, o que significa que é freqüentemente difícil para aprender e usar e não muito adaptada para incorporar mudanças rapidamente.

Este problemas são menos severos com ferramentas de Desenvolvimento Rápido de Aplicações e ferramentas de domínio específico, por isso essas ferramentas poderiam ser consideradas um exemplo válido do uso da implementação real como protótipo”.

4.7 CONCLUSÃO

Há uma gama de opções de abordagens de técnicas de prototipagem rápida na engenharia de software. A mais completa delas seria a prototipagem evolutiva que visa utilizar os protótipos em todas as fases de desenvolvimento do software, mantendo o usuário como ativo agente desse processo, com responsabilidades sobre a eficiência do resultado esperado.

O que evidencia a importância de técnicas de prototipagem rápida é que elas permitem avaliações dinâmicas no desenrolar do processo de desenvolvimento de um software, e é uma alternativa às freqüentes insatisfações dos usuários quando do recebimento de um software pronto e tardiamente avaliado.

A pesquisa sobre as características do processo de desenvolvimento de sistemas utilizando prototipagem rápida e suas variadas abordagens possibilita avaliar a possibilidade de empregar técnicas de prototipagem rápida também para o desenvolvimento de cursos a distância.

Neste sentido, visando o objetivo proposto, interessa especificamente o papel da prototipagem para interface do usuário e as ferramentas utilizadas para esse fim.

Por isso, o capítulo 5 trata de levantar alguns conhecimentos sobre interface do usuário e contribuições da ergonomia de software para sua criação que são relevantes para o processo de desenvolvimento desse trabalho.

5 INTERFACE DO USUÁRIO

A dificuldade que o usuário enfrenta na utilização de sistemas informatizados não é uma questão nova – desde que os sistemas de computador começaram a ser produzidos em escala comercial e utilizados por pessoas que não os próprios desenvolvedores, muitos são os fatores que levam à insatisfação do usuário diante de sistemas de computador, à improdutividade e até a distúrbios de ordem emocional e psicológica que prejudicam o usuário e sua função no trabalho, em vez de auxiliá-lo. “As principais causas das anomalias são historicamente decorrentes da ênfase na lógica de funcionamento do sistema, em detrimento de sua lógica de utilização” (CYBIS, 1997).

Também não são novas as tentativas de se modificar essa situação. Muito se tem feito para melhorar a comunicação entre a máquina (no caso o computador) e o homem, como vemos nos atuais sistemas que se utilizam de recursos tais como interface gráfica, hipermídia, inteligência artificial, realidade virtual, etc.

O que há de novo é a incessante busca no aperfeiçoamento das técnicas e métodos para se criar interfaces do usuário cada vez mais fáceis, confortáveis e eficazes. “Enquanto baseada mais em opiniões e julgamentos individuais, do que na aplicação sistemática de conhecimentos, a atividade de concepção de interfaces humano-computador estará mais perto da arte do que da ciência ou engenharia” (CYBIS, 1997).

Visto que o desempenho do usuário na utilização de produtos informatizados está diretamente ligado à interface com a qual ele interage, é importante determinar os aspectos que tornam essa interface eficiente na sua tarefa de fazer a comunicação entre o homem e a funcionalidade que a máquina oferece o mais produtiva possível.

O objetivo deste capítulo é delinear esses aspectos e descrever sucintamente as contribuições da ergonomia para o projeto destas interfaces.

A relevância da abordagem ergonômica (para o desenvolvimento de interfaces) para este trabalho está no fato de que cada vez mais se produz cursos para EAD baseados em computador, distribuídos via CD-ROM e Internet, principalmente. Os projetistas de cursos

a distância têm como desafio produzir cursos que tentem suprir da melhor maneira possível a interação professor-aluno, que é mediada pelos meios tecnológicos.

O curso ideal seria aquele que se adapta ao aluno, tendo em vista suas particularidades, se adapta a tarefa, tendo em vista sua finalidade, e promove a efetiva aprendizagem do aluno, tendo em vista o(s) meio(s) tecnológico(s) utilizados, a aplicação dos conhecimentos dos especialistas em educação e dos conhecimentos “ergonômicos” que possam contribuir para a usabilidade dos sistemas (educacionais a distância) informatizados.

5.1 A TERMINOLOGIA

O termos interface do usuário, interface homem-computador (IHC), entre outros termos, são usados para descrever o processo de comunicação entre o computador e o usuário.

“Os termos interface homem-máquina, interface homem-computador ou interface com o usuário são freqüentemente usados na associação com sistemas interativos” (HIRATSUKA, 1996).

NIELSEN (1993) apud GAMEZ (1998) identifica que profissionais da área sugerem diversos nomes para se referir a sistemas informatizados em termos de qualidade de utilização, tais como CHI (computer-human interface), ou HCI (human computer interaction), onde a palavra *human* vem primeiro, mesmo que representada simbolicamente), UCD (user centered design), MMI (man-machine interface), HMI (human-machine interface), OMI (operator machine interface), UID (user interface design), HF (human factors), Ergonomia, etc.

Adota-se neste trabalho o termo interface do usuário ou o termo utilizado na bibliografia referenciada.

5.2 INTERFACE, INTERAÇÃO E INTERATIVIDADE

Visto que os termos interface, interação e interatividade são usados para se referir ao processo de comunicação entre o computador e o homem, cabe aqui salientar a que se refere cada expressão especificamente.

Segundo MADDIX (1990) apud HIRATSUKA (1996) “interação inclui todos os aspectos do meio ambiente, tais como: a prática do trabalho, o *layout* do escritório, etc. Interface é somente uma parte do sistema com o qual o usuário entra em contato por meio do plano físico, perceptivo e cognitivo”.

Já para BELLONI (2000) “é fundamental esclarecer com precisão a diferença entre o conceito sociológico de interação e interatividade, e explica:

“interação é a ação recíproca entre dois ou mais atores onde ocorre *intersubjetividade*, isto é, encontro de dois sujeitos que pode ser direta ou indireta (mediatizada por algum veículo técnico de comunicação, por exemplo, carta ou telefone). O termo interatividade – característica técnica que significa a possibilidade de o usuário interagir com um máquina – vem sendo usado indistintamente com dois significados diferentes em geral confundidos: de um lado a potencialidade técnica oferecida por determinado meio (por exemplo CD-ROMs de consulta, hipertextos em geral, ou jogos informatizados), e de outro, a atividade humana, do usuário, de agir sobre a máquina, e de receber em troca uma ‘retroação’ da máquina sobre ele”.

Este trabalho se preocupa com os aspectos relativos a *interface* especificamente e utiliza tanto o termo *interação* quanto o termo *interatividade* quando se refere à comunicação do usuário com a interface, conforme a bibliografia referenciada.

5.3 DEFINIÇÕES

Conforme HACKOS & REDISH (1998), “uma interface é a ponte entre o mundo de um produto ou sistema e o mundo dos usuários. É o meio pelo qual usuários interagem com os produtos para alcançar seus objetivos. É o meio pelo qual o sistema se mostra ao usuário e se comporta em relação às necessidades do usuário”. E detalha:

“Interface ocorre em tudo que se trabalhe, incluindo:

- Os controles em um produto de hardware;
- Os rótulos e sinais no hardware;
- Telas de cristal líquido em máquinas de todos os tipos;
- As telas de aplicações de software em terminais de mainframe;
- As telas para aplicações de software em computadores pessoais rodando sistemas operacionais tais como Windows, OS/2, DOS, Macintosh, UNIX e outros;
- As páginas de um *site* da Web;
- Sistemas de ajuda e manuais *online* e em papel;
- Tutoriais embutidos e outros tipos de suporte de performance;
- Layouts de página de formulários em papel ou outros documentos”.

Para BAECKER et al. (1995) apud MANDEL (1997) “limitadamente definida, interface compreende os dispositivos de entrada e saída e o software que os serve. Amplamente definida, a interface inclui tudo o que dá forma à experiência do usuário com o computador, incluindo documentação, treinamento e suporte humano”.

Galvis (1992) apud GAMEZ (1998) define que a interface é a zona de comunicação em que se realiza a interação entre o usuário e o programa. E Gamez (1998) mais detalhadamente explica:

“nela estão contidos os tipos de mensagens compreensíveis pelos usuários (verbais, icônicas, pictóricas ou sonoras) e pelo programa (verbais, gráficas, sinais elétricos e outras), os dispositivos de entrada e saída de dados que estão disponíveis para a troca de mensagens (teclado, *mouse*,

monitor, microfone) e ainda as zonas de comunicação habilitadas em cada dispositivo (as teclas no teclado, os menus no monitor, barras de tarefas, áreas de trabalho)”.

Ainda em SCAPIN (1977) apud CYBIS (1994) ”uma interface homem-computador engloba todos os aspectos dos sistemas informatizados que influenciam a participação do usuário em suas tarefas” e “é determinante das estratégias e do desempenho do usuário em sua tarefa” (CYBIS, 1994).

Tendo em vista a importância da interface no processo de interação entre homem e máquina, cabe detalhar as características que a tornam eficaz para o objetivo a que cada tipo do sistema se propõe, como segue.

5.4 USABILIDADE DA INTERFACE DO USUÁRIO

“A usabilidade é definida pela norma ISO 9241 como a capacidade que apresenta um sistema interativo de ser operado, de maneira eficaz, eficiente e agradável, em um determinado contexto de operação, para a realização das tarefas de seus usuários” (CYBIS, 1997).

“Usabilidade pode ser definida em termos do grau de satisfação e eficiência que o usuário de um determinado sistema computacional pode atingir, em função dos objetivos específicos do trabalho, num dado ambiente” (GAMEZ, 1998).

Segundo HACKOS & REDISH (1998) para ser usável

“uma interface deve permitir que as pessoas que usam o produto (usuários), trabalhem em seu próprio ambiente físico, social e cultural. Realizar seus objetivos e tarefas efetivamente. Para ser usável, uma interface deve ser percebida como usável por aqueles que devem usá-la ou escolhem usá-la. No melhor caso, esquecidos do *design* – que funciona tão bem que eles nem o notam. A interface verdadeiramente usável é transparente no trabalho que o usuário está tentando realizar”.

Para HACKOS & REDISH (1998) “interfaces usáveis tem certas características em comum:

- Refletem o fluxo de trabalho que é familiar e confortável.
- Suportam os estilos de aprendizado do usuário.
- São compatíveis com o ambiente de trabalho do usuário.
- Abrangem um conceito de *design* (uma metáfora ou idioma) que é familiar ao usuário.
- Têm consistência de apresentação (layout, ícones, diálogos) que as fazem parecerem reais e fáceis de aprender.
- Usam linguagem e ilustrações que são familiares aos usuários ou fáceis de aprender”.

NIELSEN (1993) apud GAMEZ (1998) propõe que “a usabilidade tem múltiplos componentes e é tradicionalmente associada com os seguintes cinco atributos:

- *Aprendizagem*: O sistema deve ser fácil de aprender, de forma que o usuário possa rapidamente começar a realizar operações com o sistema.
- *Eficiência*: O sistema deve ser eficiente para uso, de forma que, assim que o usuário tenha aprendido o sistema, seja possível desempenhar um alto grau de produtividade.
- *Memorização*: O sistema deve ser fácil de memorizar, de forma que o usuário casual possa retornar ao sistema após algum período de ausência sem ter que reaprender tudo novamente.
- *Gestão de Erros*: O sistema deve ter um baixo índice de erros, de modo que os usuários cometam poucos erros durante o uso do sistema, e se o cometerem, que possam facilmente reparar os mesmos. Erros catastróficos não podem ocorrer e devem ser evitados.
- *Satisfação*: O sistema deve ser agradável ao uso, de modo que os usuários se sintam satisfeitos quando o utilizam”.

COX & WALKER (1993) apud GAMEZ (1998) fornecem uma definição de usabilidade em termos de objetivos e critérios operacionais que podem ser expressos qualitativamente, conforme descrito na tabela abaixo:

Critério	Questão
Funcionalidade	O usuário pode executar as tarefas requeridas ?
Compreensão	O usuário compreende o sistema ?
Tempo	As tarefas do usuário são efetuadas num tempo razoável ?
Ambiente	As tarefas ajustam-se com outras características do ambiente em que o usuário está inserido?
Segurança	O sistema irá apoiar o usuário física e psicologicamente ?
Erros	O usuário faz muitos erros ?
Comparações	O sistema é comparável com outras maneiras que o usuário teria para realizar a mesma tarefa ?
Padrões	O sistema é similar a outros que o usuário provavelmente utiliza?

Tabela 5.4: Critérios de usabilidade. (GAMEZ, 1998)

Os autores acima citados utilizam esse critérios para medir a usabilidade. Pode-se encontrar na literatura, diversas técnicas para se avaliar usabilidade, assim como outros critérios utilizados na avaliação.

Contudo, o escopo deste trabalho limita-se a definir critérios de usabilidade que são úteis para alcançar o objetivo proposto. A ergonomia de IHC define esses critérios, por isso cabe definir o que é ergonomia de uma modo geral e ergonomia de IHC especificamente, como segue.

5.5 ERGONOMIA

A palavra Ergonomia vem do grego: *ergon* = trabalho e *nomos* = legislação, normas.

Para GRANDJEAN (1998) apud GAMEZ (1998) “de forma abreviada, a Ergonomia pode ser definida como a ciência da configuração de trabalho adaptado ao homem e tem

como objetivo o desenvolvimento de bases científicas para a adequação das condições de trabalho às capacidades e realidades da pessoa que trabalha”.

“Na ergonomia, nos seus fundamentos, portanto, possibilita-se a humanização da tecnologia, a melhoria das condições de trabalho e da qualidade de vida. O homem é o centro, o homem é o foco, o homem é o objeto principal” (FIALHO & SANTOS, 1997).

Ergonomia “é o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo conforto, segurança e eficácia” (WISNER, 1987).

FIALHO & SANTOS (1997) analisam: “esta definição evidencia dois aspectos fundamentais na prática ergonômica: o conjunto dos conhecimentos científicos sobre o homem e a aplicação destes conhecimentos na concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que o homem utiliza na atividade de trabalho”.

E FIALHO & SANTOS (1997) concluem: “entretanto, é certo que as situações de trabalho não são determinadas unicamente por critérios ergonômicos. A organização do trabalho, a concepção de ferramentas e máquinas, a implantação de sistemas de produção são, também, determinadas por outros fatores, tanto técnicos como econômicos e sociais”.

Segundo IIDA (1990) apud HIRATSUKA (1996), a ergonomia é o “estudo da adaptação do trabalho ao homem. O trabalho aqui tem uma acepção bastante ampla, abrangendo não apenas aquelas máquina e equipamento utilizados para transformar os materiais, mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e seu trabalho”.

CYBIS (1997), atenta para o caráter interdisciplinar da ergonomia “uma vez que para adaptar o trabalho ao homem, o ergonomista deva conhecer tanto um quanto o outro. Assim ele deve buscar referencial teórico em disciplinas tanto da ciências humanas e da saúde como das ciências exatas e das engenharias”.

5.5.1 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

Segundo FIALHO & SANTOS (1997) “só existe ergonomia se existir uma análise ergonômica do trabalho e só existe uma análise ergonômica se ela for realizada empiricamente numa situação real de trabalho”. Essa análise comporta três fases, descritas a seguir, conforme FIALHO & SANTOS (1997):

- “**Análise da demanda:** é a definição do problema a ser analisado, a partir de uma negociação com os diversos atores envolvidos;
- **Análise da tarefa:** é o que o trabalhados deve realizar e as condições ambientais, técnicas e organizacionais desta realização;
- **Análise das atividades:** é o que o trabalhador, efetivamente, realiza para executar a tarefa. É a análise do comportamento do homem no trabalho”.

FIALHO & SANTOS (1997) explicam que idealmente essas fases deveriam ocorrer cronologicamente para garantir uma coerência metodológica, mas na prática, estas fases podem ocorrer quase simultaneamente, sem contudo prejudicar a seqüência metodológica.

Como a ergonomia trata de adaptar a tarefa ao homem, colocando-o como o centro do processo do trabalho, é através da abordagem ergonômica, chamada de ergonomia de IHC que se têm buscado soluções para as dificuldades históricas do homem enquanto usuário de sistemas informatizados.

5.6 ERGONOMIA DE IHC

Segundo CYBIS (1997),

“as atividades humanas sempre têm uma componente física e outra mental, motivando assim duas especialidades bem nítidas da ergonomia, a física e a cognitiva. Esta última especialidade tem por domínio o conjunto de atividades de tratamento de informação dos sujeitos engajados na realização de uma tarefa. A Ergonomia de Interfaces Humano-

Computador – IHC – se aplica no âmbito da tarefa informatizada, onde os processos cognitivos das atividades são preponderantes”.

“Entende-se por IHC o estudo de caráter inter e multidisciplinar que se preocupa com a adaptação de sistemas computacionais ao seu usuário, visando a maior satisfação, segurança e produtividade. O estudo em IHC é um caso particular dentro da ergonomia” (HIRATSUKA, 1996).

CYBIS (1997) explica que “ a abordagem ergonômica para o desenvolvimento da usabilidade de Interfaces Humano-Computador é caracterizada pela consideração acerca dos conhecimento disponíveis sobre habilidades e capacidades cognitivas humanas e dos aspectos ligados ao trabalho como ele é , efetivamente realizado”.

Assim, a abordagem ergonômica de IHC têm seus fundamentos calcados nas bases teóricas da psicologia cognitiva (para o conhecimento das características humanas) e da semiótica (já que o computador é visto como uma máquina que recebe e produz sinais).

5.6.1 PSICOLOGIA COGNITIVA

Visto que para o desenvolvimento de um software interativo há necessidade de se conhecer as características humanas no tratamento de informações, CYBIS (1997) explica que “na medida em que se pretende o computador como uma extensão do cérebro humano, é fundamental conhecer como se processam os tratamentos cognitivos na realização de uma tarefa informatizada”

Segundo HIRATSUKA (1996) o “objetivo da psicologia cognitiva é caracterizar os processos (percepção, atenção, memória, aprendizado, resolução de problemas) em termos de suas capacidades e limitações.

A descrição das leis gerais sobre o comportamento (behaviorismo, que enfoca exclusivamente a relação entre o estímulo e o comportamento humano observável) é complementada, não sem controvérsias, pela descrição dos mecanismos que explicam os seu funcionamento (cognitivismo/construtivismo, que propõe modelos teóricos para

diversas estruturas cognitivas internas responsáveis pelo tratamento da informação) (CYBIS, 1997).

O projeto de sistemas computacionais, de um modo geral, pode se beneficiar da Psicologia Cognitiva pelos seguintes motivos, conforme PREECE (1994) apud HIRATSUKA (1996):

- Por proporcionar conhecimento sobre o usuário;
- Pela identificação e explanação das naturezas e causas dos problemas que os usuários encontram;
- Por proporcionar a modelagem de ferramentas e métodos que auxiliam na construção de interfaces mais fáceis de usar.

As contribuições da psicologia cognitiva no processo de desenvolvimento de materiais instrucionais para educação a distância têm sido utilizados, conforme visto nas teorias da aprendizagem do capítulo sobre EAD. As contribuições da psicologia cognitiva para o desenvolvimento de cursos de EAD informatizados favorecem a criação de interfaces mais adaptadas aos alunos e aos objetivos de aprendizagem que o curso pretende atingir.

5.6.2 SEMIÓTICA

A semiótica é a ciência que estuda a lógica dos sistemas de sinais: linguagem, código, sinalização, etc.

Segundo CYBIS (1997), a interação humano-computador pode ser vista como um processo de comunicação entre dois sistemas cognitivos que fazem tratamento da informação simbólica: “de um lado o ser humano, cujas estruturas cognitivas tratam representações simbólicas da realidade; do outro lado, o computador, visto como uma máquina simbólica que realiza tratamento de sinais produzidos pelos programadores para produzir os sinais que os usuários interpretam e manipulam em suas interfaces”.

Tendo em vista essa interpretação da comunicação homem-computador, é necessário conhecer as bases de funcionamento destes dos sistemas de tratamentos simbólico.

No entanto, o campo da semiótica computacional é amplo, como afirma HIRATSUKA (1996), por isso salienta-se aqui somente algumas considerações gerais.

Da perspectiva da semiótica, programar é, segundo ANDERSEN (1993) apud CYBIS (1997), usar o computador para tentar dizer algo às pessoas. Assim os sinais computacionais são definidos como sinais candidatos, pois dependem do usuário para se realizarem como sinais, mas o projetista deve influenciar a sua interpretação.

Segundo CYBIS (1997) “os sinais computacionais formam estruturas de propriedades manipuláveis, permanentes e transitórias que podem realizar ações sobre os outros sinais do sistema”. E detalha:

“As propriedades manipuláveis são produzidas pelo usuário com o objetivo de articular suas ações e incluem o pressionar de uma tecla, os movimentos do “mouse”, etc.

As propriedades permanentes, geradas pelo computador, são aquelas que permanecem constantes durante o ciclo de vida ativa do sinal e que servem para diferenciá-lo de outros sinais.

As propriedades transitórias, também geradas pelo computador, são as que se modificam durante a vida do sinal. Elas simbolizam os diferentes estados que sua referência pode assumir”.

A composição de sinais concorrentes, formam a “cena”, que corresponde à noção teatral do termo, refere-se a um local com os objetos e os atores necessários para a realização das ações. Assim, “a concepção de um sistema interativo pode se realizar como um processo de inserção de novas cenas em um livro já escrito e comercializado, como aquelas definidas nos sistemas MS-Windows, X-windows, MacApp, etc.” (CYBIS, 1997).

Segundo HIRATSUKA (1996) “são três as forma de signos da semiótica:

- **Os ícones:** são representações de um conceito abstrato ou concreto. O objetivo de um ícone é transmitir, com eficiência, o significado do conceito que está a ele associado. Devem ser facilmente reconhecidos e entendidos pelos usuários do aplicativo.
- **Os índices:** são signos que indicam algo ou algum processo. Por exemplo, a fumaça é um indício de que há fogo no local.
- **Os símbolos:** são signos que podem ser completamente arbitrários na aparência. São geralmente convenções, como por exemplo, as placas de trânsito. Os símbolos implicam um processo de aprendizado por parte do espectador, no qual se faz a associação entre eles e o seu significado. O espectador é levado a acreditar que tal símbolo tem significado porque foi convencionado”.

O projeto de interfaces para cursos de EAD informatizados pode ser beneficiar das perspectiva de semiótica, já que a comunicação se dá através de sinais (signos) que representam os objetos e modelos do mundo real, simulando situações familiares aos alunos, facilitando sua compreensão e aprendizado.

Para simular situações familiares, os projetistas se utilizam de modelos que as pessoas elaboram a partir da realidade que as cercam. Esse modelos são chamados de modelos mentais ou representações simbólicas.

5.6.3 MODELO MENTAL

Para CARROL (1987) e STEVENS & GENTNER (1983) apud HACKOS & REDISH (1998):

“Modelo mental é um termo da psicologia cognitiva que é difícil de definir. Se refere a algo vago, amorfo, individual e mutável coleção de associações na mente das pessoas. As pessoas usam seus modelos mentais para fazer associações entre informações (palavras, figuras, sons, cheiro) que elas estão aprendendo e informações que elas já sabem. Elas usam

seus modelos para prever os efeitos do seu próprio comportamento e como eles esperam que o mundo se comporte em resposta”.

Segundo PREECE (1994) apud HIRATSUKA (1996) “modelo mental é o modelo que as pessoas têm delas mesmas, dos outros, do meio ambiente e dos elementos com os quais elas interagem. As pessoas constroem modelos mentais a partir de seu conhecimento prévio, treinamento, instrução e experiências anteriores”.

É necessário lembrar (HIRATSUKA, 1996) “que os modelos são sempre uma forma de representação reduzida e distorcida da realidade, além de serem incompletos, instáveis e pouco científicos”.

Conforme DANIELLOU (1986) apud HIRATSUKA (1996), “o modelo mental depende da experiência e da formação do usuário. Além disso, um fator também determinante é a cultura na qual se insere a população de usuários”.

5.6.4 METÁFORAS PARA INTERFACE DO USUÁRIO

Para HACKOS & REDISH (1998),

“O termo *metáfora* descreve todo o conceito que você possa usar para organizar todos os objetos e ações com completa coerência. Metáforas tem contribuído para o sucesso de muitos usuários de interfaces gráficas: planilhas eletrônicas, documentos, pastas e etiquetas, todos os tipos de formulários, palheta de cores, controles de máquina virtuais, e registro de verificação são alguns dos mais óbvios exemplos. CD-ROM e projetos de Website introduziram até mais metáforas, incluindo frente de lojas e sala de jogos”.

CYBIS (1997) explica que “as metáforas se aplicam em particular quando o usuário-alvo do sistema é leigo em informática e utilizará o sistema esporadicamente”. E define:

“trata-se de uma analogia com conceitos e objetos que já são familiares aos usuários e dos quais eles podem extrair comportamentos e regras de utilização. (...) Por exemplo, para a estrutura de serviços de informação web existem metáforas como as de livros, mapas e árvores.

As metáforas podem ser individuais e coexistir com outras já definidas para a apresentação da estrutura do programa. É assim que constata-se botões e menus como componentes de agendas em seu formato tradicional.”.

Para TREGLOW (1992) apud HIRATSUKA (1996), “um método que tenta simplificar a interface com o usuário aplica o conhecimento existente do usuário sobre a tarefa e sobre os aspectos relevantes do seu mundo real para a concepção de metáforas de interface”.

Então, criar interfaces utilizando metáforas do mundo real, baseadas no modelo mental dos usuários tem se mostrado eficaz como recurso para tornar os ambientes informatizados cada vez mais intuitivos e fáceis de usar. Essa afirmação está baseada nas declarações dos autores pesquisados e pela tendência dos atuais sistemas, principalmente os sites da Web que procuram imitar o aspecto do ambiente a que se referem. É o que vemos em sites de bancos, escolas, supermercados, livrarias, etc.

Mas, segundo NIELSEN (2000) adverte que

“ a metáfora é, às vezes, excessivamente usada no *design* da Web. Talvez a maior fraqueza das metáforas seja que pareçam levar os projetistas a serem excessivamente espertos e levar o site para direções que pareçam divertidas e apropriadas dentro da metáfora, mas que deixam para trás as verdadeiras metas dos usuários.

Isso posto, a metáfora pode ser útil por duas razões. Em primeiro lugar, a metáfora pode oferecer uma estrutura unificadora ao *design* que o fará parecer mais do que uma coleção de itens isolados. Em segundo

lugar, a metáfora pode facilitar o aprendizado ao permitir que os usuários usem o conhecimento que já têm acerca do sistema de referência.”

5.6.5 CRITÉRIOS ERGONÔMICOS PARA A CONCEPÇÃO DE SOFTWARE INTERATIVO

“Com o objetivo de construir sistemas que suportem de maneira efetiva e satisfatória as tarefas de trabalho do(s) usuário(es), Bastien & Scapin, desenvolveram, a partir do exame exaustivo de uma base de recomendações ergonômicas, o conjunto de critérios ergonômicos (BASTIEN & SCAPIN, 1993) para o processo de construção de sistemas”(GAMEZ, 1998).

Cabe salientar que esses critérios foram encontrados em RIGHI (1993), CYBIS (1997) e GAMEZ (1998). Segue a descrição desses critérios de BASTIEN & SCAPIN (1993) de forma sucinta por RIGHI (1993):

- *Compatibilidade* entre as características do usuário e a organização do diálogo, permitindo que a transferência da informação ocorra com o mínimo de recodificações – interpretações, traduções, referências a documentação, etc. – por parte do usuário;
- *Homogeneidade e consistência* de modo que seqüências de comandos realizadas em momentos diferentes conduzam aos mesmos resultados e que a sintaxe, o formato e a localização dos elementos de diálogo permaneçam constantes e coerentes entre as telas;
- *Concisão* nos elementos individuais das entradas e saídas, de modo a compatibilizá-los em volume e dimensões com os limites da memória de curto termo, com a carga de trabalho e com a minimização do risco de erros;
- *Flexibilidade* em relação ao contexto de uso, abrangendo as diferenças interpessoais da população de usuários e as modificações procedurais do usuário pela aquisição de experiência no uso do software;
- *Condução e Feedback* de modo que seja facilitado o aprendizado e a utilização do software, que o usuário tenha rapidamente informações explícitas sobre sua localização, sobre o resultado de suas ações e sobre como levar adiante o diálogo;

- *A carga informacional* suportada confortavelmente pelo usuário deve ser atendida pelo software e obtida pela minimização do número de operações a serem realizadas e dos tempos de resposta a comandos;
- *O controle explícito* sobre o software e, ao mesmo tempo, sobre as ações devem sempre estar a cargo do usuário; ao software cabe se antecipar ao usuário, fornecendo as opções apropriadas a cada ação e executar as operações somente como consequência de ações explícitas do operador;
- *A gestão dos erros* por parte do usuário se inicia com a exatidão e pertinência das informações fornecidas pelo software, passa pelos meios disponíveis para detectá-los e finaliza pela disponibilidade de meios para que eles possam ser rápida e facilmente corrigidos;
- *A significância dos códigos* se refere à adequação na escolha dos elementos utilizados na interface para que traduzam rápida e inequivocamente para o usuário o conteúdo da ação e/ou informação, facilitando sua ação mnemônica e perceptiva”.

O sucesso de um sistema de software depende primeiramente da correta definição dos requisitos, processo que, como visto no capítulo anterior, deve ter a participação ativa do usuário. Mas a característica de usabilidade, que visa proporcionar a usuários de diferentes “níveis” facilidade e sucesso no uso do software, é obtida através do incessante estudo e aplicação de critérios ergonômicos como os listados acima.

A preocupação em definir e aplicar critérios ergonômicos para o projeto de interfaces do usuário, “torna-se inócua ou, no mínimo paliativa, em softwares que não tenham sido concebidos com esse enfoque” (RIGHI, 1993).

Por isso a apresentação dos critérios acima se fez importante.

A seguir são listados os componentes de interação homem-computador que fazem parte de qualquer interface gráfica e, então, são abordados alguns aspectos que norteiam o projeto de interfaces do usuário.

5.6.6 OS COMPONENTES DA INTERAÇÃO HOMEM-COMPUTADOR

O modelo de componentes das interfaces humano-computador apresentado em CYBIS (1997),

“representa uma maneira de organizar a estrutura dessas interfaces e os conhecimentos para selecionar, configurar e avaliar/inspecionar os elementos apresentados (na tabela a seguir). Eles foram definidos a partir do exame de recomendações ergonômicas¹⁶ e se referem ao níveis sintático, léxico e de primitivas do modelo lingüístico de Nielsen.

O modelo propõe classes de elementos organizados a partir de *diálogos (sintaxe seqüencial)*, *objetos de interação (sintaxe concorrente)*, *sistemas de significados (léxico) e primitivas*” (CYBIS, 1997).

CYBIS (1997) explica que:

“Os *diálogos*, vistos como seqüências de interações entre o homem e o sistema podem ser analisados segundo as perspectivas de função, forma e estrutura. As funções dos diálogos definem as classes de *tarefas*, e representam o nível pragmático das interações homem-sistema. Elas estão associadas às maneiras de apoiar os objetivos práticos dos usuários nas interações com o sistema. O modelo de características de interfaces humano-computador propõe alguns tipos de tarefas genéricas definidas nas relações com diversos tipos de programas aplicativos. A componente elementar da classe de tarefa é uma ‘*ação*’.

Os *estilos de diálogo* representam a sintaxe seqüencial do modelo, que propõe as classes de: preenchimento de formulário, diálogo por menu, diálogos de manipulação direta e diálogos de questão x reposta.

¹⁶ “A Base de Recomendações Ergonômicas LabIUtil, foi implementada em Microsoft Access versão 2.0 e é formada por cerca de 200 recomendações selecionadas de diversas fontes *Smith & Mosier, 1986; Bodart & Vanderdonckt, 1993; Brown, 1988; ISSO 9241-10, 14 e 17, 1995). Cada recomendação apresenta uma estrutura de informação com enunciados, justificativas, exceções, exemplos positivos e negativos, glossário e referências bibliográficas” (CYBIS, 1997).

Modelo de Componentes de Interfaces Humano-computador		
Organização das Componentes		Classes de Componentes
Ações	Ações de Entrada	Ação de entrada de dado/comando Ação de tratamento demorado
Tarefas	Objetivos Estilos Estruturas	Tarefa de Entrada de Dados, Tarefa Destrutiva, Tarefa Corretiva, Tarefa de Recuperação de Erros e Incidentes, Diálogo por Preenchimento de Formulário, Diálogo por Menu, Diálogo por Questão x Resposta, Diálogo por Manipulação Direta Tarefa Paralela, Tarefa Sequencial, Tarefa Repetitiva
Objetos de Interação	Painéis de Controles Controles Complexos Grupos de Controles Controles Simples Campos de Entrada Mostradores Estruturados Mostrador simples Mostrador de Informações	Tela, Janela, Caixa de Diálogo, Caixa de Ação/Tarefa, Tela de Consulta, Formulário, Caixa de Mensagem Barra de Menu, Painel de Menu, Página de Menu, Barra de Ferramentas, Lista de Seleção, Lista de Combinação Grupo de Botões de Comando, Grupo de Botões de Rádio, Grupo de Caixas de Atribuição Grupo de campos/mostradores de dados Botão de Comando, Caixa de Atribuição, Cursor do Dispositivo de Apontamento, Escala, Dial Campo de Texto, Campo de Dado, Campo Gráfico, Linha de Comando Lista de Dados, Tabela de Dados, Texto, Gráfico, Diagrama de figura, Diagrama de Texto, Mapa Mostrador de Dados Rótulo, Mensagem de Orientação, de Ajuda, de Alerta, Aviso, Mensagem de Erro, Indicador de Progressão, Efeito Sonoro, Motivo Melódico, Locução, Fala
Sistemas de Significado	Motivados Arbitrários	Denominação, Abreviatura, Ícone Código Alfanumérico, Código de Cores, Código de Textura, Código de Intermitência, Código de Vídeo-Reverso
Primitivas	Visuais Sonoras	Cor, Fonte, Linha, Arranjo Som

Componentes de Interfaces Humano-computador (CYBIS, 1997)

As *estruturas de diálogos* determinam as dinâmicas possíveis de um diálogo. Entre os exemplares possíveis dessas classes constam as estruturas do diálogo, estrutura do menu, estrutura da linguagem de comando, estrutura das teclas de funções.

As classes de *objetos de interação* representam as relações estáticas que se estabelecem nas telas, janelas, caixas de diálogo, etc.

Elas foram agrupadas segundo uma perspectiva funcional-estrutural, definindo as classes de painéis de controles, controles complexos, grupos de controles, controles simples, campos de entrada, dados complexos, dados simples e as informações.

O léxico da interface é definido pelos *sistemas de significados*, sendo ainda possível definir as *primitivas* gráficas empregadas na construção das apresentações”.

CYBIS (1997) explica, ainda, que

“é importante salientar que o modelo proposto não tem a finalidade descrever em sua totalidade as características das interfaces homem-computador. Ele visa especificamente apoiar a aplicação do conhecimento ergonômico sobre essas interfaces nas atividades de projeto e avaliação. Sua abrangência é limitada ao alcance da base de recomendações ergonômicas que está em sua origem, sendo inevitável que hajam ausência de classes”.

As recomendações acerca da configuração e comportamento dos objetos de interação acima mencionados são mais detalhadamente descritos em CYBIS (1997).

5.7 ABORDAGEM ERGONÔMICA PARA O PROJETO DE INTERFACE DO USUÁRIO

O projeto de interface do usuário é feito na fase de projeto do ciclo de desenvolvimento do software (considerando o paradigma clássico), mesmo na abordagem ergonômica.

A diferença da abordagem ergonômica é que ela “visa privilegiar o desempenho do usuário em sua tarefa, concebendo sistemas adaptados às suas características e a seus objetivos. Para assegurar tais características é necessário que o ciclo de vida de desenvolvimento seja centrado no usuário” (CYBIS, 1997).

Assim, em um software interativo, o projeto de interfaces é prioritário, ocorrendo assim antes e independente das decisões sobre o funcionamento do sistema (CYBIS, 1997).

Na hora de projetar interfaces do usuário, há aspectos específicos a considerar dependendo dos recursos utilizados, tais como interfaces gráficas, multimídia e hipermídia, por exemplo. Também podemos lançar mão de variadas técnicas como as citadas no capítulo sobre prototipagem rápida.

Mas, independente dos recursos e técnicas de representação, o projetista pode ser valer modelos mentais e metáforas “como forma de tornar a estrutura do sistema de informação reconhecível intuitivamente” (CIBYS, 1997).

Além disso, e principalmente, a que se considerar o perfil do usuário, ou dos usuários em potencial.

5.7.1 PRINCÍPIOS PARA O PROJETO DE INTERFACES

CYBIS (1990) apud RIGHI (1993) “organiza as recomendações ergonômicas de diversos autores sobre princípios para o projeto pelas seguintes situações”:

- **Para a Entrada da Informação**
 - “*Minimizar as ações do usuário*, não solicitando o mesmo dados várias vezes; utilizando valores *default*; mantendo o cursor exclusivamente nas áreas de trabalho, com movimentação automática por tabulação; provendo justificção automática por valores decimais; minimizando a mudanças de modo – por exemplo teclado/mouse – evitando a necessidade de duplo toque;

- *Fornecer proteção* contra o acionamento involuntário de funções perigosas; detectando erros de formato pela verificação dos dados de entrada e fornecendo função ‘undo’ para anular operações;
- *Imprimir ritmo e ordem* coerentes com o usuário (e não com o computador); reproduzir na tela o formato do documento quando da transcrição de dados; seguir a seqüência lógica da tarefa e permitir a interrupção e retomada de tarefas sem perda de informações ou manipulações complexas”.

Para Estilos de Interação

- “Na *condução por exemplos*, criar arquivos que guiem o usuário em transações completas com o sistema e permitir que o usuário ensaie suas ações;
- Nas *linguagens de comando*, utilizar nomes específicos, significativos e claramente distintos para os comandos; possibilitar abreviaturas dos nomes dos comandos; aceitar comandos incompletos, indicando a falha e adotando valores *default*; auxiliar na determinação da natureza dos parâmetros solicitados; desconsiderar a necessidade de espaços entre os comandos; absorver erros de digitação mais comuns – com confirmação do operador – e possibilitar a criação de macros;
- A *linguagem natural* deve ser utilizada apenas no contexto de linguagens operativas entre especialistas; deve possuir vocabulário reduzido, apresentar sintaxe própria e limitada e possibilitar poucos riscos de interpretação;
- Na *manipulação direta*, criar uma representação visual – metáfora – que seja significativa para o usuário e tornar os resultados das ações visíveis na tela.
- As *janelas múltiplas* devem possuir título destacado do seu corpo e adequado ao seu conteúdo; as de caráter regular ou pré-formatadas não devem apresentar recobrimento de informações; as irregulares devem possibilitar a sua movimentação; e as mensagens de *status*, linhas de comando e relação dos comandos disponíveis devem ser localizadas na parte inferior das janelas;
- No *preenchimento de campos*, as ações do usuário devem ser minimizadas e os campos opcionais assinalados; deve-se fornecer *feedback* automático; os campos

de entrada devem ter títulos significativos e o layout deve contar com o apoio de apelos visuais;

- No *estilo pergunta/resposta* devem ser fornecidos exemplos de sintaxe correta para cada resposta;
- A *seleção de menus* deve ser aplicada para usuários inexperientes, pois é lenta para *experts*; a semântica da atividade deve ser usada na organização da seqüência de menus; a largura e a profundidade (número de itens por tela e número de telas) devem ser equilibradas; a terminologia usada deve ser consistente, sem ambigüidades e termos sem significados para o usuário; os itens devem ser específicos e bem diferenciados; atalhos à frente e para trás devem ser fornecidos; a localização do usuário na arquitetura do menu deve ser constantemente fornecida; e *feedback* através da iluminação da escolha realizada deve ser fornecido;
- As *telas de função* devem agrupar espacialmente as funções de acordo com o seguimento da tarefa: a cada tecla deve ser atribuída somente uma função: as funções ativas devem estar indicadas e as não disponíveis no contexto devem estar desativadas; as funções perigosas devem estar protegidas contra acionamentos involuntários e sua execução sinalizada com mensagens ou iluminação em tela”.
- **Para a Apresentação da Informação**
 - “*Codificar* usando simbologia de cores, formas, posições, orientações, intensidades, códigos, etc.; ater-se de 4 a 6 níveis de diferenciação entre símbolos da mesma natureza e a um máximo de 30 tipos de ícones e 15 de formas geométricas; considerar o daltonismo (8% dos homens e 0,4 % das mulheres) na utilização de cores; evitar códigos alfanuméricos com proximidade visual ou auditiva; definir os nomes associados a suas funções; utilizar abreviaturas padronizadas, com itens facilmente pronunciáveis e que facilitem a memorização; e otimizar os códigos que serão usados mais frequentemente;

- *Agrupar* as informações em conjuntos significativos para os usuários; organizar a tela definindo as áreas de trabalho, de entradas, de informações, etc.; e definir nomes significativos para os títulos dos grupamentos;
- Quanto à *carga informacional*, evitar sobrecarga, usando no máximo 25% da tela com informações; distribuir de forma coerente as informações sobre a tela, evitando concentrações e buscar a homogeneidade entre as telas;
- Para os *tempos de resposta*, prevê-los compatíveis com a velocidade dos processos cognitivos (TR máximo para conversação de 20 segundos e para processamento de 2 a 6 segundos); sinalizar em tela os tempos longos e permitir que o usuário desenvolva outras atividades nesse período; e evitar o TR muito curtos que induzem a erros;
- Fornecer *documentação* em tela sobre onde o usuário está no sistema, o que está fazendo e o que fazer em seguida; prever tipos de mensagens de ajuda, alerta, diagnósticos, atenção e de erro; usar mensagens positivas e construtivas; fornecer documentação escrita centrada no funcionamento (manual de referências) de forma declarativa, caracterizando os conceitos e suas relações (rede semântica) e também fornecer documentação centrada na utilização (manual do usuário) sob a forma de regras de utilização com frases curtas ligadas a um objetivo imediato (estruturas de controle); esses manuais devem fornecer sumário e índice para recuperação da informação e fornecer fichas sintéticas recapitulando os comandos”.
- **Para o Aprendizado**
 - “Fornecer diferentes *dispositivos* de entrada, estilos de interação e modos de apresentação da informação para escolha do operador em função de sua experiência e nível de aprendizado; prever diferentes níveis de assistência ao usuário;
 - Utilizar nos *manuais* as estruturas de conhecimento que os usuários dispõem (modelos analógicos/esquemas assimiladores) e inserir no início de cada capítulo informações esquematizadas que introduzam o usuário no assunto”.

- **Para o Tratamento de Erros**
 - “Reduzir as *ocasiões* que propiciam erros, como as cargas informacionais elevadas, os tempos de resposta muito curtos ou longos, etc.
 - Prover o software de sistema de *reconhecimento dos erros mais comuns* de digitação, procurando antecipá-los.
 - Os *comandos perigosos* devem dispor de confirmação explícita para sua ativação e as teclas de funções perigosas devem estar protegidas;
 - A *sinalização de erro* deve ser imediata: a mensagem deve conter informações sobre sua localização, a causa e modos de correção. Para a correção, o retorno ao ponto de erro deve ser facilitado pela função Undo;
 - Fornecer *feedback* obrigatório para aumentar a capacidade de detecção de erros”.

5.8 FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO DE INTERFACES

Segundo CYBIS (1994), “as ferramentas para a construção de interfaces podem ser classificadas segundo as categorias: toolboxes, esqueletos de aplicação e geradores de interfaces”.

Resumidamente são descritas a seguir, conforme CYBIS (1994):

- **Tooboxes:** “uma toolbox corresponde a uma biblioteca de objetos de interação que é colocada à disposição dos projetistas por uma plataforma de desenvolvimento específica. Ela deve proporcionar consistência, abrangência em termos de objetos de interação, facilidades para especializações e um bom desempenho geral. Estas ferramentas impõem estilos de apresentação e de comportamento, que em geral levam a uma maior consistência nos projetos. No entanto elas podem impor algumas restrições caso não possuam um conjunto de objetos suficientemente abrangente e versátil. A primeira solução para o problema implica na especialização de novos objetos pelo projetista. Outra solução seria a combinação de diferentes toolkits para obter o conjunto adequado de objetos. Outros indicativos na escolha de

uma toolkit incluem sua disseminação como produto, sua portabilidade e relação aos sistemas de janelas e do apoio do fabricante.

O desafio ligado à evolução das Toolkits, envolve a definição de novas classes de objetos mais adequadas e mais ricas do ponto de vista da interação entre eles, com usuários e com os projetistas”.

- **Esqueletos de Aplicação:** “Os chamados esqueletos de aplicação permitem a montagem de um programa reutilizável e extensível para a concepção de interfaces. Eles apresentam módulos que asseguram grande parte dos serviços gerais de interação com o usuário, como funções de ajuda e tutoriais, gestão de erros, facilidade de anular-refazer, cortar-colar, etc”.
- **Geradores de Interface:** “Um sistema gerador de interfaces produz automaticamente a interface de um sistema interativo a partir de uma especificação. Os sistemas se diferenciam em função de suas complexidades. Alguns geram somente a apresentação, enquanto outros são capazes de gerar também o controle do diálogo”.

Já PRESSMAN (1995) afirma que:

“o processo de interfaces do usuário é interativo (um modelo é criado, implementado como protótipo, examinado pelos usuários e modificado, baseado em seus comentários). Para acomodar essa abordagem de projeto iterativa, uma ampla classe de ferramentas de projeto de interface e prototipação de desenvolveu.

Denominadas *toolkit* (kit de ferramentas) de interfaces com o usuário ou *UIDS* (sistema de desenvolvimento de interfaces com o usuário), essas ferramentas oferecem módulos ou objetos que facilitam a criação de janelas, menus, interação de dispositivos, mensagens de erro, comandos e muitos outros elementos de um ambiente interativo.”

5.9 CONCLUSÃO

Os aspectos considerados neste capítulo não esgotam todas as questões necessárias que se deve levar em conta no projeto de uma interface do usuário bem elaborada que seja atrativa, prazerosa de usar, que facilite e melhore o desempenho do usuários em suas tarefas. Ao contrário, é apenas uma noção que foi organizada de forma a tentar abranger pelos menos alguns itens extremamente relevantes que possam servir de “gancho” para a continuidade de uma possível futura investigação mais contundente.

Na verdade, não se esgotam os esforço e interesse de estudiosos em investigar, analisar, desenvolver metodologias e novas abordagens rumo ao objetivo de tornar a interface cada vez mais transparente para o usuário – a interface se adapta de tal forma e tão naturalmente às atividades do usuário que nem se dá conta de que ela existe e está ali.

O capítulo 6 complementa a investigação sobre interface do usuário, pois se refere a alguns aspectos da multimídia e hipermídia tão presente nas interfaces atuais.

6 MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA

Se hoje pode-se dizer que a quase totalidade das interfaces são gráficas e utilizam variados recursos multimídia e com uma tendência de que cada vez mais se construam softwares para a Internet onde predomina a hipermídia, a educação a distância tem lançado mão desses recursos para garantir seu sucesso, como também para viabilizar sua aplicação.

Nota-se que há uma tendência de que cada vez mais se construam e utilizem cursos de EAD baseados em computador, notadamente a Internet – os chamados cursos/aplicações *Web-based*.

No ambiente da Web os cursos são desenvolvidos, utilizando-se uma combinação de hipertextos (textos de estrutura não-linear) e multimídia, a hipermídia, daí a importância de conhecer alguns aspectos dos recursos (hipermídia) utilizados na Web.

6.1 MULTIMÍDIA

O termo mídia – que informalmente significa meio de comunicação - é amplamente difundido, dado o desenvolvimento dos meios de comunicação que permitem a interação entre as pessoas, explorando de forma a mais rica possível os sentidos visual e auditivo principalmente.

Então, o termo multimídia significa muitas mídias usadas em combinação. No âmbito da informática, a multimídia favorece a interatividade – objetivo da interface do usuário - entre o homem e a máquina.

Atualmente, e cada vez mais, são muitos e ricos os recursos de multimídia que se pode utilizar para promover a comunicação através do computador.

Mas, para que se entenda melhor o que são esses recursos multimídia, são descritos abaixo alguns conceitos com pontos de vista, às vezes, diferentes.

6.1.1 DEFINIÇÕES

O vocábulos que dão origem a palavra multimídia são *multus* e *medium* do latim, cujo significado encontramos em WILLRICH (2000):

- **Multi:** “originário da palavra latina *multus* que significa “numerosos”. O uso deste prefixo não é recente e muitas palavras de origem latina empregam este radical, como *mutiforms* (que tem várias formas) ou *multicolor* (várias cores)”.
- **Mídia:** “plural da palavra latina *medium* que significa meio, centro. Ele é derivado do adjetivo *médius*, que está no centro. No contexto de multimídia, este radical refere-se ao tipo de informação ou tipo de portador de informação, como dados alfanuméricos, imagens, áudio, vídeo, etc”.

“Multimídia é o campo interessado na integração controlada por computador de textos, gráficos, imagens, vídeos, animações, sons e qualquer outro meio onde todo tipo de informação pode ser representado, armazenado, transmitido e processado digitalmente” (FLUCKIGER, 1995 apud WILLRICH, 2000).

Para PAULA FILHO (2000), “por multimídia se entende todos os programas e sistemas em que a comunicação entre o homem e computador se dá através de múltiplos meios de representação de informação, como som e imagem animada, além da imagem estática já usada nos aplicativos gráficos”.

O termo multimídia FLUCKIGER (1995) apud WILLRICH (2000) “está no cruzamento de cinco grandes indústrias: informática, telecomunicações, publicidade, consumidores de dispositivos de áudio e vídeo, indústria de televisão e cinema. Este grande interesse destas indústrias poderosas contribuíram para a grande evolução da multimídia”.

PAULA FILHO (2000) diz que “a multimídia requer, especificamente, o computador como meio de apresentação, devido às suas características únicas”, e as descreve:

“**O acesso não-linear:** a informação é rapidamente acessível de forma não-linear, ou seja, o usuário não fica preso a uma seqüência de tempo, como o leitor de um livro, o ouvinte de uma palestra ou o espectador de um filme.

A interatividade: a situação do usuário diante do computador pode não ser a de espectador passivo, mas de participante de uma atividade.

A integração com programas aplicativos: dependendo do caso, o computador pode executar cálculos, pesquisas em bases de dados e outras tarefas normais de qualquer programa aplicativo”.

Já para GASPERETTI (2001) “existem dois tipos de multimídia: primária e secundária”, e detalha:

“A multimídia é uma linguagem que usa vários códigos de comunicação: visual, textual, sonora(...). A multimídia primária é aquela apresentada por meios como a TV ou o cinema. Nesses casos, são empregados mais códigos de linguagem, mas não existe interatividade. A multimídia secundária, ao contrário, é aquela do computador, que tem várias linguagens (como a TV e o cinema), mas é ao mesmo tempo interativa, isto é, ela permite a interação com o usuário”.

“O termo *medium* pode também referir-se ao dispositivos de entrada tais como o teclado, o *mouse*, o microfone e a câmera ou outro sensor. Com respeito a entrada no computador, multimídia, então, refere-se à capacidade de múltiplos dispositivos de entrada para interagir com um sistema computacional “ (BLATTNER & DANNENBERG, 1992 apud HIRATSUKA, 1996).

LÉVY (2000) nós dá uma outra visão de multimídia. Para ele,

“ a *mídia* é o suporte ou veículo da mensagem. O impresso, o rádio, a televisão, o cinema ou a Internet, por exemplo, são mídias. A recepção de uma mensagem pode colocar em jogo diversas *modalidades*

perceptivas” (visão, audição, tato, etc.). O termo *multimídia* significa, em princípio, aquilo que emprega diversos suportes ou diversos veículos de comunicação”.

Para LÉVY (2000) “do ponto de vista lingüístico seria mais correto falar de informações ou de mensagens multimodais quando se trata de informações que colocam em jogo diversas modalidades sensoriais (a visão, a audição, o tato, as sensações propriceptivas)”.

6.1.2 TIPOS DE MÍDIA

WILLRICH (2000) explica que “os vários tipos de mídia podem ser classificados de acordo com vários esquemas” e apresenta duas classificações:

– **Mídias capturadas versus sintetizadas:** “este esquema refere-se a separação tradicional entre tipos de informações capturadas do mundo real (imagens, vídeos e sons) e informações sintetizadas pelo computador (texto, gráficos e animações). A partir desta classificação, pode-se definir aplicações multimídia como sendo aquelas compostas de ao menos um tipo de mídia sintetizada e um tipo capturada. Mas essa classificação não casa com a realidade, visto que sons e imagens podem ser sintetizados e textos podem ser capturados do mundo real por sistema óticos de reconhecimento de caracteres”.

– **Mídias discretas versus mídias contínuas:** “este esquema distingue entre mídias discretas ou estáticas, que são mídias com dimensões unicamente espaciais (como textos, imagens, gráficos) e mídias contínuas (também chamadas de mídias dinâmicas ou isócronas), que são mídias com dimensões temporais (como sons, vídeos e animações). Estas duas classes são também comumente chamadas de mídia dependentes do tempo e mídias independente do tempo”.

Tendo em vista esta classificação, WILLRICH (2000) atenta para o seguinte:

“a definição de que sistemas multimídia são aqueles que integram vários tipos de mídia, como texto, imagens, sons e vídeo não é suficientemente

precisa para a definição de multimídia. Neste termos qualquer sistema integrando dois ou mais tipos de informações poderiam ser classificados como sendo multimídia. Por exemplo, como qualquer arquivo *Word* integra basicamente três tipos de mídia: texto, gráfico e imagens, este editor de texto poderia ser classificado erroneamente como sendo uma aplicação multimídia”.

WILLRICH (2000) delimita o que é multimídia quando afirma que “ a definição de sistemas multimídia mais aceita é a seguinte: Sistema multimídia é um sistema capaz de manipular ao menos um tipo de mídia discreta e um tipo de mídia contínua, as duas numa forma digital”.

6.1.3 MULTIMÍDIA E EDUCAÇÃO

Dentre as mais variadas possibilidade de aplicação de multimídia (entretenimento, marketing, jornalismo, medicina, engenharia, comunicação, etc.), podemos destacar a educação, notadamente a educação a distância, que retomou fôlego com as chamadas NTICs (Novas Tecnologias de Informação e Comunicação).

Os recursos multimídia, nas suas mais variadas combinações, permitem que a EAD “aconteça” de forma cada vez mais eficaz. E a Internet é um dos meios (senão o principal) onde se efetiva a prática da EAD.

“A Internet abriu horizontes inexplorados também no setor da didática (...). E a Internet é, sobretudo, multimídia. (...) na Internet a multimídia é explosiva. São muitos os *sites* em que se pode encontrar material didático e que usam várias linguagens” (GASPERETTI, 2000).

Na Internet, principalmente, a multimídia é usada em combinação com hipertextos. A essa combinação dá-se o nome de hipermultimídia.

6.2 HIPERMÍDIA

6.2.1 HIPERTEXTO

Hipertexto é a informação textual que, disponível no computador, é acessada de forma não linear (diferente de um livro) através de mecanismos de ligações (*links*) entre as diversas partes do texto. O leitor acessa a informação pelos mais variados caminhos, sem um seqüência pré-definida.

“O Hipertexto surge como evolução do texto. Graças ao computador (e a interatividade), a seqüencialidade tipográfica é superada pelos *links*. Podemos passar de uma palavra a outra, de um conceito a outro, sem ser obrigado a ler o texto todo” (GASPERETTI, 2000).

6.2.2 HIPERMÍDIA

A hipermídia é o hipertexto com recursos multimídia. A informação é composta, além de textos, por imagens, sons, figuras, etc.

“A *hipermídia* emprega informação sob o controle de um computador, de forma que o usuário da informação possa navegar nela de maneira produtiva. A informação pode estar sob o formato de texto, diagramas em movimento (animação), imagens estáticas, imagens em movimento (televisão), fala, som ou programas de computador” (MARTIN, 1992).

“Um documento hipermídia é uma combinação de documentos hipertexto e multimídia. (...) A inclusão de dados multimídia aumenta o poder de expressão da informação contida em uma aplicação e torna a apresentação mais atrativa e realista” (WILLRICH, 2000).

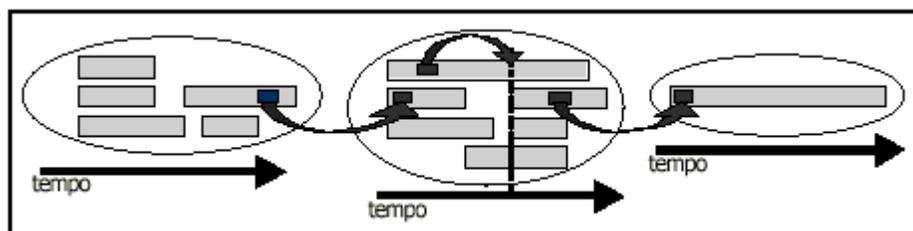


Figura 6.2.2: Documentos Hipermídia (WILLRICH, 2000)

6.2.3 HIPERDOCUMENTO

Alguns autores utilizam o termo hiperdocumento, no lugar de hipermídia e hipertexto.

“Se tomarmos a palavra ‘texto’ em seu sentido mais amplo (que não exclui nem sons nem imagens), os hiperdocumentos também podem ser chamados de hipertextos. A abordagem mais simples do hipertexto é descrevê-lo, em oposição a um texto linear, como um texto estruturado em rede” (LÉVY, 2000).

Dada a definição de cada termo, será utilizado o termo conforme o autor referenciado.

6.3 ARQUITETURA DE SISTEMAS HIPERTEXTO

CAMPBELL & GOODMAN (1988) apud NIELSEN (1995) defendem que é possível distinguir, teoricamente, três níveis de um sistema hipertexto:

- Nível de apresentação: interface com o usuário.
- Nível da máquina abstrata de hipertexto (HAM): nós e ligações.
- Nível da base de dados: armazenamento, dados compartilhados e acesso à rede.

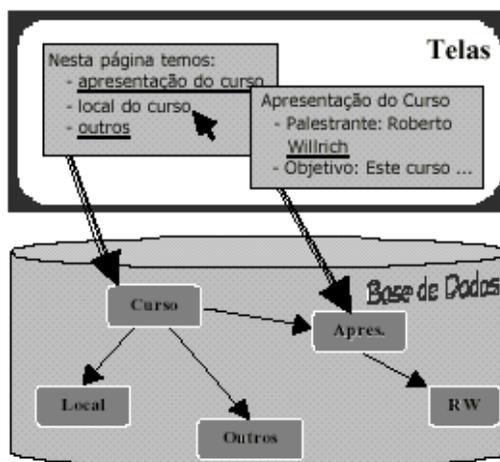


Figura 6.3: Base de dados Hipertexto (WILLRICH, 2000)

Na realidade, os sistemas atuais de hipertexto/hipermídia não seguem rigorosamente essa estrutura, mas esse modelo é uma importante contribuição para que os sistemas se tornem padronizados (NIELSEN, 1995). A seguir, uma explicação sucinta sobre cada nível por NIELSEN (1995):

- **Nível da Base de Dados:** “está na parte inferior do modelo de três níveis e trata de todas as questões tradicionais de armazenamento de informação que realmente não tem nada a ver especificamente com hipertexto. Este nível seria, então, responsável não só pelo armazenamento de informações em dispositivos computacionais (hard-disk, discos ópticos, etc.) e em servidores (interligados à rede), como também, pela recuperação da informação, acesso multi-usuário à informação, segurança e backup. Também seria responsabilidade desse nível assegurar os controle de acesso que podem ser definidos nos níveis superiores da arquitetura”.
- **Nível da Máquina Abstrata de Hipertexto (HAM):** “É nesse nível que o sistema hipertexto determina a natureza básica de seus nós e ligações e onde mantém a relação entre eles. O nível HAM embute o conhecimento sobre a forma dos nós e ligações e sobre quais atributos foram relacionados a cada um. O nível HAM é o melhor candidato para a padronização de formatos para importação e exportação de hipertextos, porque o nível da base de dados é fortemente dependente da máquina quanto ao seu formato de armazenamento, e o nível da interface com o usuário

difere bastante entre sistemas hipertexto. Um exemplo atual de um padrão no nível HAM é HyTime (o padrão ISO para estruturação de documento com base em hipermídia e tempo)” (NEWCAMB et al., 1991; DeROSE & DURAND, 1994) apud (NIELSEN, 1995).

- **Nível da Interface com o Usuário:** “nesse nível é definido de que forma as informações especificadas no HAM são apresentadas ao usuário. Como mostrar nós e ligações para cada tipo de usuário, comandos disponíveis para o usuário, diagramas, etc”.

6.4 COMPONENTES DE UM SISTEMA HIPERMÍDIA

Em MARTIN (1992) encontramos os seguintes componentes para hiperdocumentos:

- **Hiperlinks:** “A informação na hipermídia é amarrada com conexões, de modo que o usuário possa atravessar quase imediatamente de uma parte da informação para outra. O leitor não irá avançar seqüencialmente através do documento, mas fará saltos eletrônicos de uma parte para outra.

A ligação é normalmente chamada de *hiperlink* para tornar clara sua função. O termo também é usado como verbo; podemos dizer que uma parte de um documento está hiperconectada a outra. No início do hiperlink há um *botão* que pode ser ativado se o leitor desejar. No fim do hiperlink existe um *destino*”.

- **Botão:** “Um botão pode ser, normalmente, um dos seguintes itens:
 - Uma palavra no texto.
 - Um grupo contíguo de palavras no texto.
 - Uma área marcada de um diagrama.
 - Um rótulo em parte do diagrama.

O botão fica visível em vídeo reverso, com ou pelo uso de uma moldura de box no diagrama. O usuário pode apontar para o botão com o mouse ou pode destacá-lo através do teclado”.

- **Destinos:** “O destino ao qual a conexão está ligada pode ser um dos tipos seguintes:
 - Uma linha de texto.
 - Um segmento do hiperdocumento que contenha uma idéia ou conceito.
 - Outro documento.
 - Um quadro.
 - Um vídeo em movimento ou uma seqüência de animação.
 - Um programa”.
- **Fios:** “um *fio* condutor é um conjunto de elos que o usuário pode seguir contiguamente. Ele pode fazer isso pela repetição de uma tecla. O fio amarra idéias, imagens, ou módulos de um hiperdocumento, que pode ser usualmente examinado em seqüência”.
- **Janela:** “Alguns hiperdocumentos empregam janelas. Um usuário pode ter múltiplas janelas na tela de seu computador, simultaneamente. Isso é muito importante para o autor de um hiperdocumento, que pode ter duas telas roláveis, de forma que possa ver, ao mesmo tempo, o botão que ele definiu e o destino”.

Encontramos muito freqüentemente a definição de que um Sistema hipertexto/hipermídia é composto por nós e links. Na definição encontrada em MARTIN (1992), os *nós* seriam os destinos e as ligações seriam os *hyperlinks*.

6.5 NAVEGAÇÃO NA HIPERMÍDIA

Navegar é atividade de procurar um informação num documento hipermídia. Essa atividade também é chamada de *browsing* que vem de *browser* que são programas criados para acesso a WWW (que será descrita mais adiante). Esse programas também são chamados navegadores.

“Define-se *browsing* como a atividade de folhear, despreocupadamente, livros, revistas e jornais à procura de informações interessantes (GLENN & CHIGNELL, 1992) apud (HIRATSUKA, 1996).

HIRATSUKA(1996) explica que:

“o termo *browsing* está sendo usado genericamente para descrever o processo de procura de informações. No entanto, há uma diferença entre as tarefas de pesquisa quando o alvo não é conhecido *a priori* e quando o alvo da pesquisa é pré-definido. Quando se conhece de antemão o alvo, o processo é denominado de *quering*, sendo o *browsing* a pesquisa cujo alvo não é determinado *a priori* (LENN & CHIGNELL, 1992). Apesar desta distinção, o termo *browsing* continuará sendo referenciado como o processo de “leitura” em hipertexto.

6.5.1 MECANISMOS PARA APOIO À NAVEGAÇÃO

“Tem sido notável o papel da pesquisa acadêmica e da indústria de software em desenvolver ferramentas e métodos para explorar a real potencialidade da tecnologia de hipertexto e resolver os problemas de desorientação e sobrecarga cognitiva” (SANTOS et. al., 1996).

BALASUBRAMANIAN (1994) apud SANTOS et. al. (1996) descreve alguns mecanismos para apoio à navegação:

- **Folheadores Gráficos:** “servem como visão geral para grandes quantidades de informação em sistemas de hipertexto. Os sistemas NotesCard e GIBIS fornecem este folheadores, com os quais o usuário pode ver o conteúdo dos nós em diferentes níveis de detalhe”.
- **Visões em Teia :** “No sistema Intermedia, uma teia é definida como uma rede de documentos ou partes de documentos ligados e mantidos juntos. Inicialmente, os projetistas de Intermedia forneceram aos usuários visões de teia (*web views*),

similares aos folheadores gráficos, chamados mapa global, mapa local e mapa local de rota. Um mapa global mostrava cada documento em uma rede, com as respectivas ligações. O mapa local era útil para mostrar nós vizinhos. O mapa local de rota atualizava dinamicamente o foco quando os documentos eram abertos e ativados”.

- **Mapas e Diagramas de Visão Geral:** “Os mapas servem para aumentar o contexto espacial em uma rede hipermídia. Este mecanismo assegura que toda informação ativada esteja disponível.

Os diagramas globais fornecem uma panorâmica da rede hipermídia e podem servir como âncoras para diagramas locais. Já os diagramas locais dão uma visão da vizinhança local de um nó. Para grandes hiperdocumentos, o diagrama global se torna complexo e pode acarretar desorientação ao usuário”.

- **Caminhos e Trilhas:** “Os conceitos de caminho e trilhas permiti ao autor determinar um caminho ou uma trilha adequado de apresentação do material para um dado grupo de leitores. Isto reduziria a desorientação e a sobrecarga cognitiva, uma vez que os leitores seguiriam caminhos pré-definidos, no entanto, sua liberdade de navegação se torna restrita”.
- **Excursões e Tabletops:** “No sistema *NoteCards*, o conceito de caminho foi estendido para o conceito excursões. Uma excursão é uma ferramenta navegacional controlada pelo sistema, na qual o leitor entra e sai segundo seu desejo. Em *NoteCards*, uma excursão pode ser acessada a partir de um folheador gráfico. As "paradas" em uma excursão são conjuntos de nós (cartões, em *NoteCards*) organizados na tela de acordo com um *layout* particular, chamadas *tabletops*”.
- **Backtracting, Histórico da Navegação e Pegadas:** “O mecanismo de *backtracting* permite visitar nós anteriormente visitados. Visitar nós de forma linear, por *backtracting* e a possibilidade de saltar para nós anteriores vistos são formas de ajuda ao leitor. Entretanto, a maior parte dos mecanismos de *backtracting* não fornece apoio para ir para nós a frente, a partir do nó que iniciou o *backtracting*.

Um mecanismo de lista do histórico textual da navegação foi desenvolvido para *NoteCards*, que mantém uma lista ordenada de cada nó que foi visitado em

uma dada sessão. Os nós já visitados podem ser marcados e os indicadores visuais (asterísticos ou outros) servem como ‘pegadas’ no diagrama global, ajudando o usuário a evitar o retorno a nós visitados recentemente”.

- **Saltos Arbitrários, Marcos e Marcas em Livros:** “Saltos arbitrários ou *gotos* podem ser disponibilizados, capacitando os leitores a irem para qualquer nó do sistema. Este mecanismo pode ser acompanhado por *zoom in* por *zoom out*, que abre para saltos, através de botões e fecha por saltos de retorno.

Marcos (*landmarks*) podem ser fornecidos e podem ser acessados de qualquer ponto do hiperdocumento. O conceito de marcas em livro é similar a lista do histórico, exceto pelo fato de que a marca é posta pelo leitor somente se um determinado nó for relevante para acesso futuro. Uma lista de marcas em livro é menor, melhor administrada e mais relevante para o usuário”.

- **Menus Embutidos:** “Menus embutidos, em oposição a menus explícitos, permitem ao usuário selecionar uma palavra ou item embutido dentro de um texto de um nó, através de um clique de mouse. Este tipo de menu é a melhor forma de indexação para sistemas hipermídia, pois ele ajuda na compreensão de conceitos, ressaltando as relações semânticas”.
- **Fisheye Views:** “A visão olho de peixe é similar a olhar uma cena com uma lente de largo espectro - coisas de grande interesse estarão no centro, enquanto itens de menor interesse estarão na periferia. Este mecanismo, implementado por um algoritmo por Furnas gera uma imagem da vizinhança ao computar a relação entre a importância apriorística de um nó e a distância entre este nó e a posição atual na rede hipermídia”.
- **Técnicas de Perambular ("roam") e de Zoom:** “Navegação em documentos hipermídia é também restringida pelas limitações físicas da tela. As técnicas de perambular e de zoom usam uma miniatura do espaço de informação para ajudar o usuário a lembrar sua localização na rede hipermídia. A primeira técnica permite ao usuário perambular, rapidamente, pelo espaço, enquanto a segunda fornece zoom em uma determinada região do hiperdocumento, durante a perambulação.

O espaço total da informação pode ser mostrado, em miniatura, em uma janela ocupando uma pequena parte da tela”.

- **Espaço Conceitual de Navegação:** “Alguns pesquisadores julgam que para hipermídias educacionais, desorientação e sobrecarga cognitiva são pontos positivos, para facilitar a exploração e a aprendizagem. Neste sentido, muita atenção estaria sendo dada à navegação no espaço informacional e poucos estudos estariam voltados para a navegação no espaço conceitual. Estes pesquisadores argumentam que seguir simplesmente ligações para nós não fornece aprendizagem efetiva - os leitores não perguntam a respeito de informações disponíveis, mas somente onde elas estão”.

Nas hipermídias educacionais, a desorientação no espaço conceitual é às vezes desejável para o processo de exploração e aprendizagem. Logo, os usuários precisariam ser guiados não só pelo sistema de informação, mas também pela descoberta. A sobrecarga cognitiva não seria relevante para o processo de aprendizagem.

6.6 HIPERMÍDIA OFF-LINE E ONLINE

GASPERETTI (2000), diz que a multimídia secundária (aquela dos computadores, como visto anteriormente neste capítulo) “se divide em dois setores fundamentais :a multimídia *off-line* e *online*”.

Pode-se utilizar essa definição para hipermídia. Adaptando a definição de GASPERETTI (2000), então, a hipermídia *off-line* é aquela armazenada em CD-ROM e outros dispositivos de armazenagem de informação. Já a hipermídia *online*, é aquela da Internet.

A prática de navegar “encontra-se hoje em pleno desenvolvimento na Internet, sobretudo na Web” (LÉVY, 2000). Por isso, é mais usual se ouvir “navegar na Internet” do que “navegar por um documento hipermídia”.

A Web ou WWW (World Wide Web) é serviço disponível na Internet que caracteriza-se como um conjunto de documentos espalhados por toda a rede, escritos em hipertexto, utilizando uma linguagem especial chamada HTML (HiperText Markup Language).

É para a Internet, mas especificamente na Web, que são criadas a grande maioria das aplicações hipermídia. Porque a Web, é, segundo CHAVES (1999), “em primeiro lugar, uma aplicação que faz uso de hipertexto”.

Mas essas aplicações podem estar disponíveis, é claro, em sistemas de armazenamento *off-line*.

NIELSEN (1995) explica que

“Essencialmente, a WWW segue a arquitetura em três níveis para sistemas hipertexto. O nível mais baixo, nível da base de dados, consiste na Internet e em todos os computadores espalhados pelo mundo todo que fornecem materiais para outros na WWW. Esses computadores agem como servidores e, em princípio, o usuário não precisa saber onde eles estão localizados, quais os tipos de *hardware* ou *software* utilizados por eles, ou qual mecanismo interno de armazenamento eles adotam para os dados. Todos os servidores fornecem seus dados para o *software* do cliente em um formato padronizado denominado HTML por meio de um protocolo padrão de comunicação denominado HTTP (HiperText Transfer Protocol). Essa combinação de HTML e HTTP constitui o nível HAM e é o único item com o qual os computadores cliente e servidor precisam concordar.”

6.7 USABILIDADE NA WEB

Os cinco atributos de usabilidade por NIELSEN (1993) apud GAMEZ (1998) vistos no capítulo 5 também servem como atributos de usabilidade de sistemas hipertexto.

NIELSEN(1995) comenta que “a usabilidade de um sistema hipertexto é determinada por uma combinação da usabilidade do *engine* hipertexto implícito (isto é, o suporte básico disponível para apresentação e navegação) e a usabilidade do *conteúdo* e da *estrutura* da base informacional do hipertexto, e quão bem esses dois elementos se ajustam um ao outro”.

E NIELSEN (1995) detalha os cinco atributos de usabilidade pelo enfoque dos sistemas hipertexto, como segue resumidamente:

- **Fácil de aprender:** “Significa que o usuário compreende rapidamente os comandos e opções básicas para navegar e localizar a informação desejada. Consegue aprender facilmente a estrutura básica da rede do hipertexto e onde ou como procurar uma informação específica. Hipertextos de educação ou lazer permitem aprender ou desfrutar de algo sem precisar conhecer toda a estrutura do hipertexto. Para autores é possível editar e modificar uma base de dados informacional, cuja estrutura é fácil de compreender, sem conhecer o conteúdo completo dessa base de dados”.
- **Eficiente de usar:** “o usuário consegue encontrar rapidamente uma informação ou descobrir que ela não está na base de dados. É capaz de orientar-se e compreender o significado de um nó em relação ao seu ponto de partida. O usuário de hipertexto educacional aprende só os conceitos que sejam relevantes para seus propósitos, Para autores é fácil e rápido construir uma estrutura de hipertexto”.
- **Fácil de lembrar:** “O usuário recorda facilmente como usar e navegar pelo hipertexto, depois de algum tempo sem usar. Consegue recordar a estrutura geral de uma base de informação e é capaz de encontrar seu caminho ao longo da rede hipertextual. O usuário é capaz de transferir seu conhecimento sobre o uso e a navegação de uma base de informação para outra com o mesmo *engine*. Autores

conseguem recordar ou são rememorados sobre a estrutura básica da informação e não necessitam lembrar de detalhes para atualizá-la”.

- **Poucos Erros:** “O usuário não seguirá uma ligação para um nó que ele realmente não deseja ir. Quando segue uma ligação errada, é fácil retornar. O usuário consegue retornar facilmente de uma navegação longa. Para autores, normalmente a informação contida nos nós está correta, com poucas ligações que levam a lugares errados ou a lugar nenhum”.
- **Agradável de usar:** “o usuário raramente fica frustrado com a utilização do engine hipertexto com as ligações que percorre. O usuário sente que está no controle do hipertexto e que pode se mover livremente nele. O usuário considera o hipertexto uma experiência enriquecedora e/ou divertida e/ou emocionante”.

6.8 CONCLUSÃO

Procurou-se nesse capítulo levantar alguns aspectos mínimos relevantes a serem considerados no desenvolvimento de protótipos que manipulem hipermídia e multimídia.

Observa-se, no entanto, que o projeto de sistemas multimídia/hipermídia é uma tarefa até certo ponto complexa, já que deve considerar simultaneamente as variáveis espaço e tempo. Assim, para seu correto emprego, é necessário um estudo mais profundo e detalhado.

O capítulo 7, como a coroação desse trabalho de pesquisa apresenta o modelo proposto, descreve o contexto em que se situa e ilustra-o através das telas de um “esboço” implementado, na tentativa de empregar os conhecimentos levantados até aqui numa aplicação prática.

7 MODELO PROPOSTO

Tendo como base os assuntos abordados nos capítulos anteriores, o próximo passo é a descrição do modelo a que se propõe esse trabalho.

Deste modo, neste capítulo, tenta-se descrever da forma mais clara possível o contexto do trabalho, todos os passos seguidos, os questionamentos levantados e, na medida do possível, inserindo os conhecimentos adquiridos até aqui, como forma de explicar (e colocar em prática) a idéia que deu origem a esse estudo.

7.1 CONTEXTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O presente trabalho é parte de um contexto, onde pretende-se criar formalmente um modelo de ciclo de desenvolvimento de cursos para EAD, conforme o esquema abaixo:

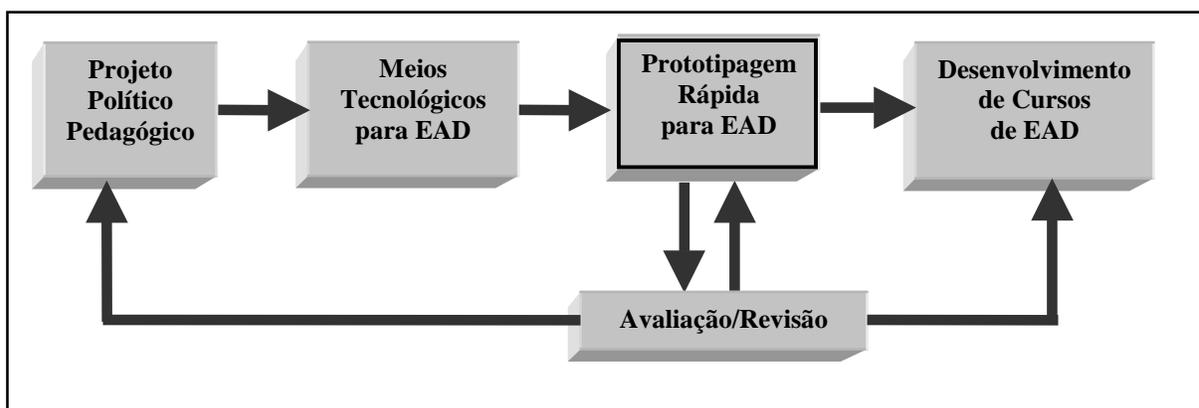


Figura 7.1: Modelo de Ciclo de Desenvolvimento de Cursos para EAD

Neste esquema considera-se que o desenvolvimento de cursos para EAD se dá a partir do projeto político pedagógico de uma instituição de ensino que se propõe a oferecer seus cursos na modalidade a distância.

O critério para a escolha do(s) meio(s) tecnológico(s) utilizado(s) para o desenvolvimento de um determinado curso se dá a partir da análise do projeto político pedagógico que contém os subsídios necessários para essa escolha.

Para cada meio tecnológico um ou mais protótipos rápidos são propostos. Os protótipos gerados, sem a pretensão de serem modelos completos, servirão como orientação inicial sobre a interface do usuário para os desenvolvedores que avaliam juntamente com os solicitantes do curso (usando critérios de avaliação não previstos aqui) e desenvolvem o sistema.

O desafio desse trabalho de dissertação é propor um gerador de protótipos que possam ser usados no contexto acima descrito. Desafio, porque a criação de cursos a distância não é tarefa trivial, visto que se deve abordar o desenvolvimento sob vários pontos de vista: aluno, contexto, objetivos, meios tecnológicos, processos de aprendizagem, etc.

Antes da descrição da proposta do gerador de protótipos, é importante uma visão sobre a proposta do “modelo para auxiliar na tomada de decisão sobre as tecnologias a serem utilizadas na educação a distância, baseado em especificações de projetos político-pedagógicos” COMASSETTO (2001), tema de outra dissertação.¹⁷ Apesar de não fazer parte do escopo dessa dissertação, esse modelo é descrito sucintamente a seguir, com o objetivo de entender o processo que o presente trabalho dá continuidade.

7.2 DEFINIÇÃO DOS MEIOS TECNOLÓGICOS A PARTIR DO PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO¹⁸

COMASSETTO(2001) afirma que “a escolha das tecnologias para cursos na modalidade de educação a distância normalmente é feita de forma empírica ou em conformidade com as tecnologias existentes nas entidades promotoras, sejam de ensino ou empresas”.

Por isso propõe que essa escolha se dê a partir da análise do projeto político pedagógico de instituições que ofereçam a modalidade de ensino a distância, porque

¹⁷ COMASSETTO (2001)

¹⁸ “O projeto Político-Pedagógico de um curso é sua própria definição. Expressa seus propósitos mais gerais, sua forma de compreender o mundo ao seu redor e as respostas que pretende dar aos desafios deste mundo. Expressa a Visão Estratégica de um curso, isto é, a percepção de seu momento atual, e do direcionamento de seu futuro” (MEMBRES, 2000) apud (COMASSETTO,2001).

“entende-se que estas formas, hoje, não atendem as diretrizes traçadas em seus projetos pedagógicos” (COMASSETTO, 2001).

Assim, o modelo proposto se deu a partir da análise de propostas de cursos de extensão e disciplinas de cursos de graduação propostos para a modalidade de EAD, na UnC – Universidade do Contestado.

A partir dessa análise minuciosa feita juntamente com profissionais de educação e educação a distância dessa instituição, o modelo – que tem como objetivo chegar ao resultado sobre qual tecnologia deve ser usada em um determinado curso de EAD – foi elaborado a partir do mapeamento de especificações de projetos político-pedagógicos e é composto dos seguintes passos:

1. seleção dos projetos político-pedagógicos,
2. seleção dos principais itens de um PPP,
3. elaboração do questionário a partir da análise dos itens selecionados,
4. relação das tecnologias usadas na educação a distância e
5. definição de valores percentuais (a partir das alternativas dos dois passos anteriores foram determinados pelo grupo de especialistas valores percentuais denominados de graus de confiabilidade).

A partir desses passos, os dados obtidos foram utilizados para a criação de um sistema especialista, o SEEAD - sistema especialista para educação a distância, implementado na *Expert SINTA*¹⁹.

“O SEEAD pode ser aplicado em Centros e Núcleos de EAD, instituições de ensino ou empresas que trabalham com educação a distância e que necessitam de uma ferramenta para auxílio especialista na definição adequada da(s) tecnologia(s) a ser(em) usada(s) em um determinado curso à distância” (COMASSETTO, 2001).

¹⁹ SINTA (Sistemas INTeligentes Aplicados), do Laboratório de Inteligência Artificial (LIA) da Universidade Federal do Ceará, disponibilizado gratuitamente no endereço eletrônico <http://www.lia.ufc.br>.

7.3 PROPOSTA PARA O GERADOR DE PROTÓTIPOS RÁPIDOS

Seguindo o modelo de ciclo de desenvolvimento de cursos para EAD (fig. 7.1), a partir da escolha do(s) meio(s) tecnológico(s) que comporão um determinado curso a distância, cria-se um protótipo rápido informatizado para esse curso.

Pode-se representar a relação dos meios tecnológicos *versus* prototipagem rápida através do diagrama de Venn da teoria dos conjuntos:

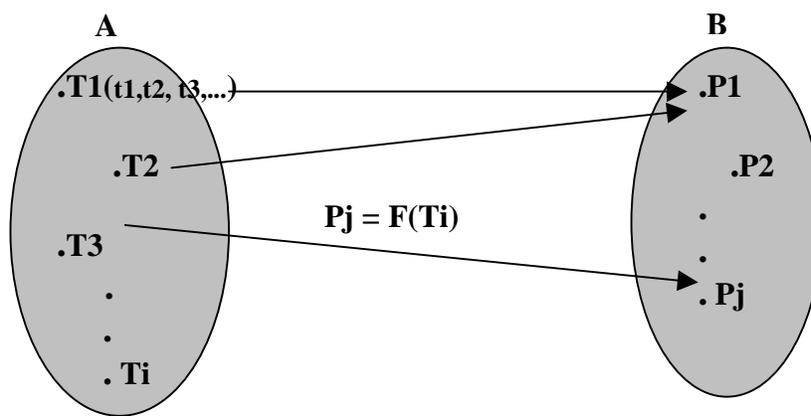


Figura 7.3: Relação dos meios tecnológicos *versus* prototipagem rápida

Onde:

- Conjunto A é o conjunto de subconjuntos de meios tecnológicos para EAD.
- Conjunto B é o conjunto de protótipos para cada subconjunto de meios tecnológicos.

Então, o objetivo da dissertação pode ser expresso por uma função $P_j = F(T_i)$, ou seja, os protótipos(P_j) são criados em função dos meios tecnológicos solicitados (T_i).

Considera-se aqui que há um problema a resolver: a partir de meios tecnológicos (tecnologias) para EAD, deve-se criar protótipos rápidos informatizados para uma prévia avaliação de um modelo de um curso solicitado. Para resolver esse problema, algumas questões foram levantadas:

- 1º) O que caracteriza a EAD?
- 2º) Quais os meios tecnológicos utilizados nessa modalidade de ensino?
- 3º) No que consiste a prototipagem rápida na área de desenvolvimento de software?

Como visto, o capítulo 2 dá uma visão geral sobre EAD, responde e esclarece o primeiro questionamento na resolução desse problema. O capítulo 3 faz um levantamento sobre os meios tecnológicos empregados na modalidade de educação a distância (obviamente muitos deles são utilizados para incrementar a modalidade presencial também), levando em conta algumas características que são importantes no desenvolvimentos dos protótipos rápidos. O capítulo 4 faz considerações acerca da prototipagem rápida na área de engenharia do software e assim (juntamente com os dois capítulos anteriores) fornece os subsídios que permitirão fazer uma tentativa de responder às próximas perguntas:

- 4º) É viável a prototipagem rápida para o desenvolvimento de cursos a distância?
- 5º) Se sim, então, quais meios tecnológicos são viáveis para a prototipagem rápida?

O sub-item a seguir comenta e procura responder as esses dois questionamentos.

7.4 PROTOTIPAGEM RÁPIDA PARA CURSOS DE EAD

Após uma investigação sobre a abordagem de prototipagem rápida na engenharia de software, percebe-se claramente que seu objetivo vai de encontro às expectativas da utilização da prototipagem rápida para o desenvolvimento de cursos de EAD: promover o processo de comunicação eficaz entre usuários e desenvolvedores através de avaliações antecipadas no processo de desenvolvimento.

É possível fazer uma comparação entre o ciclo de vida clássico de desenvolvimento de software (PRESSMAN, 1995) e os estágios básicos do processo de desenvolvimento de cursos (ou desenvolvimento instrucional) para EAD (WILLIS, 1995), como mostra a tabela a seguir:

Ciclo de Vida Clássico	Desenvolvimento de cursos para EAD	Características em comum
Planejamento, Análise	Projeto	O que fazer.
Projeto, Codificação	Desenvolvimento	Como fazer.
Testes	Avaliação	Antes da implantação.
Manutenção	Revisão	Após a implantação.

Tabela 7.4: Ciclo de vida Clássico X Desenvolvimento de Cursos para EAD

Guardadas a devidas diferenças e peculiaridades, pode-se dizer que ambos os processos seguem passos similares, cabendo salientar que, após a implantação, a revisão dos cursos de EAD servem para avaliar o curso através do *feedback* de alunos e especialistas, visando verificar a efetividade e melhorar o curso para os próximos usuários em potencial (alunos). Já a manutenção nos sistemas de software também pode ser resultado do *feedback* dos usuários, mas visa a melhoria funcional ou correção ou adaptação do sistema para os mesmos usuários.

A prototipagem rápida na engenharia de software pretende ser o elo de ligação e eficiente comunicação entre os desenvolvedores e usuários. O usuário torna-se ativo participante do processo de desenvolvimento, primeiro porque sua participação ativa é solicitada e, segundo, porque ele passa a compreender a visão dos desenvolvedores (e vice-versa) já que esse processo dinâmico permite testar interface e/ou funcionalidade parcial nas várias fases do ciclo de vida do desenvolvimento do software.

Pretende-se que a prototipagem rápida no desenvolvimento de cursos de EAD também seja o elo de comunicação entre o desenvolvedor e o usuário que é em primeira instância o solicitante do curso (coordenador do curso, professor, etc.), que possui a visão do objetivo que se pretende atingir e, em segunda instância, os alunos, cujo perfil influenciará diretamente no formato do curso. Há a necessidade de que desenvolvedores e usuários possam compreender a visão que cada um tem do curso para desenvolvê-lo de acordo com o objetivo que se quer atingir.

Já que é possível uma comparação entre os ciclos de desenvolvimento de sistemas de software e cursos de EAD, e tendo em vista que o resultado que se pretende com a aplicação de abordagens de prototipagem rápida para os dois processos é o mesmo, entende-se que é viável a aplicação da prototipagem rápida para o desenvolvimento de cursos de EAD.

Neste sentido, o gerador de protótipos proposto seria um repositório de informações, sugestões ou recomendações concernentes a cada meio tecnológico que viabiliza o ensino a distância, desenvolvido numa ferramenta informatizada. Note-se que essa proposta reflete outra característica inerente à prototipagem rápida – a reusabilidade.

É desejável na prototipagem rápida a reutilização de código, que torna rápido, eficiente e padroniza o desenvolvimento.

Esse gerador de protótipos, como um repositório de informações, armazena formatos e informações gerais que podem servir de "matrizes" para o desenvolvimento de cada curso, adaptando cada modelo armazenado às peculiaridades de cada curso e/ou alunos a quem se destina.

E sobre os meios tecnológicos empregados nos cursos de EAD, são viáveis, a princípio, para o processo de prototipagem rápida, aqueles que utilizam o computador – videoconferência, computador (cursos baseados em computador) e Internet (cursos baseados na Web). Mas pretende-se que o gerador de protótipos armazene informações acerca da criação de materiais impressos, visto que é um meio tecnológico que normalmente acompanha os outros meios como material suplementar.

Dentre as diversas abordagens de prototipagem rápida que se pode aplicar ao desenvolvimento de sistemas de software, aquela que melhor se adapta aos objetivos dessa proposta é a prototipagem rápida para a interface do usuário, já que essa fase no *modelo de ciclo de desenvolvimento de cursos para EAD* (fig. 7.1) tem o objetivo de fornecer uma orientação inicial ao desenvolvedor sobre o formato visual do curso, ou seja a interface do usuário.

7.5 CLASSIFICAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

Definido o objetivo da prototipagem rápida nos termos desse trabalho, cabe agora definir qual abordagem melhor se adapta a esse objetivo. Analisando a classificação de CONNELL & SHAFER (1989), descrita no capítulo 4, a abordagem de *Maquetes (nonfunctioning mock-ups)* é adequada, visto que:

- Fornece exemplos visuais;
- Pode ser um protótipo somente de telas criado no computador;
- Nenhum dado realmente entra no computador, mas pode ser incluído exemplos de dados para mostrar o formato dos menus, formulários de entrada e relatórios;
- As maquetes são descartadas após os requisitos terem sido definidos.

Mas, tendo em vista a ferramenta que será utilizada na construção dos protótipos, a abordagem de maquetes poderia evoluir para a prototipagem evolucionária, já que o último item (as maquetes são descartadas...) não se encaixa no propósito do gerador de protótipos que pretende permitir a reutilização.

7.6 FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS

A ferramenta de desenvolvimento rápido de aplicações (RAD) Borland Delphi foi utilizada para o desenvolvimento do esboço do gerador de protótipos. O Delphi está na classificação de *Construtores de Interface* por SZEKELY (1994) apud BLOM (2000), capítulo 4.

Como construtor de interface, o Delphi:

- Pode ser usado não somente para o protótipo de interface, como também para construir a interface do sistema real.
- Gera código executável e pode ser reutilizado na aplicação real.
- Permite a prototipagem rápida e então reutiliza o protótipo na implementação real.

7.7 GERADOR DE PROTÓTIPOS

A partir da análise feita na seção anterior, visando a *proposta para o gerador de protótipos*, conclui-se que o gerador de protótipos:

- A princípio armazena protótipos somente de telas que fornecem exemplos visuais (da interface do usuário);
- Pode evoluir para a implementação real, visto que a ferramenta utilizada permite essa possibilidade;
- Pretende que cada protótipo criado seja armazenado para utilização em outros cursos – princípio da reusabilidade;
- Armazena informações e recomendações sobre cada meio tecnológico que se considera viável para a prototipagem rápida (videoconferência, computador, Internet e informações sobre material impresso).
- É desejável que cada protótipo armazenado contenha informações acerca do público alvo pretendido, estratégias de avaliação, outras mídias empregadas, etc.

7.7.1 A ESTRUTURA DO GERADOR DE PROTÓTIPOS

Para que o gerador de protótipos seja um repositório de informações e recomendações sobre os meios tecnológicos que pretende representar, foi elaborado um modelo de sua estrutura (Fig. 7.7.1) da seguinte forma:

- O gerador de protótipos é formado por módulos. Cada módulo trata de um meio tecnológico. O módulo de cada meio tecnológico contém dois sub-módulos:
 - **Módulo Checklist (MC):** consiste em um formulário (*form* no Delphi) com um *checklist* dos requisitos mínimos necessários (estrutura física e lógica) para viabilizar o desenvolvimento de um curso no referido meio tecnológico. A princípio as informações para o *checklist* são as que constam no item *requisitos mínimos* de cada meio tecnológico catalogado no capítulo 3.

- **Módulo Recomendações (MR):**
 - Para material impresso e videoconferência, o MR consiste de uma tela com recomendações sobre seu correto uso para a EAD (conforme capítulo 3).
 - Para computador (e seus sub-módulos) consiste dos protótipos de interface do usuário propriamente ditos, buscando utilizar as recomendações ergonômicas estudadas na sua concepção.
- A organização dos módulos aparece na representação estrutural de forma hierárquica, mas os módulos podem “comunicar-se” em qualquer direção (vertical e horizontal), conforme a combinação dos meios tecnológicos.
- É ideal que cada módulo funcione como um(a) *template*, ou seja, uma matriz, a partir da qual novos formatos podem ser criados.

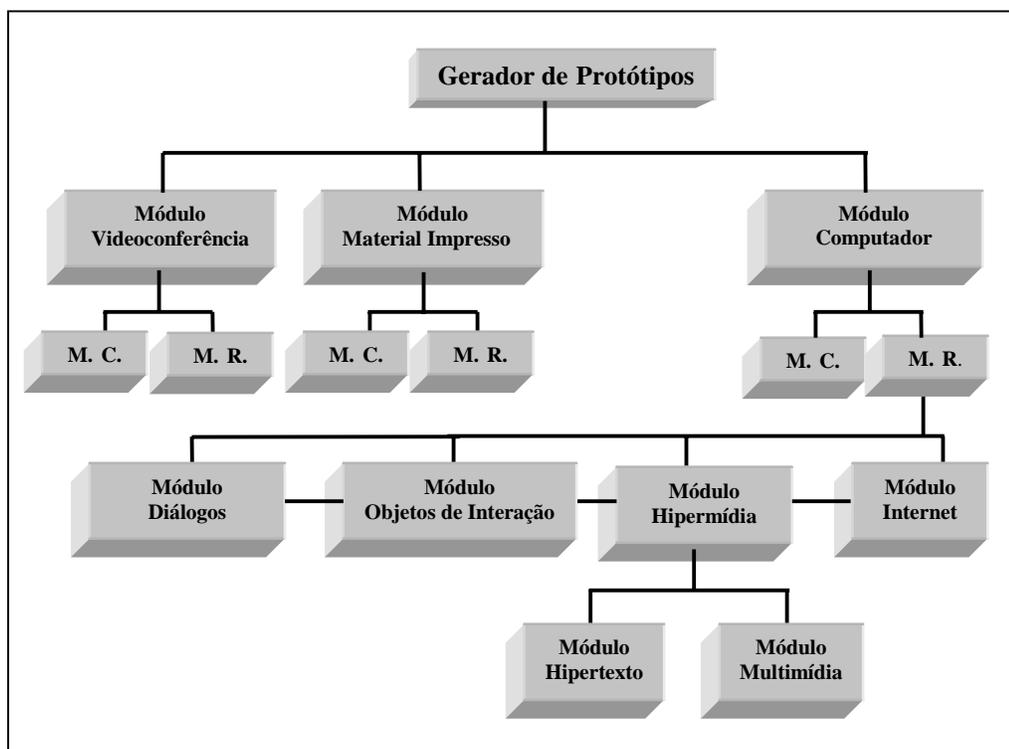


Figura 7.7.1: Estrutura do gerador de protótipos rápidos

7.8 ILUSTRAÇÃO DO MODELO

Com o objetivo de ilustrar o *Gerador de protótipos* idealizado, um esboço do modelo foi implementado, utilizando o Borland Delphi (conforme citado no item 7.6).

Algumas de suas telas são mostradas e descritas a seguir. Cabe salientar que, como é um esboço, faltam muitos detalhes e talvez, para uma possível implementação final, tenha outro “conceito visual”.

Nessa primeira implementação foram utilizados os ícones como metáforas, representando objetos que sugerem a mídia utilizada ou uma opção a selecionar.

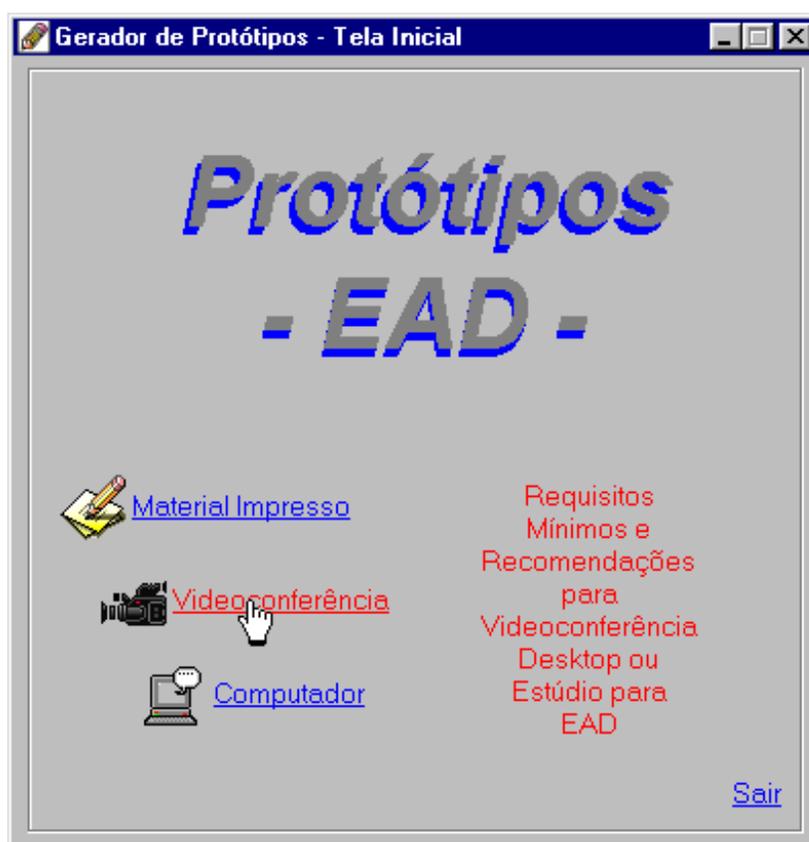


Figura 7.8a: Tela Inicial – Opção Videoconferência.

A tela inicial apresenta as três opções de mídias definidas no item 7.4. Ao clicar no *link* videoconferência, aparece a tela a seguir.



Figura 7.8b: Tela de Apresentação da Videoconferência.

Visto que pretende-se que o gerador de protótipos seja um repositório de informações das mídias que representa, a tela de apresentação objetiva dar uma visão geral sobre a mídia selecionada.

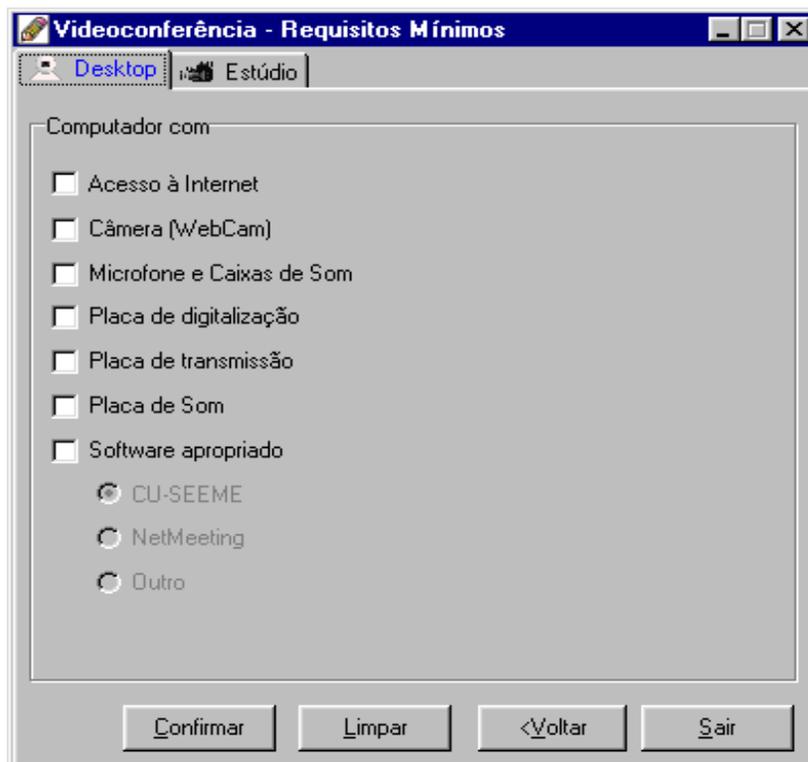


Figura 7.8c: Tela de *checklist* da Videoconferência- Desktop



Figura 7.8d: Tela de Checklist da Videoconferência - Estúdio

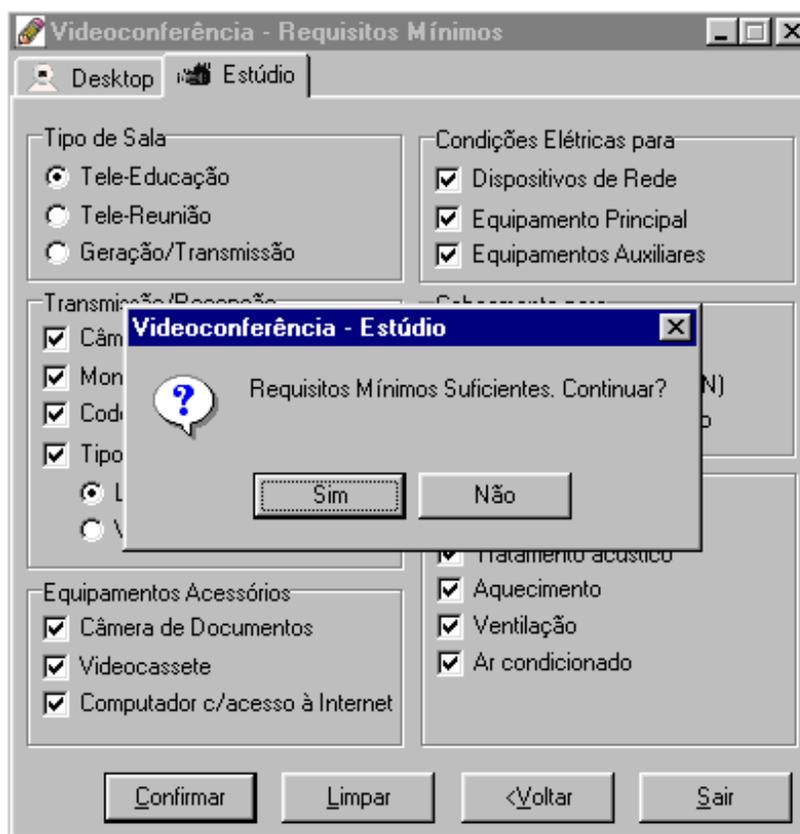


Figura 7.8e: Tela de Checklist da Videoconferência – Estúdio com caixa de confirmação.

As figuras 7.8c, 7.8d e 7.8e representam o módulo checklist, com os requisitos mínimos necessários para a viabilidade de utilização da mídia na EAD. A fig. 7.8e, mostra todos os requisitos selecionados e uma caixa de mensagem confirmando que os requisitos selecionados são suficientes.

Ao selecionar a opção sim, dependendo do tipo de sala selecionada, aparece uma tela com recomendações para seu uso. A fig. 7.8f a seguir ilustra a tela de recomendações para o tipo de sala tele-educação. Uma outra possibilidade que se deseja implementar é colocar no lugar de uma tela estática com as recomendações, uma animação simulando o ambiente da videoconferência, aparecendo as recomendações escritas na tela e usando áudio.

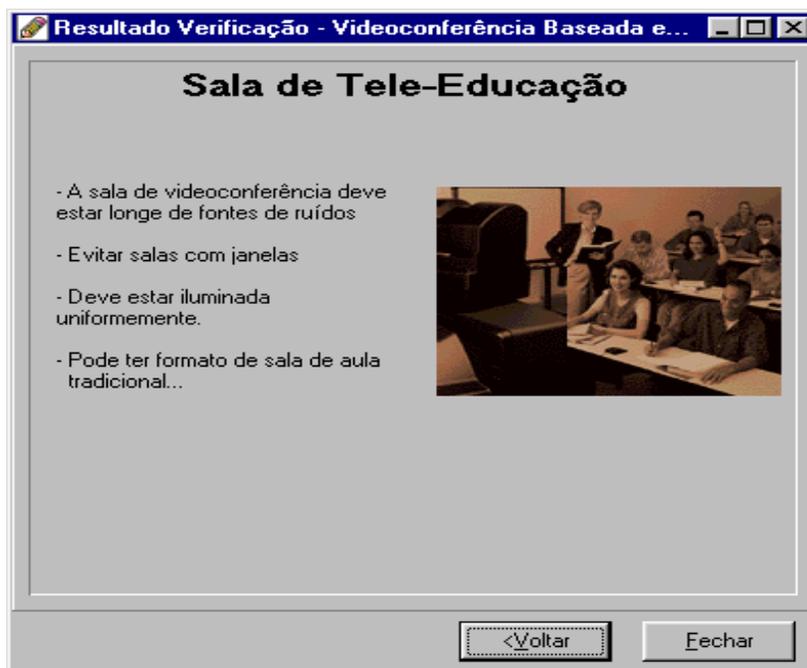


Figura 7.8f: Tela de Recomendações para Sala de Tele-Educação.

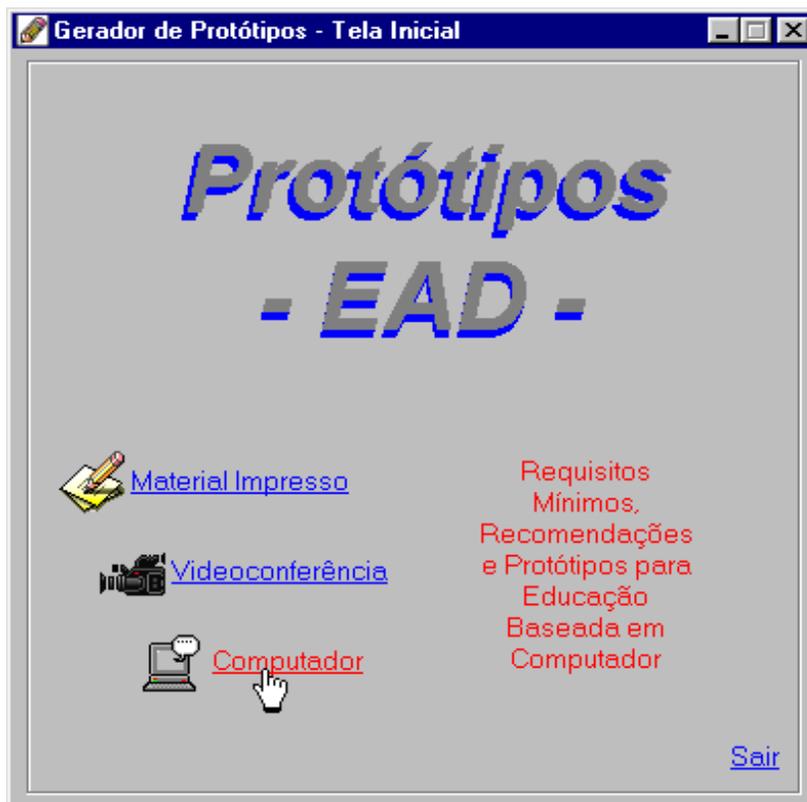


Figura 7.8g: Tela Inicial – Opção Computador.

Mas se na tela inicial a opção escolhida é *computador* (fig. 7.8g), então o caminho a seguir é a tela de apresentação tal como na opção *videoconferência* (ver fig7.8b), que não foi ainda implementada, seguida das telas subsequentes (fig. 7.8h, 7.8i, 7.8j, 7.8l, 7.8m e 7.8n).

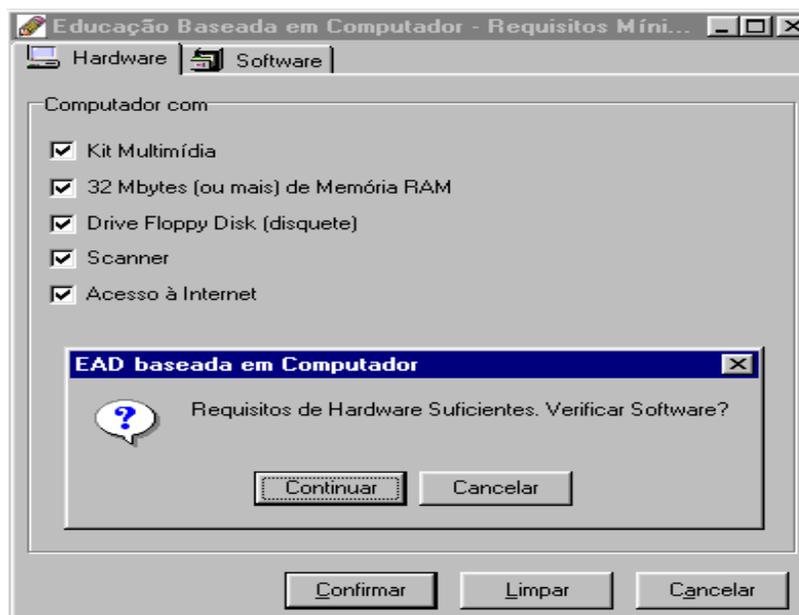


Figura 7.8h: Tela de Checklist para Mídias baseada em computador.

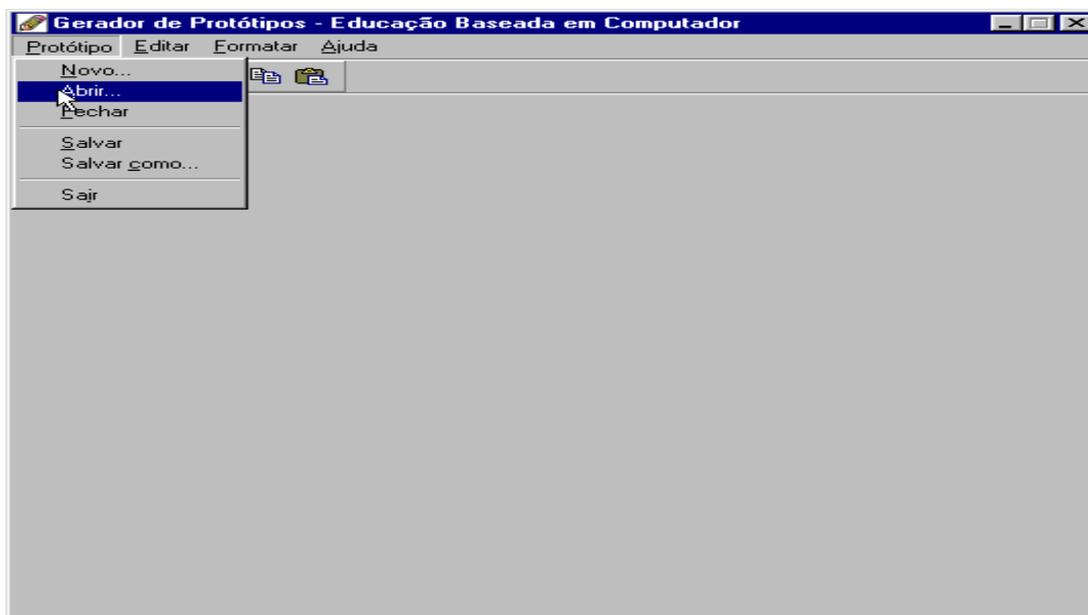


Figura 7.8i: Tela com a opção de abrir protótipo.

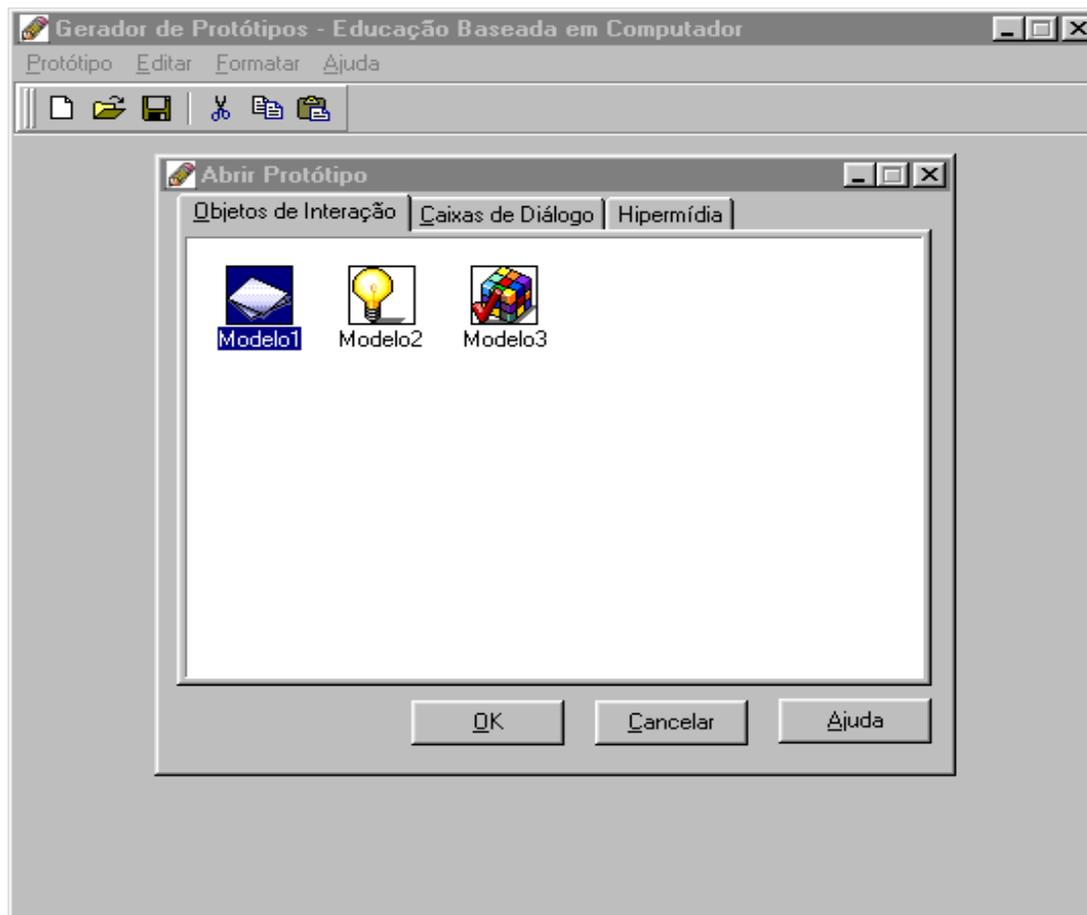


Figura 7.8j: Tela com as opções de protótipos (modelos) disponíveis.

Ao selecionar abrir protótipo, aparece a caixa abrir protótipo com três guias:

- **Guia Objetos de Interação:** deve conter modelos de protótipos de tela construídos com objetos de interação descritos no capítulo 5. Cada ícone dessa guia representa um protótipo disponível.
- **Guia Caixas de Diálogo:** deve conter modelos de caixas de diálogo como forma de dar um *feedback* ao usuário. Além das clássicas caixas de aviso, informação, confirmação, etc., deve conter caixas que auxiliem o aluno em seu aprendizado.
- **Guia Hiperímia:** deve conter modelos de tela de EAD baseados em multimídia, hipertexto e multimídia.

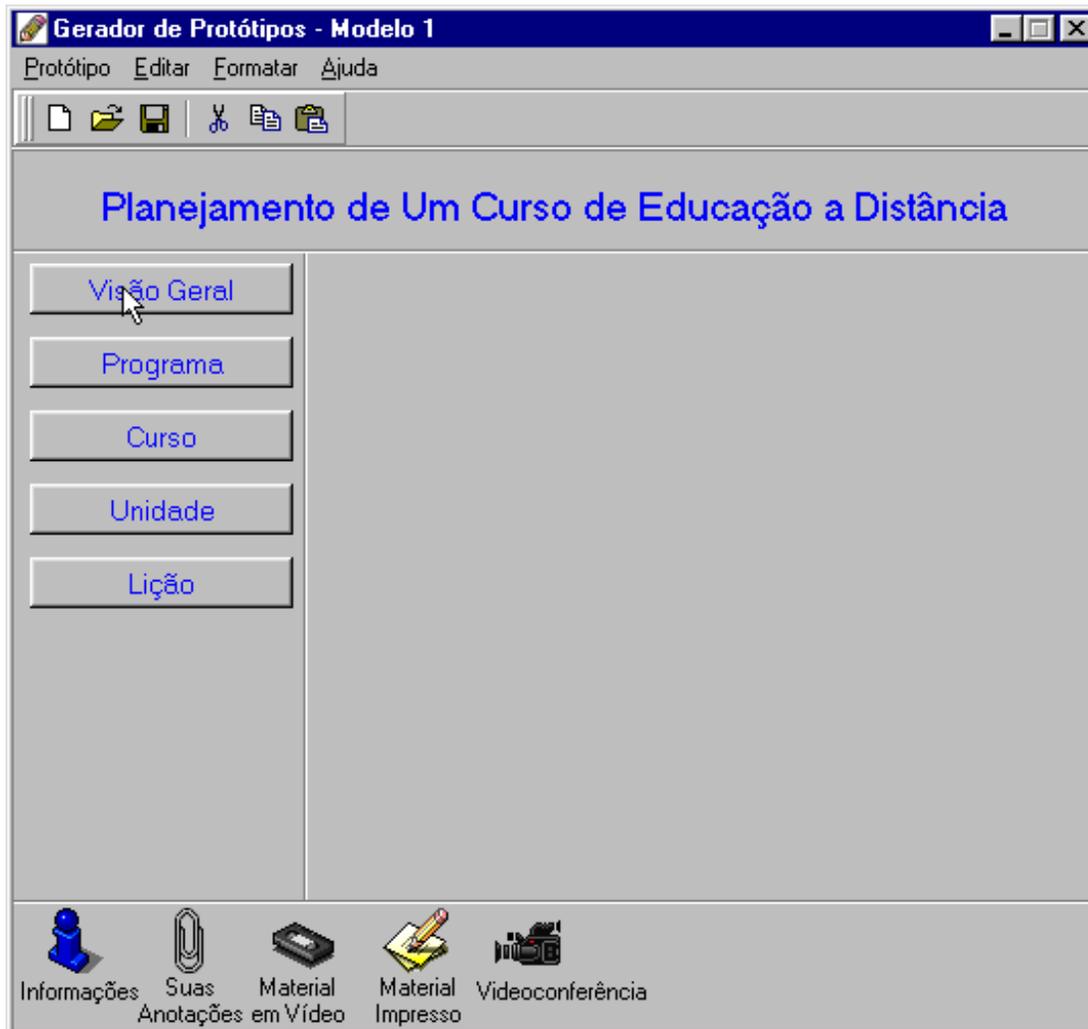


Figura 7.81: Tela com o protótipo *modelo1* aberto.

O *modelo 1* foi implementado para ilustrar um protótipo de tela de um curso de EAD baseado em computador, utilizando o que foi definido por objetos de interação (CYBIS, 1997).

O conteúdo desse exemplo de curso “*Planejamento de um curso de Educação a Distância*” foi tirado de LAASER (1997).

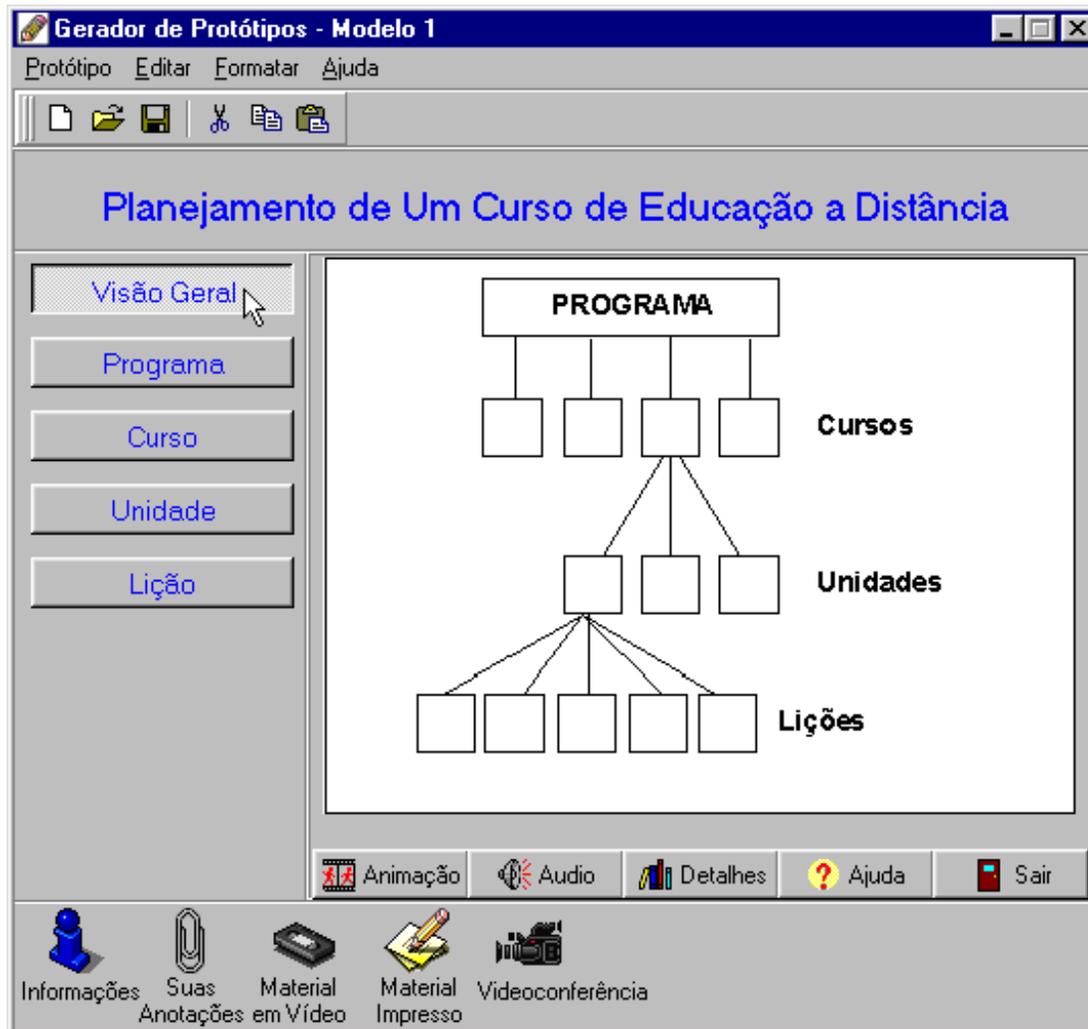


Figura 7.8m: Tela com a opção *Visão Geral* selecionada.

Os ícones mais abaixo estão disponíveis em todas as telas do curso e representam opções do curso:

- Informações acerca do público alvo do curso, metodologia utilizada para sua criação, etc. E ajuda para o aluno.
- Anotações abre um editor para as anotações do aluno.
- Os ícones Material em Vídeo, Material Impresso e Videoconferência se habilitados indicam que os curso também está disponível nessas mídias e ao acessá-los informa como obtê-los.

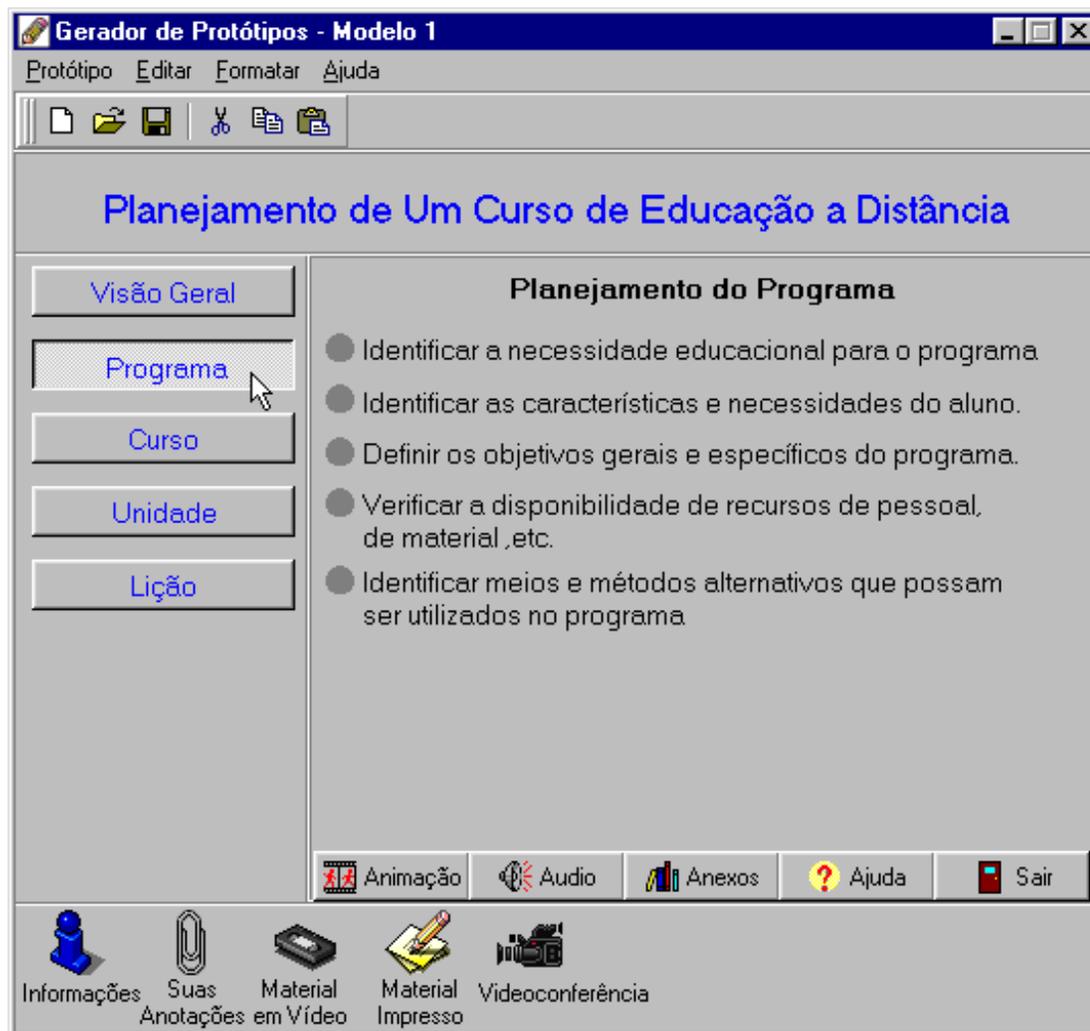


Figura 7.8n: Tela com a opção *Programa* selecionada.

Os botões com ícones são específicos de cada sub-módulo e podem diferenciar-se de um módulo para outro.

O gerador de protótipos para cada protótipo deve ainda ter (não colocado nesse exemplo), opção para modificar o modelo e salvá-lo como outro modelo. Assim cada modelo serve como uma *template* que pode ser reutilizada e modificada.

Cada protótipo proposto pelo gerador de protótipos deve seguir sempre recomendações de cunho científico para sua implementação. Isso significa que devem ser construídos baseados em modelos de desenvolvimento de software educacional, recomendações e critérios para a construção de interfaces, etc.

Além dos ícones utilizados nesse exemplo como metáfora que sugere ao usuário o significado da opção escolhida através de imagens familiares ao contexto a que se refere, a utilização de metáforas do mundo real (visto no capítulo 5) pode ser utilizada para simular o ambiente ou o contexto de que trata o curso.

Assim, por exemplo, um curso para operários poderia simular o chão de fábrica da indústria. Para técnicos, simular o ambiente específico do seu trabalho. Para cursos que acontecem normalmente na escola, simular a sala de aula (como pode-se observar em diversos portais educacionais que utilizam metáfora do quadro negro, do mural, da biblioteca, etc.).

Ainda, para os módulos material impresso e Internet não ilustrados, pretende-se que o gerador forneça:

- Para material impresso: recomendações de criação de material impresso para EAD e links para editor de texto, de imagens e /ou leitor de textos.
- Para Internet: Recomendações e orientações para a implantação e utilização de ferramentas tais como FTP, Fórum, Chat, etc.

8 CONCLUSÕES

A primeira conclusão a que chega esse trabalho é sobre a viabilidade da utilização de prototipagem rápida para o desenvolvimento de modelos para EAD – justificado no item 7.4

Também as pesquisas desenvolvidas no campo da ergonomia de software para o desenvolvimento de interfaces são extremamente valiosas e sua aplicação pode contribuir para o desenvolvimento de excelentes interfaces para cursos de EAD (e cursos presenciais que utilizem computador).

O desenvolvimento desse trabalho permitiu verificar quão complexa é a tarefa de se fazer educação a distância. Mas a recompensa pode ser maior do que a dificuldade já que, se desenvolvida com seriedade sobre sólidas bases dos diversos campos de conhecimento necessários, pode gerar muitos benefícios e contribuições para o desenvolvimento de nossa sociedade.

Para continuar o desenvolvimento desse projeto que o presente trabalho lança as bases, muito chão ainda há para se percorrer até chegar a um produto que satisfaça as expectativas idealizadas.

É necessário esforço para convergir diferentes áreas do conhecimento imprescindíveis para o desenvolvimento dessa modalidade de ensino que alavancou com o desenvolvimento tecnológico e não se sabe aonde vai parar (se é que vai parar).

Especificamente, foi possível perceber e entender a contribuição da computação nesse contexto. Apesar do enfoque desse trabalho ter se situado na linha da engenharia de software e ergonomia de software para o desenvolvimento de interfaces, pode-se facilmente observar as contribuições de outras linhas da computação e áreas afins: redes de computadores, sistemas distribuídos, telecomunicações, etc.

A ciência da computação tem estado cada vez mais presente nas “práticas educacionais”. Pelo ritmo das inovações, pode-se pensar se chegará o momento que a computação será imprescindível à educação.

Se a educação a distância tem, a priori, o objetivo de democratizar a educação, não se pode esquecer que numa sociedade em que a educação é para poucos, a educação com tecnologia pode ser ainda mais elitista.

Os profissionais da informática, da educação e todos os envolvidos nessa causa devem unir esforços para que a tecnologia inverta o rumo da educação: educação com tecnologia para todos.

8.1 RECOMENDAÇÕES

As recomendações para trabalhos futuros são:

- A continuidade do desenvolvimento do *Gerador Protótipos* é a primeira sugestão.
- Após sua implementação, aplicar testes para verificar a viabilidade de sua utilização e identificar mudanças/melhorias. Para a aplicação desses testes, a definição de uma metodologia para avaliar os protótipos, seria outra sugestão de trabalho.
- Definir um método de integrar o *Gerador de Protótipos* ao Sistema SEEAD (COMASSETO, 2001), visto que os dados de saída deste são os dados de entrada daquele.
- E por fim criar uma ferramenta mais completa que apoie o desenvolvedor em todos os passos do desenvolvimento de cursos para EAD, com técnicas de inteligência artificial que o oriente nas questões acerca do público alvo, objetivos da aprendizagem, formas de avaliação, etc.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. F.; WAZLAWICK. R. S. **Realidade Virtual na Educação**. UFSC, 1998. Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/~raul/public1/>>. Acesso em: 02/03/2001

AZEVEDO, W. **Panorama Atual da Educação a Distância no Brasil**. Disponível em <http://www.webschool.com.br/170502_fiquepordentro_2.php3>. Acesso em 15/05/2002.

BARRETO, Jorge Muniz. **Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI**. 2.ed. Florianópolis, SC: J.M.Barreto, 1999. 324p.

BELLONI, M^a. L. **Educação a Distância**. Campinas, SP: Autores Associados, 1999. 115p.

BLOM, R.E. **Survey of prototyping and RAD tools**. Artigo para o curso "Human Computer Interaction" Vrije Universiteit Amsterdam. 2000. Disponível em: <http://www.cs.vu.nl/~mmc/mci/content_pages/opdrachtvoorbeelden/R.BLOM/paper.html> Acesso em: 27/12/2001.

BOLZAN, R. F. F. A. **O Conhecimento Tecnológico e o Paradigma Educacional**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis, SC, 1998. Disponível em < <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/regina/> >. Acesso em: 02/02/2001.

CAPELL, P. **Report on Distance Learning Technologies**. Technical Report. CMU/SEI. Pittsburgh, PA: 1995. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/95.reports/95.tr.004.html>>. Acesso em: 22/01/2002.

CERQUEIRA, C. L. **O uso das Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação com aspectos relevantes do processo de ensino aprendizagem**. Universidade do Algarve. FARO, Portugal. 1999. Disponível em:<http://www.ualg.pt/uceh/ceduc/cadeiras/met1/discentes/trabalhos/19981999/ensaio/cristovao/ensaio_total.html>. Acesso em: 24 janeiro 2001.

CHAVES, E. O. C. **A Tecnologia e os Paradigmas na Educação: o Paradigma Letrado entre o paradigma oral e o paradigma audiovisual**. In: **mídia, Educação e Leitura**. São Paulo: Anhembi Morumbi: Associação de Leitura do Brasil, 1999.

COMASSETTO, L.S. **SEEAD - Um modelo de tomada de decisão sobre tecnologias na Educação a Distância baseado em projetos político-pedagógicos**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação. UFSC, Florianópolis, SC, 2001.

CONNELL, J.L.; SHAFER, L. **Structured Rapid Prototyping** : An Evolutionary Approach to Software Development. New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1989.

CYBIS, W. A. **A identificação dos objetos de interfaces homem-computador e seus Atributos ergonômicos**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1994.

_____ **Ergonomia de interfaces homem-computador**, Florianópolis, 1997, Apostila para o curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/apostila>>. Acesso em: 6 março 2001.

FEILER, P. **User Interface Technology Survey**. Technical Report. CMU/SEI. Pittsburgh: 1987. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/87.reports/87.tr.006.html>>. Acesso em: 5/01/2002.

FIALHO, F.; SANTOS, N. **Manual de Análise Ergonômica no Trabalho**. 2ed. Curitiba: GENESIS Editora, 1997.

GAMEZ, L **TICESE - Técnica de Inspeção de Conformidades Ergonômicas em Software Educacional**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. Guimarães. Portugal:1998. Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/estilo/Ticese.htm>>. Acesso em: 18/07/2001.

GASPERETTI, M. **Computador na Educação – Guia para o ensino de novas tecnologias**. São Paulo: Ed. Esfera, 2001.

GUTIERREZ, F.; PIETRO, D. **A Mediação Pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 1994. 165 pag.

HACKOS, J. T.; REDISH, J. C. **User and Task Analysis for Interface Design**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998.

HIRATSUKA, T.P. **Contribuições da Ergonomia e do Design na Concepção de Interfaces Multimídia**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1996.

LAASER, W. (Org). **Manual de Criação e Elaboração de Materiais para Educação a Distância**. Brasília: Universidade de Brasília, 1997. 189p.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 2 Ed. São Paulo: Ed. 34, 2000.

MANDEL, T. **The Elements of User Interface Design**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997.

MAIA, C.. **Guia brasileiro de educação a distância 200/2001**. São Paulo: Ed. Esfera, 2001.

MARTIN, J. **Hiperdocumentos e como criá-los**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

MYERS, B. A. **UIMSS, Toolkits, Interface Builders**. Human Computer Interaction Institute, Carnegie Mellon University. Pittsburgh, PA:1996. Disponível em <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/project/garnet/doc/papers/uimshandbookuidesign.ps>. Acesso em 5/01/2002.

NIELSEN, J. **Multimedia and Hypertext: The Internet and Beyond**. New York: Academic Press, 1995.

_____ **Projetando Websites**. Rio de Janeiro: Campos, 2000.

NISKIER, A. **Educação à Distância - A tecnologia da esperança**. São Paulo, SP: Loyola, 1999. 414p.

NUNES, I. B.. **Noções de Educação a Distância Revista Educação a Distância**. Porto Alegre, INED, n. 4-5, abril, 1994.

OLIVEIRA, E. R.C. **Um estudo comparativo entre o uso do computador e da Videoconferência na educação a distância**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 2000.

OLIVEIRA, J. B. A. O ensino à Distância e a Tecnologia no Brasil. In: CASTRO, C. M. (editor). **Educação na Era da Informação**. Rio de Janeiro, 2001, p. 267-276.

PAULA FILHO, W. P. **Multimídia Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro : LTC, 2000.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software**. 3 ed. São Paulo: Makron Books, 1995.

PRETTO, Nelson de Luca. Bibliotecas digitais e internet: em busca da produção coletiva de conhecimento. **Revista Análise & Dados**, Salvador, BA: SEI v, 1999. Disponível em <<http://www.ufba.br/~pretto/textos/textos.htm>>. Acesso em: 21 fevereiro 2001.

RIBEIRO, J. G. C. G. **O Ambiente LOGO Como Elemento Facilitador da Reflexão Pedagógica Sobre a Prática Educativa.** Resumo de Monografia (Pós-Graduação *Latu Sensu* em Informática Educativa). UFAL, Maceió, AL, 1991. Disponível em <<http://www.fapeal.br/nies/trAB/AMBI>>. Acesso em: 14 fevereiro 2001.

RIGHI, C. A. R. **Aplicação das recomendações ergonômicas ao componente de apresentação da interface de softwares interativos.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1993.

ROMANI, L. A. S.; ROCHA, H. V. A complexa Tarefa de Educar a Distância: Uma Reflexão Sobre o Processo Educacional Baseado na Web. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, v. 8, p. 71-82, abril, 2001.

SCHEER, Sérgio. **Multimeios em EAD. In: Educação a Distância: um debate Multidisciplinar.** Organizadores Onilza Borges et. al. Curitiba, UFPR, 1999.

SANTOS, N.; PINTO, S. C. S.; ROCHA, A. R. C. **Navegação em Documentos Hipermídia: Estado da Arte.** UFRJ. Disponível em: <<http://www.ime.uerj.br/professores/neide/Reltec.htm>>. Acesso em: 20/01/2002.

SILVA, C. R. O. **Bases Pedagógicas e Ergonômicas para Concepção e Avaliação de Produtos Educacionais Informatizados.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1998. < <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/ribeiro>> . Acesso em: 23 fevereiro 2001.

WILLIS, B. **Distance Education at a Glance.** Guides prepared by engineering Outreach of Idaho. 1995. Disponível em: <<http://www.uidaho.edu/evo/distglan.html>>. Acesso em 25/01/2002.

WISNER, A. **Por Dentro do Trabalho. Ergonomia: Método e Técnica.** São Paulo: FTD: Oboré, 1987.

WOOD, D. P.; KANG, K. C. **A Classification and Bibliography of Software Prototyping.** Technical Report. CMU/SEI. Pittsburgh, PA: 1992. Disponível em: <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/92.reports/92.tr.013.html>. Acesso em: 27/12/2002.

WILLRICH, R. **Sistemas Multimídia Distribuídos.** Apostila do Curso de Pós-Graduação Em Ciência da Computação. UFSC, 2000.

ZANIN, F. A. **Um Modelo para Videoconferência em Computador Pessoal sobre Redes IP.** Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2000.