

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS -GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**BASES PEDAGÓGICAS E ERGONÔMICAS PARA CONCEPÇÃO
E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS
INFORMATIZADOS**

CASSANDRA RIBEIRO DE OLIVEIRA E SILVA

FLORIANÓPOLIS

1998

CASSANDRA RIBEIRO DE OLIVEIRA E SILVA

**BASES PEDAGÓGICAS E ERGONÔMICAS PARA CONCEPÇÃO E
AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção



0.290.891-0



UFSC-BU

Florianópolis
Julho de 1998

CASSANDRA RIBEIRO DE OLIVEIRA E SILVA

**BASES PEDAGÓGICAS E ERGONÔMICAS PARA CONCEPÇÃO E
AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS**

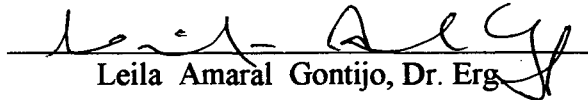
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina



Ricardo Miranda Barcia, Ph. D.

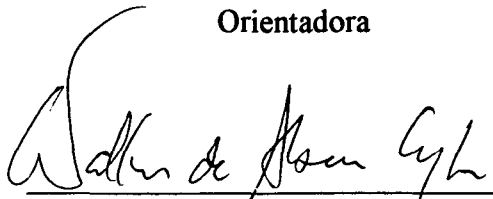
Coordenador

Banca Examinadora

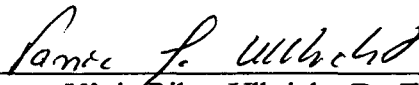


Leila Amaral Gontijo, Dr. Erg.

Orientadora



Walter de Abreu Cybis, Dr. Eng.



Vânia Ribas Ulbricht, Dr. Eng

Florianópolis

Julho de 1998

DEDICATÓRIA

À Deus, única presença, causa e substância de tudo.

Ao meu filho, Marco Augusto Júnior e seu pai.

Aos meus pais, irmãs e irmãos.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Escola Técnica Federal do Ceará, pelo apoio e incentivo ao meu crescimento pessoal e profissional;

À Universidade Federal de Santa Catarina, pelas condições oferecidas e pelos ensinamentos proporcionados pelo seu corpo docente;

À minha orientadora, professora Leila Amaral Gontijo, pela orientação e contribuição na realização deste trabalho;

À banca examinadora, Professores Walter de Abreu Cybis e Vânia Ribas Ulbricht pelo apoio e participação;

À Escola Técnica Federal de Santa Catarina, pelo apoio logístico, em especial à Sony de Carvalho, Regina Pereira, Consuelo Sielski e Marco Neiva Kosloski;

Às amigas e “irmãs” Inêz Ibarгойen, Lindalva Leal, Núbia Barbosa e Severina Gadelha, pela amizade verdadeira.

Ao Davi Vianna, meu filho “postição”, Regina e Francisco, seus pais, Rafael e Raquel seus irmãos que adotaram meu filho na minha ausência e me apoiaram na minha escolha de vida;

Ao professor Mauro Oliveira, da ETFCE, que desde o início me estimulou a explorar o universo da tecnologia na prática pedagógica;

Ao professor Antônio Salvador da Rocha, que me incentivou e ajudou na busca pela área de interesse, favorecendo os contatos necessários ao empreendimento.

Ao professor João Medeiro Tavares Júnior, da ETFCE, pela contribuição preciosa no refinamento das versões finais do trabalho;

À Maria do Carmo Freitas, cujo convívio, opiniões e contribuições foram definitivas para a finalização desta dissertação;

À Tânia Tait e Roseli de Souza que me ajudaram de forma desprendida na leitura do trabalho;

À professora Renata Jorge Vieira, da ETFCE, que dividiu comigo as angústias motivadas pela distância de casa, nascendo deste convívio uma bela amizade;

Ao professor Francisco Rilke Linhares Araújo, da ETFCE, pela ajuda na minha adaptação em Santa Catarina;

Aos novos amigos: Margarete Kleis, Julliane Fischer, Malcon Tafner, Luciano Gamez, Célia Cristina Zago, Lenir Sabóia, Omar Diban, e tantos outros pelo convívio durante o período do curso;

E a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram comigo nesta jornada.

S U M Á R I O

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE QUADROS.....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO 1	1
1.1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2. PROBLEMA	4
1.3. RELEVÂNCIA DA PESQUISA E RESULTADOS ESPERADOS.....	4
1.4. HIPÓTESES.....	7
1.5. OBJETIVOS	7
1.6. METODOLOGIA E ESTRUTURA DO TRABALHO	8
1.7. LIMITAÇÕES DA PESQUISA	8
CAPÍTULO 2 - PRINCIPAIS TEORIAS DE APRENDIZAGEM E EVOLUÇÃO DO ENSINO AUXILIADO POR COMPUTADOR	10
2.1. INTRODUÇÃO.....	10
2.2. PRINCIPAIS TEORIAS DE APRENDIZAGEM.....	11
2.3. ENSINO AUXILIADO POR COMPUTADOR: DA MÁQUINA DE ENSINAR À REALIDADE VIRTUAL.....	22
2.4. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	29
CAPÍTULO 3 - EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA: CARACTERÍSTICAS E PROCEDIMENTOS PEDAGÓGICOS.....	31
3.1. INTRODUÇÃO.....	31
3.2. A EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA.....	32
3.3. FATORES QUE CARACTERIZAM A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	35
3.4. A INTERAÇÃO E O <i>FEEDBACK</i> EM EAD	37
3.5. ASPECTOS DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS EM EAD.....	38
3.6. A VIDEOCONFERÊNCIA COMO AMBIENTE DE EAD	49
3.7. A INTERNET COMO AMBIENTE DE VIDEOCONFERÊNCIA	51
3.8. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	51
CAPÍTULO 4 - A ERGONOMIA DE SOFTWARE NO DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE HOMEM-COMPUTADOR.....	53
4.1. INTRODUÇÃO.....	53
4.2. A ERGONOMIA EM INFORMÁTICA NO PROJETO E AVALIAÇÃO DE INTERFACES INTERATIVAS	55

4.3. CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA PARA INTERFACE HOMEM-COMPUTADOR	59
4.4. MODELO DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE VALENTIN, VALLERY E LUCONGSANG	66
4.5. CRITÉRIOS ERGONÔMICOS PARA A CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE.....	75
4.6. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	78
CAPÍTULO 5 - BASES PEDAGÓGICAS E ERGONÔMICAS PARA CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS.....	80
5.1. INTRODUÇÃO.....	80
5.2. ABORDAGENS PEDAGÓGICAS PARA CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAIS.....	81
5.3. FERRAMENTAS E ABORDAGENS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SOFTWARE EDUCACIONAL.....	95
5.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MODELOS APRESENTADOS	108
5.5. UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM PEDAGÓGICA E ERGONÔMICA PARA CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS.....	110
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	112
6.1. CONCLUSÕES	112
6.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	115
7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117

LISTA DE FIGURAS

2.1. Fases da aprendizagem de Gagné.....	21
2.2. Visão da hipertecnologias.....	26
3.1. EAD – Características e procedimentos pedagógicos.....	32
4.1. Abordagem ergonômica para IHC.....	60
4.2. Esquema geral do modelo de avaliação.....	67
5.1. Concepção de software educacional de Mucchielli (1987).....	85
5.2. Processo de avaliação de software multimídia.....	91
5.3. Objetivos, fatores e sub-fatores de qualidade de programas.....	98
5.4. Procedimento gráfico na metodologia de Reeves.....	103
5.5. Nível das tarefas no modelo Jigsaw.....	105

LISTA DE QUADROS

2.1. Estágios do desenvolvimento segundo Piaget.....	15
2.2. Evolução da 2ª geração de Ensino Auxiliado por Computador.....	24
3.1. Modalidades de avaliação.....	46
5.1. Aspectos e sub-aspectos da avaliação formativa e somativa.....	94
5.2. Critérios pedagógicos de Reeves.....	102
5.3. Critérios de interface de Reeves.....	103
5.4. Proposta para um modelo integrado de avaliação de PEI.....	111

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPAD	Educação Presencial e à Distância
PEI	Produtos Educacionais Informatizados
CEFET/CE	Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará
CAPES	Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FUNCAP	Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
IA	Inteligência Artificial
EAC	Ensino Assistido por Computador
CAI	Instrução Assistida por Computador
EIAC	Ensino Inteligente Assistido por Computador
RV	Realidade Virtual
EAD	Educação à Distância
IHC	Interface Homem-Computador
LABIUTIL	Laboratório de Utilizabilidade
CTAI	Centro de Automação e Informática
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
MAD	Méthode Analytique de Description
INRIA	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique
TICESE	Técnica de Inspeção da Conformidade Ergonômica de Software Educacional

RESUMO

SILVA, Cassandra Ribeiro. *Bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados*. Florianópolis, 1998. 122f. PPGEP/UFSC, Santa Catarina.

Levantar bases para integração do aspecto pedagógico com a conformidade ergonômica de produtos educacionais informatizados constitui o objetivo deste trabalho para efeito de orientação teórico-metodológica em sua concepção, seleção, avaliação e utilização. Para sistematizar este objetivo, apresenta-se nesta dissertação as principais teorias da aprendizagem e sua influência na evolução da educação computadorizada. Define-se estratégias para o planejamento e desenvolvimento da ação didática em Educação a Distância. Destaca-se algumas das contribuições da ergonomia de software para o desenvolvimento de interfaces com qualidade ergonômicas, e finalmente, a partir de algumas contribuições sobre concepção e avaliação de software educacionais, propõe-se construir uma forma de integrar estes conhecimentos em proposta de abordagem ergonômica e pedagógica para auxiliar na concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados utilizados em educação presencial e a distância. Espera-se com este trabalho, contribuir para a produção de conhecimentos que sirvam para orientar e apoiar os profissionais envolvidos com a educação computadorizada, adaptando-a, o mais possível, às atividades e características do usuário.

Palavras-chave: Produtos educacionais informatizados - Ergonomia de software - Concepção e avaliação de software educacionais.

ABSTRACT

SILVA, Cassandra Ribeiro. *Pedagogical and ergonomic bases for the creation and evaluation of educational software*. Florianópolis, 1998. 122f. PPGEP/UFSC, Santa Catarina.

This work deals with a survey on the pedagogical and ergonomic bases for the creation and evaluation of educational software used in classroom and distance education, with the goal of theoretical and methodological orientation of those bases. It was developed upon a bibliographical research, and it presents the contextualization of the theme, emphasizing the evaluation of the learnership theories and their influence on the computerized educational technology. It also emphasizes the didactic-pedagogical procedures for the development of distance education programs. It presents concepts and approaches on software ergonomics for the conception and evaluation of ergonomic interfaces and, finally, it places emphasis on models and approaches from the pedagogical bases for the conception and evaluation educational software in a way to integrate the pedagogical aspect with the ergonomic conformity.

Keywords: Computerized educational technology - Software ergonomics - Conception and evaluation educational software

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO

Do ábaco, considerado o primeiro dispositivo tecnológico criado para facilitar o trabalho do homem no processamento de informações, aos processadores de última geração existentes hoje; do livro impresso à hipermídia eletrônica; da máquina de ensinar à realidade virtual e as redes de computadores, as novas tecnologias vêm modificando substancialmente as relações do homem com o mundo.

Muito antes da invenção da imprensa, da máquina a vapor, do telefone, do computador, da informática, das telecomunicações e demais instrumentos tecnológicos interativos, que encurtaram o espaço e o tempo entre as pessoas, estas tecnologias influenciaram e influenciam radicalmente as mudanças históricas do ser humano individual e coletivo.

A incorporação crescente da tecnologia da informação e comunicação no dia a dia das pessoas, fez com que a realidade do mundo passasse a ser conhecida, apropriada culturalmente e transformada economicamente, a partir das mídias. Desta forma, livros, jornais, televisão, cinema, computadores e entre outros meios, surgiram como formas diferentes de circulação, armazenamento e tratamento da informação no mundo, tendo cada uma individualmente ou mescladas, sua arte e técnicas próprias para a apresentação e representação da realidade.

Com o advento e evolução da informática, ocorreu uma integração das diferentes mídias, que alia os recursos de vídeo, áudio, som, animação, texto, gráficos e outros, gerando múltiplas aplicações voltadas para economia, diversão, marketing, processos de trabalho, treinamento e entre outras, para a educação (formal e informal).

Lévy (1996) definiu a atual era das tecnologias da informação e comunicação como uma era posterior à da tecnologia da oralidade e da escrita. Esta nova era impõe uma nova forma de existir no mundo. Gerando novas formas culturais, que vêm substituindo princípios, valores, processos, produtos e instrumentos tecnológicos que mediam a ação do ser humano com o meio.

No contexto desta profusão de mídias, a massificação e personalização da informação e a popularização do computador pessoal, torna-se essencial reconhecer o potencial didático-pedagógico na utilização das diferentes mídias para o processo ensino-aprendizagem. Mas, diante disto, está a escola se apropriando e incorporando os avanços destas tecnologias na prática educativa de forma adequada, eficaz e com qualidade?

Assim, cabe à escola e à tecnologia educacional adaptar-se e inserir-se neste processo de “re-virtualização” do conhecimento, que vai além do uso da linguagem oral e escrita, dos recursos do giz, quadro negro e livro didático, e educar para a multimídia, para o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, da aprendizagem operativa, mediante a utilização das novas tecnologias das imagens, dos bancos de dados, das telecomunicações, dos novos produtos de hardware e software, das hipermídias pedagógicas, das redes de computadores (Internet e Intranet) como tecnologia para Educação Presencial e a Distância (EPAD).

Estas tecnologias têm o potencial de aproximar o real do virtual, o visual do sensorial, o conhecimento acadêmico do operativo, tornando esses ambientes mais interativos, concretos e dinâmicos para a tarefa de aprender com as tecnologias informatizadas.

A introdução do computador na aprendizagem impõe um desafio aos educadores, administradores, especialistas e desenvolvedores de Produtos Educacionais Informatizados (PEI): fazer evoluir os conceitos, valores, princípios e processos tecnológicos para melhor se adequarem e se ajustarem os objetivos da formação pedagógica aos objetivos do aprendiz.

Neste sentido, os objetivos de ergonomistas e educadores se assemelham na medida em que os primeiros buscam adaptar o trabalho (no caso informatizado) ao ser humano e os últimos buscam adaptar os meios didáticos para obter satisfação e produtividade dos alunos na aprendizagem de um conteúdo ou habilidade.

O desafio se traduz em aceitar que esses ambientes se compõem de um modo próprio de apresentação e representação do conhecimento, congregando diversos aportes tecnológicos como o informático, o audiovisual e o textual e, com base nisso, propor modos de aplicação que respondam às questões e necessidades pedagógicas da sociedade atual.

O uso do computador na educação é hoje um produto cultural novo de consumo inevitável. Suas aplicações, seja no ensino da informática, em atividades de treinamento e capacitação profissional, no uso das redes de comunicação como meio de aprendizagem presencial e à distância e nos próprios software educacionais com seus recursos, conteúdos e projeto educativo, são crescentemente incorporados ao processo educacional.

Assim, uma nova tecnologia educacional deve ser (re)construída oferecendo-se, de uma maneira original, para exprimir o pensamento, o modo de organização das informações, novas racionalizações na gestão do espaço e do tempo e modos de aprendizagem individualizada e/ou cooperativa conforme a proposta do recurso tecnológico utilizado e o uso que se faz dele.

A pesquisa na área da informática educativa tem evoluído bastante nos últimos anos, mas ainda há muito que se caminhar e são muitos os desafios. As experiências com ambientes de aprendizagem informatizados são ainda incipientes e localizadas. Há também muitas questões que precisam ser resolvidas, tanto no aspecto pedagógico destes produtos quanto nos aspectos tecnológicos e financeiros.

A oferta de PEI é crescente. Existem no “mercado” muitas tipologias, como tutoriais, exercitação e prática, jogos e simulações e hipermídias entre os mais conhecidos.

Muitos destes produtos requerem melhoria na qualidade pedagógica e/ou técnica, como por exemplo: sobre a interatividade permitida, a apresentação didática e abordagem pedagógica explicitada. O mesmo ocorre em relação à ergonomia do produto, como em aspectos de usabilidade que envolvem critérios como legibilidade, presteza, *feedback* imediato, concisão, densidade informacional e outros.

Levantar as bases conceituais para a integração do aspecto pedagógico com a conformidade ergonômica para orientar na concepção e avaliação de PEI, constitui o objetivo que se pretende alcançar neste trabalho.

Sistematizar este objetivo requer um esforço interdisciplinar para buscar as bases da pedagogia e da ergonomia que permitam aprofundar as pesquisas na área da educação computadorizada.

1.2. PROBLEMA

As tecnologias da informação e comunicação vem sendo crescentemente aplicadas à educação presencial e à distância. Software aplicativos e educacionais, multimídias, hipermídias, Internet, videoconferência, teleconferência, CD-ROM, Realidade Virtual, são alguns dos produtos tecnológicos de rápida evolução e complexidade que vêm colocando a questão processo ensino-aprendizagem em destaque na utilização pedagógica e desenvolvimento destas novas tecnologias aplicadas ao ensino.

A abordagem da ergonomia em informática, torna-se paradigma relevante para a concepção, utilização e avaliação de modelos didático-pedagógicos informatizados que favoreçam efetivamente, no meio pedagógico, a interação dinâmica, a aprendizagem autônoma e a qualidade de forma eficaz e adaptados às peculiaridades dos sujeitos em formação.

Buscando as bases pedagógicas e ergonômicas para a utilização, concepção e avaliação de PEI, destacam-se como formulação do problema:

- Como conceber e avaliar, segundo a abordagem ergonômica e pedagógica, a interface e a interação de produtos educacionais informatizados utilizados em EPAD?
- Qual a contribuição da ergonomia em informática na educação computadorizada?
- Quais os aspectos pedagógicos e ergonômicos da interface que devem ser considerados na concepção e avaliação de PEI?

1.3. RELEVÂNCIA DA PESQUISA E RESULTADOS ESPERADOS

No contexto do Sistema Nacional de Educação Tecnológica, especialmente no caso do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET/CE), referência para o Estado do Ceará em qualidade da educação, com forte expressão nas atividades desenvolvidas em ensino, extensão e pesquisa, possuindo estrutura física devidamente equipada e com um quadro de professores e especialistas preparados, forma o cenário propício à implantação e implementação de ambientes educacionais informatizados.

A instituição conta com um Laboratório de Informática Educativa e um Laboratório Multi-institucional de Redes e Sistemas Distribuídos. Ambos vêm desenvolvendo projetos e pesquisas na área de informática e educação computadorizada em convênio e parceria com outras instituições e entidades de fomento à pesquisa como Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), Conselho Nacional de Pesquisa Científica e tecnológica (CNPq) e Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa (FUNCAP).

Desta forma, a escolha do tema de pesquisa, tem sua relevância direcionada para dois propósitos mais imediatos:

- I. levantar um conjunto sistematizado de conhecimentos que orientem e forneçam os parâmetros teórico-metodológicos para a reflexão e aplicação prática destes conhecimentos.
- II. construir as bases para a concepção e implementação de um produto educacional informatizado denominado Ambiente Integrado de Educação Tecnológica a Distância por Videoconferência.

Neste projeto, levantar estas bases constitui, portanto, uma contribuição acadêmica e profissional.

Parte da pesquisa sobre o atual estado da tecnologia de videoconferência, nos seus aspectos técnicos e operacionais está sendo finalizado, a nível de mestrado, pelo professor César Olavo Filho, na Universidade Federal do Ceará- Departamento de Engenharia Elétrica, sob a orientação de outro professor, Dr. Mauro Oliveira, do quadro do CEFET/CE, pesquisador em Redes de Computadores, o que torna este trabalho um esforço concentrado e em conjunto, na produção de conhecimento para implementação concreta do sistema.

Como centro de referência, o CEFET/CE entende que o uso das novas tecnologias informáticas em EPAD, constitui um veículo apropriado que deve ser explorado para suprir as necessidades de modernização e expansão do ensino tecnológico, bem como propiciar a integração efetiva com o setor produtivo mediante a preparação dos quadros ocupacionais compatíveis com as exigências de qualificação profissional dos novos tempos.

Daí a relevância da pesquisa, para a organização educacional, que desenvolve ensino, pesquisa e extensão tecnológica, melhorando e intensificando seu desempenho junto à sociedade; para o Estado do Ceará, que consolida, no Pacto de Cooperação com diversas instituições, a ênfase no ensino profissionalizante, na concretização das Infovias do Conhecimento e para a sociedade e a nação como um todo, que se beneficia de uma instituição pública, com acesso ao ensino de qualidade reconhecida.

Além disto, a produção do conhecimento e a experiência adquirida no assunto abrem novas possibilidades para pesquisas e experiências na área de educação tecnológica, tecnologia educacional e informática educativa.

Hoje, é fundamental aprofundar as pesquisas na área de novas tecnologias educacionais integradas à EPAD, de modo a torná-las mais produtivas, amigáveis e seguras conforme a proposta de uso que se aplicam: difundir educação e educar tecnologicamente.

Esta dissertação, pelo seu conteúdo, busca referências generalizáveis aos vários ambientes educacionais que pretendem utilizar ou utilizam tecnologia educacional baseada em ferramentas informatizadas de EPAD.

A pesquisa pretende obter os seguintes resultados:

- colaborar com sistematização de conhecimentos que sirvam para orientar e apoiar a concepção, avaliação e utilização de PEI adaptados, o mais possível, à atividade e às características do homem;
- divulgar e aprofundar o conhecimento produzido, dentro de uma abordagem interdisciplinar da pedagogia, da ergonomia, da engenharia de software e dos sistemas de informação tecnológica, para melhor operacionalização e resultados de projetos informatizados de EPAD;
- contribuir para a utilização eficiente, pedagógica e ergonomicamente adequada, da tecnologia em situações de ensino mediatizado pelas mídias e redes de computadores;
- provocar nos profissionais envolvidos em informática educativa, a visão da necessidade de competência interdisciplinar na atividade de concepção e avaliação de PEI.

1.4. HIPÓTESES

As hipóteses de trabalho, são que:

- A ergonomia em informática pode contribuir para a concepção e avaliação de PEI mediante a utilização de procedimentos metodológicos e critérios ergonômicos para desenvolvimento de interfaces homem-computador;
- A interface e a interação de ambientes educacionais informatizados devem ser concebidas observando-se a aplicação de abordagens e preceitos integrados da ergonomia e da pedagogia;
- Os aspectos pedagógicos da interface devem estar pautados nas teorias cognitivistas de aprendizagem, na informática educativa e no meio tecnológico;
- Os aspectos da interface devem ser construídos a partir de exigências técnicas, pedagógicas, biopsicosociais e ergonômicas para o objetivo da educação computadorizada;
- Um ambiente de educação computadorizada para uso presencial ou a distância exige uma interface cujos métodos didáticos utilizados privilegiem a autogestão, aprendizagem autônoma, flexível, adaptável às peculiaridades do usuário.

1.5. OBJETIVOS

GERAL:

Levantar, para efeito de orientação teórico-metodológica, bases pedagógicas e ergonômicas para a concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados utilizados em EPAD.

ESPECÍFICOS:

- Construir um quadro de contextualização das principais teorias da aprendizagem e sua influência na evolução da educação computadorizada;
- Descrever as principais características, princípios e procedimentos didático-pedagógicos que devem ser considerados no desenvolvimento de programas em educação a distância;
- Selecionar da ergonomia de software, da engenharia de software e informática educativa, modelos e abordagens para concepção e avaliação de PEI;
- Destacar da informática educativa contribuições sobre ferramentas para avaliação de PEI;

- Propor o desenvolvimento de um modelo ergonômico e pedagógico para concepção e avaliação de PEI.

1.6. METODOLOGIA E ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa foi desenvolvida em base bibliográfica, selecionando da literatura, as contribuições da ergonomia para a concepção e avaliação de PEI, da pedagogia, nos procedimentos didático-pedagógicos empregáveis para esse novo ambiente de aprendizagem e da informática educativa, além de outras áreas correlacionadas.

A revisão bibliográfica do assunto foi feita na literatura especializada, registros de experiências, projetos, artigos impressos e eletrônicos, relatórios, manuais, conferências, revistas e outras fontes que tratem do tema.

O presente trabalho possui a seguinte estrutura:

No capítulo 2, apresenta-se uma contextualização da temática, objeto da dissertação, envolvendo a informática educativa no que se refere às teorias da aprendizagem e a evolução da tecnologia educacional computadorizada que pode ser utilizada tanto na educação presencial quanto à distância.

No capítulo 3, dá-se ênfase às questões práticas em torno dos procedimentos didáticos pedagógicos em Educação a Distância de modo a melhor proceder a utilização pedagógica das tecnologias empregadas nesta modalidade de ensino.

No capítulo 4, destacam-se duas abordagens ergonômicas para concepção e avaliação de interfaces homem-computador, bem como será apresentado o conjunto de critérios e recomendações ergonômicas.

No capítulo 5, apresentam-se contribuições sobre concepção e avaliação de PEI nos aspectos pedagógicos, bem como uma proposta para construção de um modelo que integre estes aspectos aos ergonômicos.

No capítulos 6, apresentam-se as conclusões e recomendações para trabalhos futuros

1.7. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no Departamento de Engenharia de Produção, seguindo a linha pesquisa concentrando-se nas áreas de Ergonomia e Mídia e Conhecimento deste departamento. A Instituição

conta com um Laboratório de Ensino à Distância e possui experiência acumulada em Videoconferência. Assim, o resultado deste trabalho será aproveitado como base teórica para a concepção de um Ambiente Integrado para a Educação Tecnológica a Distância por Videoconferência no CEFET/CE.

O principal desafio desta pesquisa é buscar na interdisciplinaridade da pedagogia e didática, da ergonomia, da psicologia da aprendizagem, da engenharia de software e disciplinas afins, os conhecimentos necessários e atualizados, visando a otimização do processo ensino-aprendizagem, utilizando-se das novas tecnologias informatizadas integradas à EPAD. Essa dissertação pretende contribuir com futuras pesquisas na área de educação computadorizada.

Como não existe uma sistematização global desses conhecimentos para o objetivo deste trabalho, tornou-se necessário fazer uma seleção do material inicial entre os conhecimentos já organizados, destacando-se aqueles que são pertinentes ao alcance dos objetivos propostos para a fundamentação do tema.

Devido a amplitude que a temática comporta, e a rápida evolução que os produtos tecnológicos exigem, constantemente, é que novos conhecimentos e experiências necessitam serem agregados a esta pesquisa

Este trabalho constitui o escopo inicial para a aplicação das bases conceituais para a concepção e avaliação da interface de um Ambiente Integrado de Educação Tecnológica a Distância utilizando a tecnologia de redes de computadores. O referido ambiente já se encontra em fase de desenvolvimento nos seus aspectos operacionais, técnicos e financeiros no CEFET/CE.

Para a concepção da interface, propriamente dita, requer-se estudos preliminares que contemplem as especificidades interdisciplinares que a questão comporta, o qual procurou realizar-se nesta pesquisa bibliográfica. Sua aplicação prática, exige maior detalhamento tanto para a implementação do ambiente, como para generalização de seus resultados a outros PEI.

As limitações deste trabalho estão ligadas principalmente à não aplicação e/ou experimentação da revisão bibliográfica em um produto concreto que será desenvolvido posteriormente, oferecendo apenas a sugestão de integração dos aspectos ergonômicos e pedagógicos que irão embasar o aprofundamento, experimentação e validação do referido produto.

CAPÍTULO 2

PRINCIPAIS TEORIAS DE APRENDIZAGEM E EVOLUÇÃO DO ENSINO AUXILIADO POR COMPUTADOR

2.1. INTRODUÇÃO

As transformações sociais, econômicas e tecnológicas impõem novas formas de ensinar e aprender.

As tecnologias da informação vêm sendo crescentemente incorporadas ao processo ensino - aprendizagem como ferramenta de mediação entre o indivíduo e o conhecimento.

A história e a evolução corrente do uso de computadores no ambiente educacional são discutidas em termos do desenvolvimento e teorias psicológicas. Essa história e evolução de ensino “artificial” podem ser vistas como uma integração entre a tecnologia disponível e a teoria de aprendizagem, interfaciadas pela aplicação didática dos programas computadorizados.

Estas questões têm sido objeto de estudo de filósofos, psicólogos, educadores, neurocientistas, lingüistas, pesquisadores em Inteligência Artificial (IA) e tantos outros que, de acordo com suas interpretações, procuram adaptar teorias de aprendizagem e pressupostos conceituais a projetos e produtos informatizados.

A compreensão das diferentes teorias de aprendizagem leva-nos a melhor identificar as opções declaradas nos diversos produtos de ensino auxiliado por computador, ao mesmo tempo em que nos permite avaliar a qualidade e os objetivos que determinam seu uso educacional. Permite-nos, ainda, fazer escolhas sobre essa (s) ou aquela (s) teoria (s), enquanto projetista ou usuário desses produtos.

Com a introdução do computador nos lares e escolas, proliferaram inúmeros programas voltados ao entretenimento e educação (games, software educacionais) que, utilizados como ferramentas didático-pedagógicas para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem, vêm possibilitando múltiplas formas de tratar o conhecimento e criar ambientes mais dinâmicos de aprendizagem.

Este capítulo apresenta a evolução das tecnologias de ensino auxiliadas por computador, destacando os grandes marcos de desenvolvimento desses ambientes desde a máquina de ensinar até a realidade virtual.

O objetivo é situar essa evolução fazendo associações entre as pesquisas da teoria da aprendizagem e IA e o estágio tecnológico dos programas disponíveis.

Evoluindo do ensino programado apoiado no paradigma psicológico behaviorista, para os sistemas inteligentes de aprendizagem baseados no paradigma cognitivista e nas pesquisas em IA, das hipertecnologias à realidade virtual, estas tipologias marcam os estágios evolutivos desses ambientes.

Conforme a evolução das correntes psicológicas e o estágio de desenvolvimento da informática, um variado número de produtos está e vem sendo disponibilizado no “mercado educacional.”

Dos mais clássicos softwares educacionais (tutoriais, exercitação e prática, simulação, jogos) aos tipos mais sofisticados, como realidade virtual, os projetos contêm, consciente ou inconscientemente, uma opção teórica de ensino e aprendizagem que é privilegiada no produto. Esta opção teórica implícita nos sistemas de ensino auxiliado por computador busca responder as grandes questões sobre a natureza do processo de aprendizagem: quando, como e por que acontece a aprendizagem? Como saber que uma pessoa aprendeu?

2.2. PRINCIPAIS TEORIAS DE APRENDIZAGEM

As principais interpretações das questões relativas à natureza da aprendizagem remetem a um passado histórico da filosofia e da psicologia. Diversas correntes de pensamento se desenvolveram, definindo paradigmas educacionais como o empirismo, o inatismo ou nativismo, os associacionistas, os teóricos de campo e os teóricos do processamento da informação ou psicologia cognitiva.

A corrente do **empirismo** tem como princípio fundamental considerar que o ser humano, ao nascer, é como uma “tábula rasa” e tudo deve aprender, desde as capacidades sensoriais mais elementares aos comportamentos adaptativos mas complexos (Gaonac’h e Golder, 1995). A mente é considerada inerte, e as idéias vão sendo gravadas a partir das percepções. Baseado neste pressuposto, a inteligência é concebida como uma faculdade capaz de armazenar e acumular conhecimento.

O **inatismo** ou **nativismo** argumenta que a maioria dos traços característicos de um indivíduo é fixado desde o nascimento e que a hereditariedade permite explicar uma grande parte das diferenças individuais físicas e psicológicas (Gaonac’h e Golder, 1995). As formas de conhecimento estão pré-determinadas no sujeito que aprende.

Para os **associacionistas**, o principal pressuposto consiste em explicar que o comportamento complexo é a combinação de uma série de condutas simples. Como precursores desta corrente são de pensamento pode-se citar Edward L. Thorndike e B.F. Skinner (Pettenger e Gooding, 1977) e suas respectivas teorias do comportamento reflexo ou estímulo-resposta.

Para Thorndike apud Pettenger e Gooding (1977), o padrão básico da aprendizagem é uma resposta mecanicista às forças externas. Um estímulo provoca uma resposta. Se a resposta é recompensada, é aprendida.

Já para Skinner, a ênfase é dada à questão do controle do comportamento pelos reforços que ocorrem com a resposta ou após a mesma com o propósito de atingir metas específicas ou definir comportamentos manifestos (Pettenger e Gooding, 1977).

As grandes escolas da corrente dos **Teóricos de Campo**, são representadas, na Gestalt pelos alemães Wertheimer, Koffka e Köhler, e na Fenomenologia, por Combs e Snygg (Pettenger e Gooding, 1977). Nestas escolas prevalece a concepção de que as pessoas são capazes de pensar, perceber e de responder a uma dada situação, de acordo com as suas percepções e interpretações desta situação. Diferentemente das primeiras, em que o comportamento é seqüencial, do mais simples ao mais complexo, nesta corrente, o todo ou total é mais que a soma das partes.

Na Gestalt, o paradigma de aprendizagem é a solução de problemas e ocorre do total para as partes. Consiste também na organização dos padrões de percepção.

Segundo Fialho (1998), na Gestalt há duas maneiras de se aprender a resolver problemas: pelo aprendizado conduzido ou pelo aprendizado pelo entendimento. Isto significa que conforme a organização da situação de aprendizagem, dirigida (instrucionista) ou auto-dirigida (ativa), o indivíduo aprende, entretanto, deve-se promover situações de aprendizagem que sejam suficientemente ricas para que o aprendiz possa fazer escolhas e estabelecer relações entre os elementos de uma situação. Escolher entre as quais para ele, aprendiz, conduza a uma estruturação eficaz de suas percepções e significados.

Na Fenomenologia, o todo é compreendido de modo mais detalhado, sem realmente fragmentar as partes. Considera, ainda, entre outras premissas, que a procura de adequação ou auto-atualização do indivíduo é a força que motiva todo o comportamento. A aprendizagem, como processo de diferenciação, move-se do grosseiro para o refinado (Pettenger e Gooding, 1977).

Os teóricos do **Processamento da Informação ou Psicologia Cognitiva**, de origem mais recente, reúnem diversas abordagens. Estes teóricos estudam a mente e a inteligência em termos de representações mentais e processos subjacentes ao comportamento observável. Consideram o conhecimento como sistema de tratamento da informação.

Segundo Mizukami (1986), uma abordagem cognitivista implica em estudar cientificamente a aprendizagem como um produto resultante do ambiente, das pessoas ou de fatores externos a ela. Como as pessoas lidam com estímulos ambientais, organizam dados, sentem e resolvem problemas, adquirem conceitos e empregam símbolos constituem, pois, o centro da investigação.

Em essência, na psicologia cognitiva, as atividades mentais são o motor dos comportamentos.

Opondo-se à concepção behaviorista, os teóricos cognitivos preocupam-se em desvendar a “caixa preta” da mente humana. A noção de representação é central nestas pesquisas. A representação é definida como toda e qualquer construção mental efetuada a um dado momento e em um certo contexto.

Portanto, memória, percepção, aprendizagem, resolução de problemas, raciocínio e compreensão, esquemas e arquiteturas mentais são alguns dos principais objetos de investigação da área, cujas aplicações vêm sendo utilizadas na construção de modelos explícitos em formas de programas de computador (softwares), gráficos,

arquitecturas ou outras esquematizações do processamento mental, em especial nos sistemas de Inteligência Artificial.

Como afirma Sternberg (1992), os psicólogos do processamento da informação estudam as capacidades intelectuais humanas, analisando a maneira como as pessoas solucionam as difíceis tarefas mentais para construir modelos artificiais onde estes modelos tem por objetivo compreender os processos, estratégias e representações mentais utilizadas pelas pessoas no desempenho destas tarefas.

Complementando esta classificação, Fialho (1998) destaca que os psicólogos cognitivistas procuram compreender a “mente” e sua capacidade (realização) na percepção, na aprendizagem, no pensamento e no uso da linguagem. Assim, a organização do conhecimento, o processamento de informações, a aquisição de conceitos, os estilos de pensamento, os comportamentos relativos à tomada de decisões e resolução de problemas são alguns dos “processos centrais” dos indivíduos dificilmente observáveis e que são investigados.

2.2.1 AS ABORDAGENS COGNITIVISTAS CLÁSSICAS: O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET, O SÓCIO-INTERACIONISMO DE VYGOTSKY E WALLON

Dentre as teorias mais contemporâneas de aprendizagem, em especial as cognitivistas, destacamos a teoria construtivista de Jean Piaget e as teorias sócio-interacionistas de Lev Vygotsky e Henri Wallon devido à pertinência com que suas preocupações epistemológicas, culturais, linguísticas, biológicas e lógico-matemáticas têm sido difundidas e aplicadas para o ambiente educacional, em especial na didática e em alguns dos programas de ensino auxiliado por computador, bem como sua influencia no desenvolvimento de novas pesquisas na área da cognição e educação.

2.2.1.1 A ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA DE JEAN PIAGET

As respostas às questões sobre a natureza da aprendizagem de Piaget são dadas à luz de sua epistemologia genética, na qual o conhecimento se constrói pouco a pouco, à medida em que as estruturas mentais e cognitivas se organizam, de acordo com os estágios de desenvolvimento da inteligência.

A inteligência é antes de tudo adaptação. Esta característica se refere ao equilíbrio entre o organismo e o meio ambiente, que resulta de uma interação entre assimilação e acomodação.

A assimilação e a acomodação são, pois, os motores da aprendizagem. A adaptação intelectual ocorre quando há o equilíbrio de ambas.

Segundo discorre Ulbricht (1997), a aquisição do conhecimento cognitivo ocorre sempre que um novo dado é assimilado à estrutura mental existente que, ao fazer esta acomodação modifica-se, permitindo um processo contínuo de renovação interna. Na organização cognitiva, são assimiladas o que as assimilações passadas preparam, para assimilar, sem que haja ruptura entre o novo e o velho.

Pela assimilação, justificam-se as mudanças quantitativas do indivíduo, seu crescimento intelectual mediante a incorporação de elementos do meio a si próprio.

Pela acomodação, as mudanças qualitativas de desenvolvimento modificam os esquemas existentes em função das características da nova situação; juntas justificam a adaptação intelectual e o desenvolvimento das estruturas cognitivas.

As estruturas de conhecimento, designadas por Piaget (Gaonach'h e Golder, 1995) como esquemas, se complexificam sobre o efeito combinado dos mecanismos de assimilação e acomodação. Ao nascer, o indivíduo ainda não possui estas estruturas, mas reflexos (sucção, por exemplo) e um modo de emprego destes reflexos para elaboração dos esquemas que irão se desenvolver.

As obras de Piaget e de seus interpretantes discorrem sobre os estágios de desenvolvimento da inteligência, que se efetua de modo sucessivo, segundo a lógica das construções mentais - da inteligência sensório-motora à inteligência operatório formal, conforme se ilustra sinteticamente no quadro 2.1:

Quadro 2.1 – Estágios do desenvolvimento da inteligência segundo Piaget

ESTÁGIO	EQUILÍBRIO	LÓGICA ORGANIZADORA
Sensório-motor	18 meses até 2 anos	Não há lógica
Operatório concreto	Preparação: entre 2 e 7 anos Equilíbrio: entre 7 e 11 anos	Lógica das relações e das transformações sobre o material visível (objetos presentes)
Operatório formal	Cerca de 16 anos	Lógica desarticulada do concreto

FONTE: Gaonach'h e Golder, (1995).

A primeira forma de inteligência é uma estrutura sensório motora, que permite a coordenação das informações sensoriais e motoras. Surge aos cerca de 18 meses. Consuma-se e equilibra-se entre os 18 meses e 2 anos.

No estágio das operações concretas, esta estrutura (equilibrada) se acha aperfeiçoada: o que a criança teria adquirido no nível da ação, ela vai aprender a fazer em pensamento. Precede de uma fase de preparação entre 2 e 7 anos e se equilibra entre 7 e 11 anos.

No estágio das operações formais, operam-se novas modificações e deve se equilibrar para poder se aplicar, não mais aos objetos presentes, mas aos objetos ausentes, hipotéticos.

O desenvolvimento das estruturas mentais segue uma lógica de construção semelhante aos estudos da lógica, ou seja, que o desenvolvimento da inteligência em seus sucessivos estágios segue uma lógica coerente, tal que pode ser descrita em suas estruturas.

Segundo levantou Ulbritch (1997), a equilibrção, enfatizada no quadro 2.1, é um mecanismo auto-regulador, necessário para garantir uma eficiente integração com o meio. Quando um indivíduo sofre um desequilíbrio, de qualquer natureza, o organismo vai buscar o equilíbrio, assimilando ou acomodando um novo esquema.

A autora relaciona quatro fatores determinantes do desenvolvimento cognitivo :

A equilibrção é o primeiro e constitui-se no nível de processamento das reestruturações internas, ao longo da construção seqüencial dos estágios.

O segundo é a maturação, relacionado à complexificação biológica da maturação do sistema nervoso.

Já o terceiro fator é a interação social, relacionado com a imposição do nível operatório das regras, valores e signos da sociedade em que o indivíduo se desenvolve e com as interações que compõem o grupo social.

O quarto é referente à experiência ativa do indivíduo. Sobre este fator Misukami (1986) afirma que podem ocorrer de três formas:

- devido ao exercício, resultando na consolidação e coordenação de reflexos hereditários e exercício de operações intelectuais aplicadas ao objeto;
- devido à experiência física, referente à ação sobre o objeto para descobrir as propriedades que são abstraídas destes, sendo que o resultado da ação está vinculado ao objeto;

- devido à experiência lógico - matemática, resultantes da ação sobre os objetos, de forma a descobrir propriedades que são abstraídas destas pelo sujeito. Consistem em conhecimentos retirados das ações sobre os objetos, típicas do estágio operatório formal, que é resultado da equilibração. A condição para que seja obtida é a interação do sujeito com o meio.

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.

Dentre os vários programas existentes, o mais popular é o LOGO, caracterizado como ambiente informático embasado no construtivismo. Neste ambiente o indivíduo constrói, ele próprio, os mecanismos do pensamento e os conhecimentos a partir das interações que tem com seu ambiente psíquico e social.

2.2.1.2 A ABORDAGEM SÓCIO-CONSTRUTIVA DO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO DE LEV VYGOTSKY

Os trabalhos de Vygotsky centram-se principalmente na origem social da inteligência e no estudo dos processos sócio-cognitivos.

Segundo Gilli (1995) e Gaonach'h (1995), Vygotsky distingue duas formas de funcionamento mental: os processos mentais elementares e os superiores.

Os processos mentais elementares correspondem ao estágio de inteligência sensório-motora de Piaget e são resultantes do capital genético da espécie, da maturação biológica e da experiência da criança com seu ambiente físico.

Já as funções psicológicas superiores, ressalta Oliveira (1992), são construídas ao longo da história social do homem. Como? Na sua relação com o mundo, mediada pelos instrumentos e símbolos desenvolvidos culturalmente, fazendo com que o homem se distinga dos outros animais nas suas formas de agir no e com o mundo.

Fialho (1998) destaca que, para Vygotsky, o desenvolvimento humano compreende um processo dialético, caracterizado pela periodicidade, irregularidade no desenvolvimento das diferentes funções, metamorfose ou transformação qualitativa de uma forma em outra, entrelaçando fatores internos e externos e processos adaptativos.

A maturação biológica e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores dependem, conforme Fialho (1998), do meio social, que é essencialmente semiótico. Aprendizado e desenvolvimento interagem entrelaçados nessa dialética de forma que um acelere ou complete o outro.

Gilli (1995) diz que a relação entre educação, aprendizagem e desenvolvimento vem em primeiro lugar. Já o papel da mediação social nas relações entre o indivíduo e seu ambiente (mediado pelas ferramentas) e nas atividades psíquicas intraindividuais (mediadas pelos signos) em segundo lugar, e, a passagem entre o intersíquico e o intrapsíquico nas situações de comunicação social, em terceiro lugar. Estes são os três princípios fundamentais, totalmente interdependentes nos quais Vygotsky sustenta a teoria do desenvolvimento dos processos mentais superiores.

2.2.1.3 A ABORDAGEM DE HENRI WALLON

A gênese da inteligência para Wallon é genética e organicamente social, ou seja, “o ser humano é organicamente social e sua estrutura orgânica supõe a intervenção da cultura para se atualizar” (Dantas, 1992). Nesse sentido, a teoria do desenvolvimento cognitivo de Wallon é centrada na psicogênese da pessoa completa.

Para Galvão (1995), o estudo de Wallon é centrado na criança contextualizada, onde o ritmo no qual se sucedem as etapas do desenvolvimento é descontínuo, marcado por rupturas, retrocessos e reviravoltas, provocando em cada etapa profundas mudanças nas anteriores.

Nesse sentido, a passagem dos estágios de desenvolvimento não se dá linearmente, por ampliação, mas por reformulação, instalando-se no momento da passagem de uma etapa a outra, crises que afetam a conduta da criança.

Conflitos se instalam nesse processo e são de origem exógena quando resultantes dos desencontros entre as ações da criança e o ambiente exterior, estruturado pelos adultos e pela cultura e endógenos e quando gerados pelos efeitos da maturação nervosa (Galvão, 1995). Esses conflitos são propulsores do desenvolvimento.

Os cinco estágios de desenvolvimento do ser humano apresentados por Galvão (1995) sucedem-se em fases com predominância afetiva e cognitiva:

- *Impulsivo-emocional*, que ocorre no primeiro ano de vida. A predominância da afetividade orienta as primeiras reações do bebê às pessoas, às quais intermediam sua relação com o mundo físico;
- *Sensório-motor e projetivo*, que vai até os três anos. A aquisição da marcha e da prensão, dão à criança maior autonomia na manipulação de objetos e na exploração dos espaços. Também, nesse estágio, ocorre o desenvolvimento da função simbólica e da linguagem. O termo projetivo refere-se ao fato da ação do pensamento precisar dos gestos para se exteriorizar. O ato mental “projeta-se” em atos motores. Como diz Dantas (1992), para Wallon, o ato mental se desenvolve a partir do ato motor;
- *Personalismo*, ocorre dos três aos seis anos. Nesse estágio desenvolve-se a construção da consciência de si mediante as interações sociais, reorientando o interesse das crianças pelas pessoas;
- *Categorial*. Os progressos intelectuais dirigem o interesse da criança para as coisas, para o conhecimento e conquista do mundo exterior;
- *Predominância funcional*. Ocorre nova definição dos contornos da personalidade, desestruturados devido às modificações corporais resultantes da ação hormonal. Questões pessoais, morais e existenciais são trazidas à tona.

O referido autor ressalta ainda que na sucessão de estágios há uma alternância entre as formas de atividades e de interesses da criança, denominada de “alternância funcional”, onde cada fase predominante (de dominância, afetividade, cognição), incorpora as conquistas realizadas pela outra fase, construindo-se reciprocamente, num permanente processo de integração e diferenciação.

2.2.2 OUTRAS ABORDAGENS SOBRE APRENDIZAGEM

Outras correntes teóricas buscaram aprofundar e/ou explicar as teorias mais representativas, propondo inclusive novas abordagens para compreensão dos processos de desenvolvimento cognitivo e aprendizagem. Dentre elas destacam-se:

Albert Bandura, que levanta uma abordagem de aprendizagem social e o papel das influências sociais na aprendizagem (Gaonach'h, 1995)

J. S. Bruner e a teoria de que o desenvolvimento cognitivo se dá numa perspectiva de tratamento da informação, que ocorre de três modos: inativo, onde a informação é representada em termos de ações especificadas e habituais (caminhar, andar de bicicleta); o modo icônico, onde a informação é representada em termos de

imagens, e, simbólica, onde a informação é apresentada sobre a forma de um esquema arbitrário e abstrato (Gaonach'h, 1995).

Maturana e Varela, que não desenvolveram um estudo sobre a cognição especificamente, mas sua teoria sobre o homem como um sistema autopiético tem influenciado bastante a construção de modelos computadorizados. Os autores entendem que os seres vivos são um tipo particular de máquinas homeostáticas. A idéia de autopoiesis é uma expansão da idéia de homeostase, no sentido em que ela transforma todas as referências da homeostase em internas ao sistema e, afirma ou produz a identidade do sistema. O sistema autopiético é organizado como uma rede de processos de produção de componentes que se regeneram continuamente, pela sua transformação e interação, a rede que os produziu e que constituem o sistema enquanto uma unidade concreta no espaço onde ele existe, especificando o domínio topológico onde ele se realiza como rede (Ramos, 1995).

Robert M. Gagné, que compartilha dos enfoques behavioristas e cognitivistas em sua teoria. Para ele, as fases da aprendizagem se apresentam associadas aos processos internos que, por sua vez, podem ser influenciados por processos externos. Para Gagné, a aprendizagem é um processo de mudança nas capacidades do indivíduo, no qual se produz estados persistentes e é diferente da maturação ou desenvolvimento orgânico. A aprendizagem se produz usualmente mediante interação do indivíduo com seu meio (físico, social, psicológico) (Galvis,1992). As oito fases que constituem o ato de aprendizagem de Gagné, podem ser vistas na figura 2.1:

Figura 2.1 – Fases da aprendizagem de Gagné



FONTE: Galvis, 1992, p.110,

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 (Fialho, 1998).

Howard Gardner (Gardner, 1994 and Gardner, 1995) muito tem contribuído para o processo educacional. Ele defende que o ser humano possui múltiplas inteligências, ou um espectro de competências manifestadas pela inteligência. Todas essas competências estão presentes no indivíduo, sendo que se manifestam com maior ou menor intensidade, tornando o indivíduo mais ou menos deficiente, mais ou

menos competente dentro de uma ou várias dessas competências. Em sua teoria, defende que os indivíduos aprendem de maneiras diferentes e apresentam diferentes configurações e inclinações intelectuais. Destaca, ainda, veementemente, o papel da educação no desenvolvimento global e aplicação das inteligências. As inteligências múltiplas a que se refere Garder são: a lógico-matemática, a linguística, a espacial, a musical, a corporal- sinestésica, a interpessoal e a intrapessoal.

Na prática escolar convencional, a concretização das condições de aprendizagem que asseguram a realização do trabalho docente, estão pautadas nas teorias determinando as tendências pedagógicas. Estas práticas possuem condicionantes psicossociopolíticos que configuram concepções inteligência e conhecimento, de homem e de sociedade. Com base nesses condicionantes, diferentes pressupostos sobre o papel da escola, a aprendizagem, a relações professor-aluno, a recursos de ensino e o método pedagógico influenciam e orientam a didática utilizada.

Os programas educacionais informatizados, dos diversos tipos, igualmente contém implícito ou explicitamente (ou no uso educacional que se faz deles) os pressupostos teórico metodológicos desses condicionantes).

2.3. ENSINO AUXILIADO POR COMPUTADOR: DA MÁQUINA DE ENSINAR À REALIDADE VIRTUAL

2.3.1 O ENSINO PROGRAMADO E A PSICOLOGIA *BEHAVIORISTA*

Cronologicamente, antes mesmo da chegada dos computadores pessoais, máquinas de ensinar eram utilizadas no meio educacional como uma tecnologia decorrente do paradigma psicológico *behaviorista*. Estas máquinas produziam seqüências de simples transações de ensino. Cada interação era iniciada pela máquina, disparando questões geralmente do tipo múltipla escolha.

Ao aluno era solicitado a responder pressionando o botão respectivo da resposta. A próxima interação era geralmente em função da última resposta. Por muito tempo, e ainda presente em numerosos programas educativos, este paradigma do estímulo-resposta predomina, reproduzindo de uma forma ou outra, o mapa de domínio do conhecimento numa seqüência linear, característica do formato virar páginas do livro.

Das Máquinas de Ensinar ao Ensino Assistido por Computador (EAC) houve uma transposição da mesma concepção metodológica da psicologia *behaviorista*, ou seja, os diversos programas de ensino desenvolvidos (programas de informação, tutoriais, exercício e prática) estão baseados, principalmente, na corrente comportamentalista.

Segundo Bruillard (1997), o campo de pesquisas do ensino programado apoia-se em quatro grandes princípios:

- I. *O princípio de estruturação da matéria a ensinar*: a matéria é decomposta em unidades elementares, as dificuldades são fragmentadas seguindo o princípio de pequenos passos.
- II. *O princípio da adaptação*: a progressão ocorre mediante pequenas fases e ao ritmo de progressão do aluno.
- III. *O princípio de estimulação*: é o princípio do condicionamento de Skinner. A participação ativa do aluno é requerida por perguntas para as quais ele tem que fornecer uma resposta efetiva que seja construída ou unicamente escolhida dentre as várias propostas.
- IV. *Princípio do controle e o conhecimento imediato da resposta*: Um novo comportamento se adquire mais rapidamente se ele está reforçando.

Esses princípios, básicos do planejamento instrucional, lideram ainda em diversos programas de ensino desenvolvidos pela primeira geração de ensino auxiliado por computador, cuja principal característica é conduzir o aprendiz a um objetivo determinado. Ainda que os programas tenham evoluído com as técnicas de IA, pouco se tem avançado além do enfoque algorítmico de apresentação do conteúdo.

2.3.2 DO COGNITIVISMO À COGNICÃO SITUADA

Com o desenvolvimento de teorias cognitivas e os estudos no campo da IA, a “caixa preta” do cérebro começa a ser aberta, os processos cognitivos complexos deixam de ser vistos apenas como uma série de pares de estímulo-resposta, passando, o cérebro a ser comparado como um complexo computador.

Durante o período de 1970 a 1990, inúmeras pesquisas e teorias foram desenvolvidas acerca da cognição e representação do conhecimento cujo, objetivo era o de construir ambientes de aprendizagem cada vez mais dinâmicos e eficientes, de forma a romper com os sistemas rígidos dos tradicionais EAC.

Diversos modelos de programas foram desenvolvidos adotando-se uma ou várias correntes psicológicas, marcando uma segunda fase do ensino auxiliado por computador.

O quadro elaborado por Bierman (1995) demonstra bem essa evolução:

Quadro 2.2 –Evolução da 2ª geração de Ensino Auxiliado por Computador

Período	Teoria psicológica	Paradigma da pesquisa	Meio de aprendizado	Controle
1970	Behaviorismo	Estímulo resposta	Exercício e prática	Sistema de controle
1970-1990	Cognitismo	IA – Modelos de cognição	Transferência novato x Especialista	Iniciativa mista
1980	Conexionismo	Simulação de redes neurais	Exemplos e padrões	-
1990	Cognição situada	Histórias especialistas anedotas	Ambientes de descobertas e aprendizagem	Controle do estudante

FONTE: Bierman, 1995, p.26.

Na primeira corrente, o computador na escola era (e ainda é) utilizado com a função de Instrução Assistida por Computador (CAI). Os produtos mais comuns são os tutoriais e os exercícios e prática e pertencem à primeira geração de EAC.

Nas correntes posteriores esta função estendeu-se para o desempenho do aprendiz. O computador passa a ser considerado como instrumento de ensino, os programas CAI vão sendo adaptados ao estudante, mediante os estudos e técnicas de IA para melhorar a qualidade e a eficiência dos antigos sistemas CAI.

Segundo Ulbricht (1997), os sistemas denominados Ensino Inteligente Assistido por Computador (EIA) são desenvolvidos levando em consideração algumas exigências específicas, tais como:

- concepção de modelos de domínios de conhecimentos e de raciocínio com finalidade de comunicação, resolução de problemas pedagógicos e aquisição de conhecimento;
- compreensão e geração de linguagem natural em ligação com a modelagem de um domínio (principalmente em relação aos enunciados de exercícios e às explicações);
- comunicação homem-máquina, principalmente em relação à concepção de sistemas interativos que têm por objetivo tarefas de aprendizagem com aspectos fortemente cognitivos;

- formação de agentes humanos (professores/alunos) levando em conta o estado de conhecimento, as informações incompletas, incorretas e incertezas, bem como as noções sobre aprendizagem;
- criação de sistemas adaptativos e evolutivos, uma vez que um EIAC deve se adaptar a seu usuário levando em conta sua evolução;
- avaliação da arquitetura de sistemas que levem em conta a integração e a concepção eficaz dos diversos módulos.

Referente as características desses sistemas, a autora ressalta ainda que os sistemas ICAI, Sistemas Tutoriais Inteligentes (STI), ou EIAC possuem 4 módulos:

- I. Especialista: contém o conhecimento a ser transmitido (capacidade para responder dúvidas, reconhecer errada...);
- II. Modelo do estudante: onde é armazenada a quantidade de compreensão do assunto, a estratégia de ensino preferida, os erros cometidos no processo de aprendizagem e estratégias para resolução de problemas;
- III. Tutor: contém as estratégias, as regras e os processos que orientam as interações do sistema com o estudante. Este módulo deve determinar o tipo de problema que o aluno deve resolver num determinado instante, controlar e criticar o rendimento do aluno, selecionar material de apoio e permitir ou não determinados erros;
- IV. Interface com o usuário: encarregado de gerar procedimentos corretos para o estudante, interpretar suas respostas e repassá-las ao sistema. Nesse módulo é importante resolver problemas de compreensão de linguagem natural.

A didática, fundamental neste processo, colabora com as pesquisas em EIAC sob dois aspectos: o metodológico e o teórico. No plano metodológico, encontram-se as ferramentas de pesquisa experimental (campo da engenharia) e das ferramentas para observação detalhada das fases de introdução ou construção de um procedimento; no teórico. As contribuições podem ser feitas quanto à caracterização e modelagem de situações de ensino, análise de condutas, nos estudos de transmissão do saber, entre outras.

Na concepção desses ambientes, afirma Ulbricht que as ciências da educação podem contribuir no desenvolvimento de sistemas EIAC, a partir de ações como:

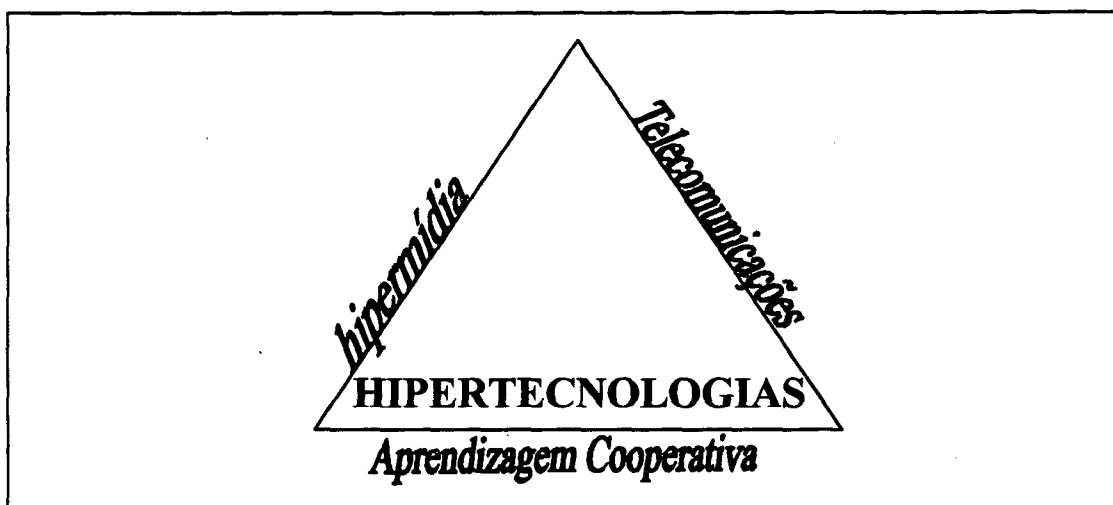
- levando os projetistas de sistemas a proporem abordagens pedagógicas globais fundamentadas nas teorias pedagógicas;
- propondo métodos de ensino que correspondam aos objetivos fixados;
- concebendo mecanismos dinâmicos para gestão de curriculum;
- concebendo metodologias de observação e de avaliação em diferentes contextos sociais.

2.3.3 DOS AMBIENTES AO MODO “HIPER” À REALIDADE VIRTUAL

Com a evolução das tecnologias de apresentação e processamento da informação uma terceira e quarta fases do ensino auxiliado por computador marcam o estágio evolutivo da mídia pedagógica.

Hipermídia, hipertexto, hiperdocumento, hiperbase são tecnologias ao modo hiper que compõem as hipertecnologias. Segundo Clunie et all (1996), seu objetivo, é de tornar mais eficientes as comunicações, o armazenamento, o acesso, o processamento, a recuperação e a representação das informações, podendo apresentar-se em diversos formatos como texto, imagem, audio, vídeo e animação. As três frentes de atuação concebidas nas hipertecnologias estão representadas na figura 2.2.

Figura 2.2 – Visão das hipertecnologias



FONTE: Clunie et all,1996,p.22.

A aplicação das hipertecnologias no processo ensino-aprendizagem como uma tecnologia educacional impõe aos educadores, professores e estudantes, fazer evoluir os conceitos que irão permitir ajustar essas tecnologias ao objetivo educacional.

Para Réahume (1993), o desafio da hipermídia é propor modos de aplicação desses ambientes que respondam às questões pedagógicas, visto que compõem uma tecnologia da inteligência e como tal, se apresenta como uma nova mídia em evolução, oferecendo-se de uma maneira original para exprimir o pensamento, o modo de organização da informação e o modo de aprendizagem.

Rhéaume (1993) afirma que a hipermídia seria o último modo em matéria de EAC, um tipo de tutorial evoluído ou uma nova ferramenta para “pensar com”, e entende também, que entre as maneiras mais tradicionais de ensinar com a informática e as hipermídias se efetuam sobre três famílias de aportes tecnológicos: o informático, o audiovisual e o textual constituindo modelos pedagógicos oriundos desses apostes.

O modelo originado da **informática**, onde o computador é considerado uma máquina de ensinar, destacando os modos de EAC que os programas comportam, em especial o tipo tutorial e o hipermídia, sendo que este último não se limita a uma base de dados restrita ao conteúdo de uma lição que respeite tão somente a estruturação feita pelo professor, pois, nesse caso, seria um tutorial com características hipermídia.

A hipermídia, por sua vez, é uma base de dados onde as modalidades de navegação entre zonas de informação calcam as modalidades de associações do pensamento humano, formando um tipo tutorial evoluído, uma ferramenta para “pensar com”.

No modelo pedagógico oriundo do **audiovisual**, os métodos audiovisuais tradicionais (quadro de giz, mapas, filmes, discos, diapositivos.) veiculam uma abordagem pedagógica integrada, onde o professor mantém o controle, utilizando-os como facilitadores da representação do conhecimento, sem contudo, modificar a pedagogia. Por outro lado, a multimídia interativa, como método audiovisual, marca uma virada no processo pedagógico, pois faz progredir os conceitos de interatividade, autonomia do estudante, interface interativa e uso de metáforas.

Nos modelos oriundos da escrita, muitas características dos métodos **textuais** convencionais, de ajuda ao estudante, se encontram presentes na hipermídia, mas se acrescentam as características dinâmicas como a navegação em uma vasta base de dados, permitindo ao usuário a pesquisa de informação específica, a escrita

colaborativa, a leitura livre *on line*, a conexão em rede com a ajuda de imagens, gráficos, sons, animações e vídeos.

O autor chama a atenção para a questão das técnicas de escrita relativas ao conceito de hipermídia (nó, rede, navegação, mapa e outros), sugerindo como paradigma integrador o da informação, no modo mais fácil de fazer evoluir o estilo “hipermediático” do conceito de texto.

Em termos de hipermídia, ilhas e blocos de informações são construídas, podendo ser textos, imagens, animações, gráficos, seqüências sonoras e outras conexões sonoras e outras conexões formando micro-mundos onde os objetos e informações nascem, residem, evoluem, se organizam e circulam. A hipermídia se situaria no quadro mais geral das tecnologias da inteligência, entre as tecnologias textuais e informáticas.

Entre os ambientes ao modo hiper, destaca-se também o uso do computador como meio de comunicação, constituindo um modo de EAC mediante a utilização de programas de comunicação que permitem a interligação entre computadores, através de protocolos próprios, correio eletrônico, Internet e outros.

No topo da evolução dos ambientes de aprendizagem mediadas por computador, a Realidade Virtual (RV) oferece experiências diferentes daquelas que os estudantes normalmente encontram em sala de aula ou nos software tradicionais.

Segundo Salzman e Loftin (1995), os processos psicológicos que se tornam ativos em uma imersão em RV são muito similares aos que ocorrem quando as pessoas constróem seus conhecimentos através da interação com objetos e eventos do mundo real.

Entretanto, a despeito do propósito de causar o efeito de “presença cognitiva” (sensação de estar em outro lugar), os programas de RV do tipo não-imersivo, não causam sensação de presença. O usuário interage com o ambiente da mesma forma que outros software, através do mouse e do teclado, ao invés de olhar e apontar como na RV imersiva. Embora este tipo de RV possua muitos potenciais educacionais e ser de menor custo, ela não oferece mais do que uma modesta extensão dos programas de computação gráfica.

Um diferenciador entre a RV imersiva e não-imersiva é que na primeira há a “eliminação” da interface, no sentido de que há uma nova representação da interface, que se transforma na própria, mudando o paradigma da mesma, tal como é conhecida. O

usuário interage com o mundo virtual de maneira tão natural quanto faria no mundo real.

Salzman e Loftin (1995) ressaltam respectivamente, a aprendizagem em “Primeira-Pessoa” (RV imersiva) e “Terceira-Pessoa” (RV não imersiva). No primeiro caso, as experiências são naturais, não-reflexivas, privadas e predominam na interação diária com o mundo. Já as de “Terceira-Pessoa”, (conhecimento é descrito por outra pessoa) é indireto, público, objetivo e explícito. Desta forma, a interação com um computador através de uma interface cria uma fronteira entre o sujeito (operador) e o objeto (computador).

Remover a interface tradicional através da imersão em RV permite experiências no mundo virtual com as mesmas qualidades das experiências no mundo real, ou seja, experiências de Primeira Pessoa.

O autor acrescenta que a imersão em RV permite-nos criar, a partir de nossas experiências diárias, conhecimento que até então só era possível a partir da experiência direta com o mundo real, nunca a partir de uma interface de computador ou qualquer outra experiência de “Terceira-Pessoa” que predomina na escola.

2.4.: CONSIDERAÇÕES GERAIS

Da máquina de ensinar à RV imersiva, houve um avanço considerável da tecnologia e das teorias da aprendizagem. Do empirismo ao neo-construtivismo o homem deixou de ser considerado como uma “tabula-rasa” para ser considerado como construtor de seu próprio conhecimento. As crianças circulam e interagem com desenvoltura com *games*, computador e outros equipamentos tecnológicos.

Mas e a escola? E o professor? E os softwares educacionais que estão sendo produzidos em grande escala comercial? Estão estes agentes acompanhando esta evolução? Está o professor e as equipes de projeto preparado e atualizado para utilizar todo o potencial dos ambientes inteligentes de aprendizagem com seus alunos? E as Organizações escolares, estão preparadas materialmente, tecnologicamente e filosoficamente para essas novas tecnologias da inteligência?

Intencionando dar uma resposta a essas perguntas sem contudo generalizar, retira-se de Papert (1994) a seguinte reflexão: Imaginar uma equipe de médicos do século passado viajando no tempo e visitando um de nossos modernos hospitais, bem podia-se avaliar seu assombro frente à moderna tecnologia ali empregada. Contudo, o

mesmo não aconteceria se fosse um grupo de professores em visita à maioria das escolas atuais, onde poucas diferenças seriam encontradas.

Somando à afirmação de Margulies (1996) de que enquanto o professor (e o projetista) não puder aprender antes de ensinar, enquanto não possuir os meios de procurar antes de apresentar, ele será apenas uma peça enferrujada na máquina da educação.

No processo educacional, normalmente, privilegia-se uma ou outra abordagem/teoria ou proposta pedagógica que estão implícitas nos programas de ensino. Entretanto, dentre as várias correntes disponíveis, deve-se evitar os reducionismos das mesmas e estar aberto a novas contribuições, uma vez que a realidade educacional é complexa e multidimensional.

Vimos neste capítulo uma diversidade de teorias da aprendizagem. Na ausência de uma teoria empiricamente validada, que explique todas as manifestações do comportamento humano em situações de ensino-aprendizagem, alerta-se para as limitações das teorias e o uso do bom senso ao adotar essa ou aquela teoria para fundamentar a prática pedagógica seja ela face - a - face, mediada pela máquina como ferramenta de apoio ao ensino ou a distância. Dependendo dos objetivos, aplicam-se os fundamentos de uma e/ou outra abordagem, conforme a situação didática e os objetivos de aprendizagem que se pretende atingir.

No próximo capítulo dar-se-á ênfase a alguns conceitos e recomendações selecionados da literatura sobre os aspectos didático-pedagógicos pertinentes ao planejamento e desenvolvimento em Educação à Distância.

CAPÍTULO 3

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA: CARACTERÍSTICAS E PROCEDIMENTOS PEDAGÓGICOS

3.1. INTRODUÇÃO

A realidade do mundo hoje é apresentada e conhecida principalmente por meio das mídias.

A era das tecnologias da informação e comunicação tem marcado, no universo da cultura, da economia e da sociedade, uma nova forma de ver e interagir no mundo.

Novos valores, princípios, comportamentos, processos, produtos e instrumentos científicos e tecnológicos vêm sendo incorporados crescente e massificadamente no cotidiano das pessoas.

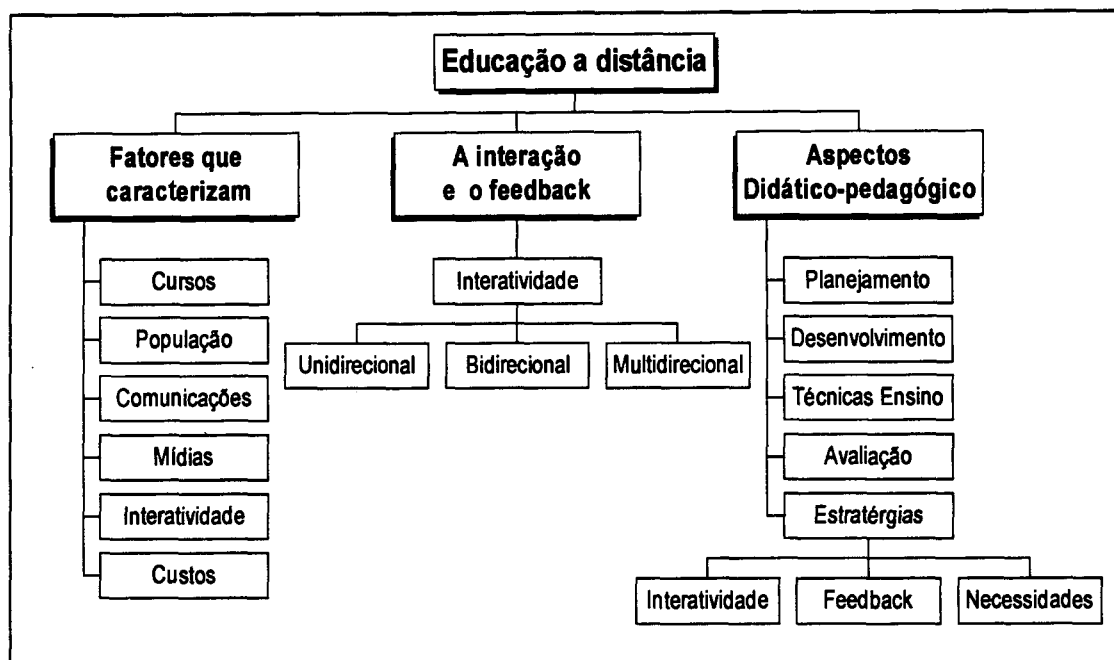
Em casa, no trabalho, no lazer, nos deslocamentos, nas comunicações, nos serviços e, entre outros, na educação, o ser humano se vê obrigado a aprender, no seu dia - a - dia a utilizar e obter os resultados que a tecnologia promete, conforme suas necessidades pessoais e coletivas.

No âmbito educacional, um desafio é imposto aos educadores e profissionais envolvidos: fazer evoluir os conceitos e práticas que melhor permitirão ajustar as tecnologias ao processo ensino - aprendizagem, de modo que as mesmas sejam incorporadas à prática educacional, como o lápis, o caderno e o livro o foram.

Qualquer que seja a forma e o meio de realizar o processo educacional, presencial ou à distância, o papel das mídias vem se tornando essencial para a eficácia e qualidade da educação.

Este capítulo destaca as principais características da Educação a Distância (EAD) e define estratégias para o planejamento e desenvolvimento da ação didática conforme sintetiza a Figura 3.1.

Figura 3.1 – EAD - Características e procedimentos pedagógicos



3.2. A EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Dentre as várias definições de EAD existentes na literatura sobre o assunto, destaca-se Bordenave (1986) que a define como uma proposta organizada do processo ensino - aprendizagem, na qual estudantes de diversas idades e antecedentes, estudam em grupos ou individualmente, em casa, locais de trabalho ou qualquer outro ambiente, usando materiais auto - instrutivos, produzidos em um centro docente, distribuídos através de diversos meios de comunicação.

A incorporação crescente das novas tecnologias da informação e comunicação ao processo ensino - aprendizagem, vem tornando essa modalidade educacional mais extensiva em público e audiência, rompendo barreiras culturais, de língua, de espaço geográfico, de tempo, tanto quanto vem dinamizando os modos de ensinar e aprender, e de realizar as interações necessárias entre "aprendiz/interface, aprendiz/conteúdo, aprendiz/professor, aprendiz/aprendiz" (Hoffman e Mackin, 1996).

Os atuais estágios de desenvolvimento tecnológico, aliados aos recursos da informática e das telecomunicações, tornaram a EAD cada vez menos distante com mais alto nível de interatividade.

Os modos emergentes de interação são fundamentais para a geração de cursos à distância de boa qualidade, exigindo dos implementadores e educadores, mais do que a inovação tecnológica possibilita, práticas didático-pedagógicas adequadas a esse novo ambiente de aprendizagem.

Hoje, a comunicação mediada eletronicamente apresenta-se como uma poderosa ferramenta capaz de diminuir a barreira (mas não eliminar) da separação física e temporal entre professor e aluno, além de proporcionar um aumento substancial do nível de interatividade.

A EAD é atualmente uma área de grande interesse para pesquisas e aplicações em Instituições Educacionais e setores de Desenvolvimento de Recursos Humanos de Empresas públicas e privadas que objetivam apropriar-se do potencial destas novas tecnologias para prover formação, educação continuada, treinamento e atualização acadêmica e profissional mais rápida e eficaz.

Com a redução nos custos dos equipamentos e a necessidade crescente de formação, o aperfeiçoamento profissional e a necessidade de expansão do ensino, a EAD surge como uma modalidade de ensino e tecnologia educacional acessível e conveniente a várias pessoas que se encontram dispersas geograficamente, evitando deslocamentos, possibilitando ao estudante aprender em seu ritmo, no tempo e local que lhe é mais conveniente, além de favorecer o desenvolvimento de habilidades e competências cognitivas como autonomia, criatividade, auto-disciplina, responsabilidade com a própria formação, construção do conhecimento, aprendizagem cooperativa entre outras habilidades.

Pedagogicamente, a evolução do EAD esteve condicionada aos paradigmas e tendências pedagógicas que impulsionaram as experiências educacionais, na medida em que também evoluíram as concepções e teorias de aprendizagem e os modelos de ensino auxiliado por computador com os meios que determinam seu uso.

Do ensino por correspondência, utilizando material impresso, ao ensino mediado eletronicamente, utilizando redes de computadores e recursos multimídia em tempo real, houve um avanço considerável nessa modalidade de ensino.

Afirma Mata (1995), que hoje é amplo o leque de possibilidades que se oferece ao EAD: o vídeo interativo, baseado em computador com uso de interfaces gráficas, o vídeo disco a laser, o hipertexto, hipermídias, o CD- Rom, junto com material impresso, rádio, televisão, telefone, correio postal, correio eletrônico e fax

fazem parte dos possíveis materiais e meios a serem utilizados. Além disto, os satélites de comunicação e as redes de computadores oferecem inúmeras possibilidades para criar, armazenar, distribuir, apresentar informações, motivar interagir e estabelecer relações no âmbito da mediação pedagógica.

Os diferentes recursos da tecnologia conjugada (Internet, software aplicativos, multimídia interativa, hipermídia, vídeoconferência, áudio conferência, teleconferência, RV não-imersiva, e imersiva, (quando esta for possível) e outros, têm provocado modificações substanciais nos paradigmas de educação vigentes, uma vez que oferecem ao estudante e professor inúmeras possibilidades de acesso à informação, de comunicação com o meio ou através dele e novas formas de aprender e ensinar, que são requeridas nesse novo ambiente. A interação em EAD já não ocorre face- a- face, há um meio que media a comunicação.

As novas tecnologias aplicadas ao ensino à distância, impõem assim, um novo modelo de comunicação pedagógica, calcada, segundo Yalli (1995) em todos os elementos do sistema geral de comunicação: o professor (emissor), o aluno (receptor), o método (canal de transmissão) e os conteúdos (mensagem).

Outro enfoque dessa relação é dado por Hoffman e Mackin (1996), cuja preocupação é com os novos paradigmas da interação de uma "sala de aula virtual". Eles afirmam que as interações aluno/interface, aluno/conteúdo, aluno/professor e aluno/aluno precisam ser adequadamente utilizadas e conhecidas para gerar cursos à distância interativos de alta qualidade

Nestas relações de comunicação, a interação aluno/interface é a linha vital entre o professor e o aluno; se ela falha, o processo pedagógico (formação, treinamento e outros) também falha. Entre outras medidas, é necessário tornar a tecnologia o mais amigável e transparente possível.

A interação entre o aluno e o conteúdo ocorre quando o entendimento, a percepção e as estruturas cognitivas do aluno são transformadas. A visualização dos conteúdos do programa de ensino é crítica para estimular, satisfatoriamente, não só a percepção e a cognição, mas também a atenção e a motivação do aluno. O conceito de enterTRAINment é proposto pelos autores para a mistura de treinamento com entretenimento para capturar a atenção e a imaginação dos estudantes.

Na interação que ocorre entre aluno e professor, o papel do professor é de dirigir o fluxo da informação para o estudante, que é desempenhado na hora de planejar

e desenvolver as aulas. O professor deve também estimular e motivar o aluno, manter seu interesse, dar apoio e encorajá-lo na sua aprendizagem.

As interações aluno/aluno, são, segundo Hoffman e Mackin (1996), freqüentemente, as mais produtivas experiências de formação. Estas interações, quando bem projetadas, oferecem a oportunidade para os estudantes expandirem e aplicarem os conhecimentos de forma compartilhada, impossível no estudo solitário.

3.3. FATORES QUE CARACTERIZAM A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

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 sobre:

3.3.1 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.

3.3.2 A população:

- é relativamente dispersa, devido a razões de posição geográfica, de condições de emprego, incapacidade física .;
- é predominantemente adulta;
- o estudo é individualizado;

- possibilita a relação interpessoal entre pessoas de diferentes formações, cultura, raça.

3.3.3 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;

3.3.4 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.

3.3.5 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;
- o 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).

3.3.6 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.

3.4. A INTERAÇÃO E O *FEEDBACK* EM EAD

O aumento da interatividade é o principal desafio e problema em EAD, pois como afirma Barcia et all (1996), a comunicação é agora intermediada por equipamentos que permitem, não só a transmissão de informações, mas a construção de conhecimentos, variando os graus de interação conforme o suporte técnico que media essa comunicação e que influencia tanto no conteúdo da comunicação quanto na sua forma.

A natureza da comunicação geralmente se classifica por suas diferentes formas e graus de interatividade: unidirecional, bidirecional e multidirecional.

Na comunicação unidirecional, o nível de interatividade é baixo, sendo preponderante na primeira geração de EAD. Este tipo de comunicação ocorre em uma única direção, do professor para o aluno. Enquadram-se nesse nível os cursos por correspondência, rádio difusão (TV educativa, emissões radiofônicas) áudio cassetes, vídeo - aulas e outros meios que limitam a interação com os professores e os demais estudantes.

Na comunicação bidirecional, ocorre uma média interatividade. A comunicação dá-se em ambas as direções, de professor para aluno e de aluno para professor. Este tipo de comunicação, marca uma segunda geração de EAD, onde tecnologias de comunicação interativa começam a simular a experiência da sala de aula presencial. Pode ocorrer de local a local ou para múltiplos locais.

Em comunicação de local a local, baseada em tecnologia de videoconferência, professor e alunos podem ver-se e ouvir-se;

Em comunicações para múltiplos locais, o meio é enviado simultaneamente para salas remotas. Os alunos, neste sistema, podem ver e ouvir o professor, mas o professor só pode ver uma sala por vez. É o caso da Videoconferência por linha telefônica dedicada.

Na comunicação multidirecional o nível de interatividade é alto. O meio é enviado de todo local para todo local. Este nível, é emergente de uma terceira geração de EAD, sendo possível o uso síncrono e assíncrono do meio telemático (especialmente das redes de comunicação: BBS, Internet, Intranet, WWW), mediante conferência eletrônica, e-mail, correio de voz e outras formas de interação, como exemplo, em trabalho cooperativo, uma cadeia de dados é usada para conectar o professor e todos os alunos. Todos utilizam a mesma base de dados.

Peacock (1996), aponta uma quarta geração de EAD, que hoje já é realidade, onde o aluno obtém acesso direto às bases de dados, acesso para vídeo e material em forma de texto. Essa relação tem sido chamada de *empowered student* ou, comunidade de estudiosos, onde os estudantes controlam seu tempo, lugar e ritmos de estudo, se comunicam livremente com seus professores e colegas e possuem considerável controle sobre o escopo e a seqüência do material estudado.

Outro resultado desse advento, é o da "interação intelectual", cujo conceito é o de *enterTRAINment* descrito por Hoffman e Mackin (1996) como referente ao tipo de interação entre o aluno e o conteúdo, de forma que o conteúdo possua uma característica de treinamento com entretenimento para despertar a atenção e a imaginação do estudante.

3.5. ASPECTOS DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS EM EAD

Qualquer que seja o meio ou a tecnologia utilizada, é preciso considerar a organização das relações entre o organismo difusor (instituição educacional, empresa) e o público. Esta é uma função primordial para a eficácia do produto de auto-formação no ensino à distância. A qualidade de sua realização depende, em grande parte, da assiduidade do aluno e da qualidade do produto pedagógico oferecido.

Em caso de aplicação das técnicas de informática na gestão das relações pedagógicas, a administração do EAD deve ser realizada de modo que os estudantes se dirijam sempre a uma estrutura confiável, capaz de responder às suas necessidades. É importante lembrar que nesta modalidade de ensino, a relação pedagógica não se

constrói por uma relação interpessoal, mas a partir de uma relação entre o indivíduo isolado e um sistema complexo difusor de produtos, e servindo de intermediário com os monitores e professores.

Referindo-se à modalidade de teleeducação, mas que se aplica aos demais modelos, Saraiva (1995) destaca o conjunto de funções intercomplementares que compõem um sistema de EAD, que são: a administração ou gerência, planejamento, produção, utilização, acompanhamento, controle e avaliação.

Na função utilização, Saraiva (1995) destaca a importância do planejamento, recepção, orientação e controle da aprendizagem, utilização pedagógica, supervisão, treinamento de recursos humanos, equipamentos e material de apoio, apoio logístico, acompanhamento e avaliação e a administração. Na interação com as demais funções residem os principais fatores para o alcance dos objetivos de aprendizagem.

Qualquer que seja a tecnologia empregada (TV educativa, videoconferência, teleconferência, áudio conferência, vídeos - aula, computador, redes de computadores e outras) e as mídias utilizadas como recursos de aprendizagem num programa de EAD (softwares educacionais, materiais impressos, rádio, televisão, Internet, CD-Rom.), requer-se uma atenção especial ao modelo pedagógico adotado, que deve estar bem explícito no planejamento do programa de EAD e nas estratégias da ação didática empregadas.

Existem muitas semelhanças e diferenças entre o ensino à distância e o ensino presencial. O modelo pedagógico que a maioria dos cursos adota é baseado nas estruturas de currículo e de ensino do sistema convencional. A diferença mais evidente fica por conta da inovação no uso dos meios e recursos tecnológicos que mediam a comunicação entre professor e aluno.

Em EAD, as relações pedagógicas não se modificam, necessariamente, com as novas tecnologias, podendo o modelo pedagógico assumir um formato conservador e autoritário típico da corrente pedagógica liberal (tradicional, centrada na transmissão do conteúdo e tecnicista, centrada nos procedimentos e técnicas de ensino) ou, ao contrário, da pedagogia progressista (hoje com enfoque mais construtivista e sócio-interacionista). De um modo ou de outro, o procedimento educativo deve adaptar-se às novas circunstâncias, considerando-se as possibilidades e limitações das tecnologias envolvidas no ambiente de EAD.

Essa adaptação exige dos professores e estudantes uma mudança ecológica, pedagógica e cultural no processo de ensinar e aprender, pois o paradigma de educação já não se limita às paredes de uma sala de aula e aos rituais de comportamento de estudantes e professores com seus "símbolos verbais e não verbais" (Mc Laren, 1992).

Os indivíduos, sem a identidade e a cumplicidade de grupo convivendo sensorialmente num espaço e tempo determinados, estão agora dispersos e isolados.

Os encontros face-a-face, se houverem, são esporádicos, dificultando o estabelecimento de laços afetivos próprios da interação social e trocas interpessoais importantes para seu desenvolvimento. Ocorrem também somente de forma virtual ou, em alguns modelos, nem ocorrem.

Para o estudante, alguns atributos de comportamentos e habilidades relativas à atividade de aprender à distância são exigidos: aprender em seu ritmo, no tempo e local que lhe é mais conveniente, a auto disciplina para coordenar seu tempo de estudo, a aprendizagem individualizada e independente, a cooperação, a criatividade, a autonomia, os modos de interação, e a responsabilidade por sua própria formação, que ocorrerá sem as pressões e controles de sistemas de ensino fechados.

Para o professor, pode-se afirmar que uma nova forma de se comunicar se impõe, como também um cuidado especial no planejamento do curso/disciplina e preparação da aula. Trata-se, principalmente, de adequar a prática da aula presencial ao novo ambiente e ainda explorar todo o potencial que a tecnologia utilizada favorece, observando também suas limitações. Estes são alguns dos desafios imediatos a assumir neste novo papel.

Um aspecto fundamental da relação dialógica, mediatizada por recursos áudio - visuais (em substituição a relação face-a-face da aula presencial), que permite o *feedback* dos sinais visuais diretos dos alunos (Willis, 1992). Não sendo possível ocorrer em EAD, exige-se do professor um esforço extra na atividade de planejamento e desenvolvimento das estratégias de ensino que minimizem essa limitação sem comprometer a qualidade e eficácia da aprendizagem do aluno.

Willis (1992), afirma que a eficiência de um ensino à distância é mais resultado da preparação que da inovação. Por esta razão, o planejamento e o desenvolvimento da ação didática, assumem uma importância vital para o sucesso de qualquer programa de ensino à distância.

3.5.1 O PLANEJAMENTO EM EAD

O planejamento, em todas as áreas da atividade humana, é uma necessidade constante.

Tendo em vista a complexidade, heterogeneidade e multidimensionalidade que um processo educacional implica, e dos meios e recursos materiais e humanos envolvidos, planejar torna-se fundamental e imprescindível para a garantia de uma boa qualidade do sistema e sua eficácia.

O planejamento é a previsão das ações e procedimentos que o professor vai realizar junto a seus alunos, e a organização das atividades discentes e das experiências de aprendizagem, visando atingir os objetivos estabelecidos.

Ao planejar o ensino, o professor antecipa, de forma organizada todas as etapas do trabalho escolar. Cuidadosamente, identifica os objetivos, indica os conteúdos que serão desenvolvidos, seleciona os procedimentos que utilizará como estratégia de ação e prevê quais os instrumentos que empregará para avaliar o progresso dos alunos

Alguns dos princípios, procedimentos, recomendações que devem ser observados no planejamento da ação didática em EAD, são apresentados por Willis (1992)), Gottschalk (1996) and Siantz e Pugh (1997) seguindo os mesmos estágios básicos do procedimento de planejamento, desenvolvimento, avaliação e revisão presentes no compendio da Didática.

No planejamento, deve ser feito o levantamento de todas as informações necessárias à realização do curso. Nesta fase, devem ser considerados pelo menos três aspectos importantes para a realização de um curso eficaz:

- conhecimento das necessidades da clientela: nesta fase, busca-se verificar quais fatores conduziram à necessidade instrucional e quais experiências indicam que o curso possa atender efetivamente essa necessidade;
- conhecimento das características da clientela: conhecer para quem será direcionado o curso, as necessidades, faixa etária, características culturais, experiência acumulada (escolar, profissional), interesses e expectativas com o curso, experiência com os meios (se é usuário novato, eventual ou experiente, no caso de uso de meios eletrônicos), experiência com os recursos e métodos de ensino, como pretendem aplicar os conhecimentos e outras informações que possibilitem uma relação humanizada e mais personalizada do processo;

- estabelecimento de metas e objetivos. Com base nos conhecimentos das necessidades da formação e o conhecimento da clientela, busca-se estabelecer as metas e os objetivos que levam à realização das metas pretendidas.

3.5.2 O DESENVOLVIMENTO DO PLANEJAMENTO EM EAD

A fase de desenvolvimento é a culminância do processo de planejamento, onde se faz a previsão das atividades de ensino que se convertem no plano didático propriamente dito (seleção e organização do conteúdo, definição dos recursos e materiais didáticos, estratégias de ensino e avaliação).

Sugestões para o planejamento, segundo Willis (1992) e Gottschalk (1996), são:

- fazer um roteiro ou esboço do conteúdo, observando as necessidades de instrução, o conhecimento da clientela, as metas e objetivos do curso e o conteúdo desejado;
- rever os materiais existentes. Procurar não usar materiais "empacotados" para outras experiências, aproveitando-os dos cursos presenciais ou comercializados. Se optar por sua utilização, deve-se adaptá-los ao tipo de clientela e suas experiências;
- organizar e desenvolver o conteúdo observando suas exigências (teóricas, experimentais). Utilizar exemplos relevantes e concretos, da realidade sócio-culturais do aluno para uma aprendizagem contextualizada;
- selecionar e desenvolver os materiais instrucionais e a forma de distribuição e acesso a estes materiais (impressos, banco de dados, vídeos, áudios, eletrônicos e outros.), evitando apoiar-se em tecnologia de ensino não disponível ou de difícil acesso;
- iniciar o processo de planejamento informando-se sobre EAD, os pontos positivos e negativos dos sistemas de ensino disponíveis (áudio, vídeo, impressos, eletrônicos) e os meios técnicos que são transmitidos (linha telefônica, satélite, microondas, fibra ótica) bem como os limites e possibilidades de uso educacional dessas tecnologias;
- revisar o que já existe sobre idéias para conteúdo e apresentação, antes de criar algo novo ou adaptar um curso para a modalidade à distância;
- evitar soluções tecnológicas para problemas de ensino. Deve-se analisar os pontos positivos e negativos de possíveis modos de se abordar uma aula em termos de necessidades dos alunos e das exigências do curso, antes de optar por uma combinação de tecnologias de ensino;

- fazer um treinamento prévio com a tecnologia de ensino é fundamental. A realização de uma pré - aula com os alunos é recomendável para a familiarização com a tecnologia e para aprender um pouco sobre os papéis e responsabilidades da equipe de apoio técnico;
- definir com os alunos, no início da aula, o conjunto de regras, pautas e padrões de comportamento e etiqueta. É importante, nesse momento, apresentar também o programa de ensino;
- certificar-se de que todos dispõem do material, equipamentos e/ou dispositivos em condições de uso. Pode-se criar uma "linha quente" (*toll free*) para informar e retificar problemas;
- certificar-se se os materiais foram enviados e de que foram recebidos, antes de dar início à aula. Para auxiliar os alunos a manterem seus materiais organizados, considere o envio de um cronograma do curso junto com o conteúdo e a bibliografia, além de outras referências, antes da distribuição dos materiais. Se o meio for eletrônico, disponibilizar na *home page* as informações referentes ao curso.

3.5.3 O USO DAS TÉCNICAS DE ENSINO EM EAD

A qualidade da interação aluno/professor, aluno/aluno, aluno/interface, aluno/conteúdo possui também relação direta com as técnicas de ensino que são utilizadas, que devem ser (e são) aprimoradas, em sua maior parte, das técnicas já existentes e desenvolvidas outras que sejam adequadas ao sistema de EAD.

Willis (1992) sugere que se observe as seguintes estratégias para o uso eficaz das técnicas de ensino:

- desenvolver estratégias para reforço, revisão, repetição e correção. Discussões individuais ou em grupo via espaço *off line* ou *on line* podem ser eficazes;
- avaliar, realisticamente, a quantidade de conteúdo que pode ser efetivamente transmitido durante o curso. Devido a logística envolvida, apresentar um conteúdo à distância, geralmente exige maior gasto de tempo do que a apresentação do mesmo conteúdo no ambiente de uma aula convencional;
- diversificar e estabelecer etapas para as atividades do curso e evitar exposições longas. Alternar as apresentações do conteúdo com discussões e exercícios centrados nos alunos;

- estar consciente de que os alunos possuem estilos de aprendizagem e ritmos diferentes. Alguns irão aprender com mais facilidade em atividades de grupo, outros apresentarão um melhor desempenho trabalhando de forma independente. Entretanto, os diferentes estilos devem ser estimulados. À distância, é mais difícil identificar as preferências quanto ao estilo de aprendizagem;
- humanizar o curso concentrando-se nos alunos, e não no sistema de ensino;
- considerar o fornecimento de um forte componente impresso para suplementar materiais não impressos;
- utilizar exemplos e estudos de caso que sejam localmente relevantes e/ou significativos, tanto quanto possível, para auxiliar os alunos na compreensão e na aplicação do conteúdo do curso;
- ser conciso. Fazer afirmações curtas e coesivas, fazendo perguntas diretas, tendo em mente que as conexões técnicas podem aumentar o tempo gasto para que o aluno responda;
- personalizar o envolvimento, estando ciente de que em EAD, o valor do contato pessoal e da interação que se dá em pequenos grupos não se substitui. Se o orçamento e o tempo permitirem, ministrar pelo menos uma aula presencial em cada local remoto. Quanto mais cedo isto for feito, melhor.

Outras estratégias no uso das técnicas que podem ser utilizadas em sessões de aulas à distância, recomendadas por Prégent (1996), Siangs e Pugh (1997) e Cruz (1997), entre outros, estão sendo largamente experimentadas em aulas à distância, especialmente para aulas por videoconferência, por ser o ambiente que melhor simula e apresenta características de aula presencial), são elas:

3.5.3.1 Técnicas de questionamento:

Esta é uma técnica utilizada para clarificar ou expandir um determinado tópico que está sendo apresentado/estudado. É bastante utilizada pelo professor para verificar quanto e como o aluno absorveu determinado conteúdo/tópico, qual o seu entendimento da atual questão e, para provocar a participação do aluno, aumentando a interatividade na aula. Os estudantes devem ser estimulados a anotar as questões e estarem prontos para respondê-las quando solicitados.

3.5.3.2 Técnicas de estudo de caso:

É a descrição de uma situação real ou simulada, através de relatórios. Recomenda-se que estes sejam enviados com antecedência suficiente para serem realizados. A apresentação dos relatórios pode ser de forma individual ou em grupo (intra e inter grupos). As apresentações orais não devem ultrapassar 5-10 minutos.

3.5.3.3 Discussões orientadas/Painéis de discussões:

Ajuda a recolher uma grande variedade de opiniões, conduzindo a uma maior informalidade. As participações devem ser anotadas pelo professor (em quadro, papel ou computador), para uma revisão ao final da atividade. O material deve ser enviado com antecedência para leitura prévia e preparação para discussão. O professor deve atuar como moderador. Os membros do painel podem ser de grupos diferentes.

3.5.3.4 Exercícios ou práticas individuais:

Proporciona ao estudante a oportunidade de praticar habilidades. Pode ser feito *on line* ou *off line* com tempo determinado para entrega ou apresentação.

3.5.3.5 Exercícios ou práticas em grupo:

Encoraja a participação e constrói comportamento de grupo (inter e entre grupos). Estas atividades favorecem a introdução de novas técnicas, procedimentos e habilidades, incentivando a análise, o pensamento crítico e discussão. Desenvolve também habilidade de trabalho em equipe e a solução de problemas.

3.5.3.6 Atividade de campo:

Permite atividades de enriquecimento fora do ambiente da aula. Apresenta-se como uma boa oportunidade para construir coesão. Deve ser feita o mais cedo possível, possibilitando que os estudantes de diferentes grupos e o professor encontrem-se em algum local.

3.5.3.7 Brainstorming:

Provoca o máximo de idéias para a solução de problemas, estimulando a criatividade do aluno. As idéias precisam ser anotadas, sem qualquer avaliação, antes da discussão propriamente dita. Regras básicas devem ser estabelecidas. A avaliação das idéias deve ser numa etapa separada. Pode ser feita entre grupos.

3.5.3.8 Painel de reações:

Estimula a participação da audiência (alunos, professor e convidados), que são instruídos a fazerem perguntas, interromper ou apresentar caminhos alternativos durante uma apresentação.

3.5.3.9 Demonstração:

Mostra os passos de um procedimento em menor espaço de tempo, mostra habilidades e permite reforço visual. Pode-se usar *close ups* ou câmara de documentos, *slides* computadorizados para esboçar os passos podendo repeti-los sempre que necessário.

Entre outras técnicas que podem ser desenvolvidas, destacam-se ainda o debate, as palestras de convidados, entrevista, conferência, dramatização e *video clips*.

3.5.4 A AVALIAÇÃO E REVISÃO EM EAD

A avaliação é um processo de coleta e análise de dados, que visa verificar se os objetivos propostos serão, estão sendo ou foram atingidos.

O objetivo da avaliação é prover informações quantitativas e qualitativas para a tomada de decisões. O ato de avaliar consiste, pois, em verificar se os objetivos estão sendo realmente alcançados e em que medida estão sendo alcançados para ajudar o aluno a avançar na aprendizagem e na construção do seu saber, bem como obter *feedback* do trabalho docente e discente.

Existem três modalidades de avaliação conforme as funções a que se aplicam:

Quadro 3.1 - Modalidades de avaliação

Modalidade	Função
Diagnóstico	Diagnóstico
Controle	Formativa
Classificação	Somativa

A função diagnóstico, na modalidade de avaliação diagnóstico busca detectar as condições em que os alunos se encontram ao se iniciar um curso, unidade, tópico de unidade ou tema de estudo. Procura verificar a presença ou ausência de habilidades, interesses, possibilidades e necessidades de cada aluno ou grupo. Auxilia o professor a identificar quais aspectos do conteúdo precisam ser reforçados para seguir adiante.

A função formativa na modalidade de controle, procura detectar falhas ou insucessos no decorrer da aprendizagem, indicando como os alunos estão se

modificando em direção aos objetivos pretendidos. Serve, também, para contribuir para o aperfeiçoamento da prática docente, adequando os procedimentos de ensino às necessidades dos alunos que forem sendo detectadas durante o processo de aprendizagem. O aproveitamento do aluno reflete, em grande parte, a atuação do professor.

A função somativa, na modalidade classificação, permite verificar ao final de um processo: o tema, o tópico, a unidade, o curso, o bimestre, o semestre, o módulo; se os comportamentos desejados foram alcançados e em que nível. Permite ainda classificar resultados quantitativos e qualitativos obtidos pelos alunos tendo por base de comparação os níveis de aproveitamento pré - estabelecidos.

Willis (1992) e Gottschalk (1996), destacam algumas ações que devem ser desenvolvidas pelo professor na fase de avaliação do processo ensino - aprendizagem:

- revisar metas e objetivos;
- desenvolver uma estratégia de avaliação: decidindo sobre o como e quando avaliar, quais técnicas e instrumentos de avaliação utilizar conforme as peculiaridades da clientela, do conteúdo, do curso ;
- proceder a avaliação formativa para obter *feedback* sobre o ensino. Gottschalk (1996) sugere o uso de mini - avaliações por cartões pré-dirigidos e timbrados, uso de telefone, e-mail e outros, para que o aluno se manifeste, indicando os aspectos positivos e negativos do curso e sobre seu próprio desenvolvimento;
- proceder à avaliação somativa para coletar dados sobre o desempenho do aluno, buscando fazê-lo do modo mais participativo possível;
- coletar os dados tanto por métodos qualitativos quanto quantitativos;
- a coleta dos dados deve servir para melhorar o curso em andamento e para os próximos cursos, mediante a identificação dos fatores de sucesso e de fracasso.

A fase de revisão é o resultado direto da avaliação e deve ser feita tão logo termine o curso.

A orientação básica para testar idéias de revisão é discuti-las com pequenos grupos de alunos distantes, colegas e especialistas.

3.5.5 ESTRATÉGIAS PARA MELHORAR A INTERATIVIDADE E O *FEEDBACK* EM EAD

Qualquer que seja o nível de interação, especialmente o uso de estratégias sugeridas por Willis (1992) para melhorar a interação e o *feedback*, permitem ao professor identificar e atender as necessidades individuais dos alunos, ao mesmo tempo em que se possibilita um fórum de sugestões para o aprimoramento do curso. Assim, deve-se considerar:

- a integração de vários meios de interação: telefone, fax, correio eletrônico, vídeo e computador para contato individual e conferências. Se possível, encontros presenciais e visitas pessoais;
- o contato com cada local (ou estudante), com regularidade, especialmente no começo do curso;
- comentários detalhados sobre as tarefas por escrito, indicando fontes adicionais para informação suplementar. Devolver as tarefas sem demora, usando fax ou correio eletrônico;
- o estabelecimento de horas de atendimento aos estudantes;
- ao iniciar o curso, solicitar que os alunos estabeleçam contato com o professor e interajam entre si através de correio eletrônico, telefone ou outro meio, para que se sintam à vontade com o processo. Manter e partilhar revistas eletrônicas pode ser bastante eficaz neste sentido;
- o uso de questões pré - aula para promover e encorajar o pensamento crítico e a participação por parte de todos os alunos. Compreender que para aprimorar padrões de comunicação insatisfatórios, demanda tempo.
- a apresentação das anotações pelos alunos, com frequência, de modo que mantenham um diário de pensamentos e idéias sobre o conteúdo do curso, sobre seus progressos individuais e outras preocupações;
- a utilização de cartões previamente selados e endereçados e conversas telefônicas, *on line*, ou outro meio, fora do horário de aula para obter *feedback* sobre o conteúdo, relevância, andamento, apresentação de problemas e outras preocupações pedagógicas.
- a garantia da participação de todos os estudantes e pontos, desencorajando, educadamente, aqueles que são monopolizadores;

- o uso de um "facilitador" em cada grupo para estimular a interação dos alunos que se mostrarem hesitantes em fazer perguntas ou participar. O facilitador pode agir como sendo os "olhos e ouvidos" do professor nos pontos remotos.

3.5.6 ESTRATÉGIAS PARA ATENDER AS NECESSIDADES DO ESTUDANTE

Um sistema de ensino à distância, para um funcionamento eficaz, deve ser adaptado ao aluno, da melhor forma, objetivando motivar e satisfazer as necessidades do estudante, tanto em termos de conteúdo quanto de estilos de aprendizagem.

As estratégias sugeridas por Willis (1992) para satisfazer as necessidades dos estudantes, são:

- alertar os alunos para os novos padrões de comunicação a serem utilizados no curso, fazendo sentirem-se confortáveis com esses padrões;
- informar-se sobre as experiências e a formação da clientela;
- ser sensível aos diferentes estilos de comunicação e às várias formações culturais (domínio de línguas, hábitos, costumes e outros);
- alertar o aluno a assumir papel ativo no curso e responsabilidade pela própria formação, a importância da auto-disciplina e demais papéis que tem a desempenhar na aprendizagem à distância;
- ajudar os alunos a se familiarizarem e sentirem-se confortáveis com a tecnologia de ensino, preparando-os para resolverem os problemas técnicos que surgirem. Concentrar-se na solução dos problemas em conjunto;
- estar alerta para o cumprimento dos prazos.

3.6. A VIDEOCONFERÊNCIA COMO AMBIENTE DE EAD

As possibilidades educativas da videoconferência são bastante amplas posto que se constitui num meio interativo de comunicação audiovisual bidirecional, transmitindo imagem e som em tempo real para diferentes lugares e diferentes pessoas simultaneamente.

Tecnicamente, a videoconferência faz parte de uma classificação mais geral, sendo um tipo particular de teleconferência, ou seja, é um tipo de conferência audiográfica que envolve transmissão de áudio, sinais de controle e imagens estáticas, acrescidas do envio *on line* e em tempo real de sinais de vídeo entre vários pontos e participantes.

Uma descrição mais clara é feita por Spanhol (1997), ao dizer que a videoconferência é resultado da integração que ocorreu com o aprimoramento de todas as tecnologias de Informação e Comunicação: o som do rádio, a imagem da televisão, a interação do telefone, integrados via software e hardware de computador, que através de um procedimento de "compressão algorítmica", trata e comprime o sinal "n" vezes menor que o original, permitindo a transmissão via linhas de bandas mais estreitas. Tudo em um único suporte, funcionando integradamente com outro equipamento com as mesmas características e protocolos mínimos estabelecidos pelos fabricantes para que os equipamentos possam "se entender" e permitir a interação entre os usuários dos sistemas.

Como ambiente de aprendizagem, a videoconferência não é um novo método de ensino, constitui-se, sim num novo meio técnico para o ensino. De acordo com Pregent & Demers (1996), como todo meio, não possui nenhuma vertente pedagógica intrínseca. A vertente é definida no planejamento de acordo com os objetivos do curso.

No plano pedagógico, a tecnologia de videoconferência apresenta limites não negligenciáveis, pois não admite, ainda, movimentos bruscos e rápidos diante da câmera, exigindo uma estratégia pedagógica e didática do professor para minimizar os efeitos dessa limitação. Requer o engajamento do estudante no processo e que o professor reorganize seu ensino de modo a manter o interesse dos grupos de estudante, além de necessitar um eficaz apoio técnico e pedagógico.

É importante destacar, conforme alerta Pregent & Demers (1996), quanto aos tipos de cursos convenientes à videoconferência, em princípio todos os cursos que ocorrem de maneira convencional, podem se dar por meio de videoconferência. A exceção é dada aos cursos clínicos, de laboratório ou outros que exigem atividades manipulativas. Entretanto convém ressaltar que existem outros meios complementares para suprir esta limitação, através de diversas mídias virtuais de apoio.

No caso de atividades de ensino de caráter prático, laboratorial, experimental, é evidente a necessidade de mesclar o curso com atividades de campo, estágios, visitas técnicas, além de recorrer a outras mídias de apoio para exercícios simulados, observações e/ou experiências, como por exemplo os sistemas especialistas, os tutoriais inteligentes, CD Rom, Realidade Virtual e outros.

3.7. A INTERNET COMO AMBIENTE DE VIDEOCONFERÊNCIA

Depois do rádio, do telefone e da televisão, a Internet, a maior rede de computadores que conecta computadores pessoais no mundo inteiro, explodiu como meio de informação e comunicação, sendo utilizada para múltiplos objetivos: lazer, negócios, pesquisas, publicidade, educação entre outras utilidades.

Uma definição mais objetiva desta tecnologia é dada por Barcia (et al, 1996), quando define a Internet como uma modalidade de troca de informações entre computadores heterogêneos situados em ambientes remotos, interconectados através de um modem que se liga por linha telefônica aos *backbones* existentes em cada país.

Sendo um meio privilegiado para comunicação hipermídia, apresenta um grande potencial para a educação presencial e à distância.

O desenvolvimento rápido das redes de computadores, a melhoria substancial do poder de processamento dos computadores pessoais e os avanços em tecnologia de armazenamento e compartilhamento de dados, fizeram do computador e da Internet uma poderosa ferramenta para a Educação à Distância, provendo novos e interativos meios para superar o tempo, a distância e a interatividade entre aluno/interface, aluno/conteúdo, aluno/professor e aluno/aluno.

Segundo Moura Filho(1997), a tecnologia de infra estrutura de redes, com a sensível melhoria da largura de banda dos sistemas de comunicação, o aumento do poder de processamento dos computadores e o desenvolvimento de algoritmos de compressão cada vez mais eficientes, conseguiu-se trazer a videoconferência para a internet e até para os computadores pessoais.

3.8. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Da máquina de ensinar à realidade virtual, do lápis ao teclado, do correio à internet, houve um avanço considerável na incorporação da tecnologia ao processo ensino - aprendizagem presencial e à distância.

Os desafios tecnológicos e pedagógicos da informática educativa, especialmente para a Educação à Distância são muitos e complexos. O caminho para o uso das novas tecnologias educacionais está em aberto, encontra-se em fase pioneira e acelerada expansão. As experiências são ainda isoladas e incipientes Sua consolidação depende de muitos fatores. Requer tempo, planejamento, trabalho de equipe,

profissionais preparados, equipamentos e outras condições para a realização de bons programas educacionais.

Mudança de mentalidade e competência são exigidos dos profissionais envolvidos, principalmente do professor, figura central neste processo, que deve estar preparado para utilizar a tecnologia como meio e ferramenta (e não fim em si mesmo) para fazer educação. Por esta razão, ensinar, mas também aprender, constitui sua maior tarefa.

Além do preparo profissional é fundamental também, que as interfaces de ambientes de aprendizagem informatizados sejam desenvolvidas de forma que seus usuários possam interagir de modo eficaz, seguro e amigável, adaptados, o mais possível, às suas necessidades. Neste aspecto, a ergonomia em informática contribui para o processo de concepção e avaliação de produtos educacionais.

O capítulo seguinte aborda algumas considerações da ergonomia em informática, destacando dois procedimentos para concepção e avaliação de interfaces interativas e critérios ergonômicos para verificação da conformidade ergonômica de interfaces computadorizadas. O referido capítulo visa abordar a questão tecnológica para, no fazer pedagógico da educação computadorizada, construir bases de conhecimentos para a participação efetiva do profissional de educação na produção e avaliação de produtos educacionais informatizados, que será abordado no quinto capítulo.

CAPÍTULO 4

A ERGONOMIA DE SOFTWARE NO DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE HOMEM- COMPUTADOR

4.1. INTRODUÇÃO

A rápida expansão das tecnologias de comunicação e informação, especialmente da telemática, tem levado um número crescente de pessoas a interagir com produtos e sistemas informatizados nas diversas áreas da atividade humana.

A utilização do computador como ferramenta de trabalho, meio de comunicação, entretenimento e educação entre outros usos, vem exigindo dos desenvolvedores desses produtos e sistemas informatizados uma preocupação com a qualidade da interface.

A quantidade de usuários leigos de conhecimentos em informática é crescente, diferentemente dos usuários com experiência, as dificuldades na interação com as máquinas apresentam-se evidentes. Estas dificuldades são geralmente provenientes da falta de experiência, das diferenças individuais e das funções cognitivas exigidas na tarefa de interação, forçando, assim, o desenvolvimento de interfaces cada vez mais amigáveis.

As interfaces são utilizadas como forma de registrar e transmitir informação desde os primórdios da civilização, com suas inscrições rupestres, passando pelo desenvolvimento da escrita, da invenção da imprensa, do telégrafo, do telefone, do cinema, da televisão e das redes de computadores.

Qualquer que seja o meio de comunicação, textual, visual, audiovisual ou eletrônico, há sempre uma interface que media a interação: o layout de um livro, o aparelho de telefone, o controle e a tela de televisão (TV), o teclado e o monitor do computador, para citar alguns. Cada tipo busca com seu *design* próprio, tornar-se de fácil uso e mais atraente possível para o usuário.

No caso de sistemas informatizados, a interface, segundo definição de Scapin apud Sperandio (1993), é considerada como concernente a todos os aspectos dos sistemas informáticos que influenciam na participação do usuário nas tarefas informatizadas, ressaltando que esta não refere-se somente aos aspectos gráficos da camada imediatamente visível pelo usuário na tela do computador, mas também (e inclusive) dos objetivos de interação e do próprio usuário.

Coutaz (1990), em uma outra definição, considera a interface como um dispositivo que serve de limite comum a duas entidades comunicantes, exprimindo-se por uma linguagem específica (sinal elétrico, movimento, língua natural). Além de assegurar a conexão física, o sistema deve permitir a tradução de uma linguagem (formalismo) para outra (o). No caso da Interface Homem-Computador (IHC), trata-se de fazer a conexão entre a imagem externa do sistema e o sistema sensório-motor e cognitivo do homem.

De forma mais completa, Galvis (1992) define que a interface é a zona de comunicação em que se realiza a interação entre o usuário e o programa. 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, tela do monitor, microfone) e ainda as zonas de comunicação habilitadas em cada dispositivo (as teclas no teclado, os menus no monitor, barras de tarefas, área de trabalho.)

Neste cenário, o objetivo deste capítulo é mostrar como a ergonomia pode contribuir de maneira mais eficaz na concepção e avaliação de interfaces em programas e sistemas informáticos.

Existem na literatura diversas abordagens, modelos e metodologias com enfoque na ergonomia para a concepção e avaliação de produtos e sistemas informatizados, principalmente no desenvolvimento de interfaces interativas.

Para o objetivo deste trabalho, selecionou-se dois enfoques de como realizar definições ergonômicas de interfaces, uma na perspectiva empírica, que descreve uma abordagem para concepção de interface, outra analítica, de validação ergonômica de um produto, além de apresentar os critérios e recomendações ergonômicas a serem observados numa interface.

Essas abordagens e modelos possuem um objetivo de caráter orientador para o desenvolvimento de interfaces de uso educacional, para onde converge a aplicação destes conhecimentos: as bases teórico-metodológicas da ergonomia para a concepção e avaliação de PEI, que, junto com as bases pedagógicas, será abordado no quinto capítulo. Posteriormente, estes conhecimentos serão utilizados para orientar na concepção e implementação da interface de um Ambiente Integrado de Educação Tecnológica a Distância.

4.2. A ERGONOMIA EM INFORMÁTICA NO PROJETO E AVALIAÇÃO DE INTERFACES INTERATIVAS

A ergonomia busca a melhoria das condições de trabalho e seu objetivo é a adaptação do trabalho ao homem. Segundo Wisner (1987), a ergonomia pode ser definida como a utilização de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para conceber ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, de segurança e eficácia pelo maior número de pessoas.

O conhecimento acumulado pela ergonomia na área de sistemas informatizados, pode e deve auxiliar no desenvolvimento de IHC - Scapin (1988), Sperandio (1988), Coutaz (1990), Barthe (1995), entre outros.

Essa área de estudos, preocupada com a questão da qualidade dos produtos informatizados, procura conhecer como o usuário:

- percebe a tarefa a ser executada;
- interage com a máquina e,
- processa o conhecimento que possui, transpondo seu modelo mental para o sistema computacional.

Wisner apud Sperandio (1988) definiu que a ergonomia de software é um caso particular de adaptação do trabalho ao homem: a adaptação do sistema informático à inteligência humana. Esta adaptação à inteligência começa com a adequação da ferramenta à representação do usuário.

A área de estudos da ergonomia de software interessa-se ao mesmo tempo à utilidade (adequação à tarefa), usabilidade (facilidade de uso) e à utilizabilidade (usabilidade + utilidade) dos produtos e sistemas informáticos, de modo a favorecer a adequação dos software, particularmente das interfaces, às tarefas e objetivos de

interação do usuário, o que corresponde, em termos práticos, à capacidade do software em "permitir" ao usuário, atender facilmente seus objetivos (como redigir um texto, imprimir, executar uma planilha, navegar num hipertexto.)

A utilidade determina se o produto ou sistema atende as necessidades funcionais e operacionais. Já a utilizabilidade, segundo Senach (1993), concerne à qualidade de IHC, ou seja, a facilidade de aprendizagem e de utilização.

Determinar a qualidade da interface não é tarefa fácil, posto que, como afirma Scapin (1993), sobre a possibilidade de mensuração quantitativa da utilizabilidade, a qualidade de uma interface é 'uma quantidade psicológica' difícil de medir.

Esta tarefa envolve diversos domínios do comportamento humano, correspondentes aos diversos processos mentais de tratamento da informação (percepção, raciocínios, representação mental) que são de domínio de estudo da ergonomia cognitiva.

Além disso, o significado de utilizabilidade varia bastante de indivíduo para indivíduo e depende de numerosas situações que caracterizam o uso do computador pelo usuário: tipo de programa, contexto do trabalho, objetivo da tarefa, motivação e outros.

Por ser um objeto complexo e havendo necessidade de se reduzir esta complexidade a uma definição de conceitos mais precisos para a especificação (concepção) e avaliação de interfaces, Scapin (1993) sugere alguns princípios a serem observados no processo de concepção de interfaces, destacando os que são primordiais observar: as características dos usuários e a tarefa de interação.

As grandes etapas chaves no processo de definição ergonômica das interfaces são apresentadas por Scapin (1988):

- identificação das necessidades do sistema;
- organização da coleta de informações (equipe de produção, distribuição de questionários aos usuários de todos os níveis, entrevistas, revisão da literatura, consulta aos projetistas e usuários de sistemas similares, estimação de custos e benefícios, preparação de uma agenda, com fornecedores);
- conceituações gerais do sistema;
- determinação dos objetivos e especificações de *performances* (exigências, regras) e as necessidades e características dos usuários;

- concepção dos aspectos semânticos (definições: dos objetivos e estabelecimento das exigências, dos organogramas de tarefas, organização das operações em unidades de tarefas, das estruturas de dados, dos aspectos de segurança e de confidencialidade, obtenção de consentimento);
- definição do sistema (exigências funcionais, determinação das funções de entradas e saídas);
- realização da concepção de base (alocação das funções, processos de trabalho, análise da tarefa);
- concepção das estruturas sintáticas (comparação das alternativas de apresentação, definição da sintaxe das funções, preparação dos formatos de resposta do sistema, desenvolvimento dos módulos de diagnóstico de erros, especificação dos tempos de resposta, definição dos procedimentos de ajuda, avaliação das especificações, testes experimentais);
- especificação dos meios de entrada/saída (teclado, mouse, modos de designação, periféricos), determinação do diálogo, concepção das entradas e saídas pelas quais as etapas de concepção são detalhadas;
- facilitação da concepção (concepção de ajudas e manuais, de treinamentos);
- realização de testes;
- criação e desenvolvimento do programa (modularidade, manutenção...);
- implementação do plano (participação dos usuários, redação do manual, definição da formação;
- definição de um bom ambiente de comunicação;
- preparação da evolução futura.

Para o desenvolvimento dessas etapas, é necessário a aplicação de uma metodologia para a concepção e avaliação de interfaces. Scapin (1988) destaca três abordagens nessa perspectiva: analítica, empírica e julgamentos de experts.

A abordagem analítica tem por objetivo analisar uma interface *a priori* para determinação de suas diversas dimensões (modelos, recomendações, critérios). Nesta fase, as conclusões são estabelecidas antes da utilização real da interface, podendo ser feita ao longo dos diversos ciclos de concepção.

A abordagem para concepção e avaliação ergonômica de IHC apresentada por Cybis (1997) neste capítulo, enquadra-se nessa classificação.

Na abordagem empírica, a análise é realizada a *posteriori* e tem por objetivo definir, segundo diversas dimensões comportamentais, a qualidade ergonômica da interface. Trata-se, em termos práticos, de realizar as observações ou as medidas oriundas da utilização de uma interface pelos usuários após ser de algum modo especificada (por maquete, protótipo ou implementação). Os testes com os usuários podem ser feitos durante todo o ciclo de concepção e/ou avaliação.

O modelo metodológico de intervenção ergonômica apresentado neste capítulo por Valentin et al (1993) situa-se nesta abordagem, cujo papel de avaliador cabe ao profissional de ergonomia.

Scapin (1988) ressalta que essas abordagens são numerosas e destaca que elas variam segundo:

- o seu contexto (laboratório ou situação real), os tipos de medidas aplicadas podem ser objetivas e subjetivas. As medidas objetivas são: duração da aprendizagem, de execução da tarefa, frequência de utilização, de erros, de ocorrência e de tipos de navegação (ajuda, documentação.). As medidas subjetivas são: opiniões sobre o conforto de utilização, sobre a estética, preferências sobre as funcionalidades, os modos de entrada.
- as técnicas de coleta de dados e as situações experimentais, como a análise do trabalho, estudo de caso, incidentes críticos, entre outros, e ainda os testes e experimentações como simulação, prototipagem e técnica do mágico de Oz;
- os tipos de dados obtidos, como os procedimentos aplicados, organização da atividade, erros, identificação do léxico, objetos manipulados, diferenças entre tarefa prescrita e tarefa real, objetivos futuros do sistema, memórias externas e notas manuscritas.

O caráter de realismo dessas técnicas permitem responder às questões de utilizabilidade, com se verá neste capítulo, na proposta metodológica de Valentin et al (1993), Cybis (1997) e nos critérios ergonômicos.

Outra abordagem descrita por Scapin (1988) é a de Julgamentos de especialistas, que é apresentada como outra forma de analisar a utilizabilidade de uma interface, que por razões de tempo e custos, é solicitada uma intervenção sem uma análise detalhada com os usuários e sem estudos empíricos. Estes julgamentos são baseados na formação e na experiência acumulada do especialista e nos recursos e

dados documentais disponíveis. Em geral, estes dados são disponíveis na literatura sob a forma de recomendações ergonômicas para avaliação de interfaces.

Uma experiência prática desse tipo de serviço é desenvolvida no Brasil pelo Laboratório de Utilizabilidade (LABIUTIL) no Estado de Santa Catarina, foi implementado originalmente em parceria com o Centro de Automação e Informática (CTAI) do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e a UFSC e atualmente encontra-se no Departamento de Informática e Estatística da UFSC.

Os critérios e recomendações para interfaces ergonômicas serão apresentados no item 4.5 deste capítulo.

Os princípios, etapas e abordagens para concepção e avaliação de interfaces ergonômicas descritas acima por Scapin (1988), por serem muito gerais, carecem de uma metodologia que oriente uma intervenção real num projeto de interface.

Entre os componentes de uma intervenção ergonômica, que ocorre tanto no nível da concepção (especificação das características ergonômicas em função de um modelo ou de uma prática e de predição de performances do programa e dos usuários, e em função das regras de projeto), quanto na avaliação (realização de diagnósticos comparativos em relação a uma dimensão ou a um modelo utilizando ferramentas de medida e de técnicas de avaliação de performances).

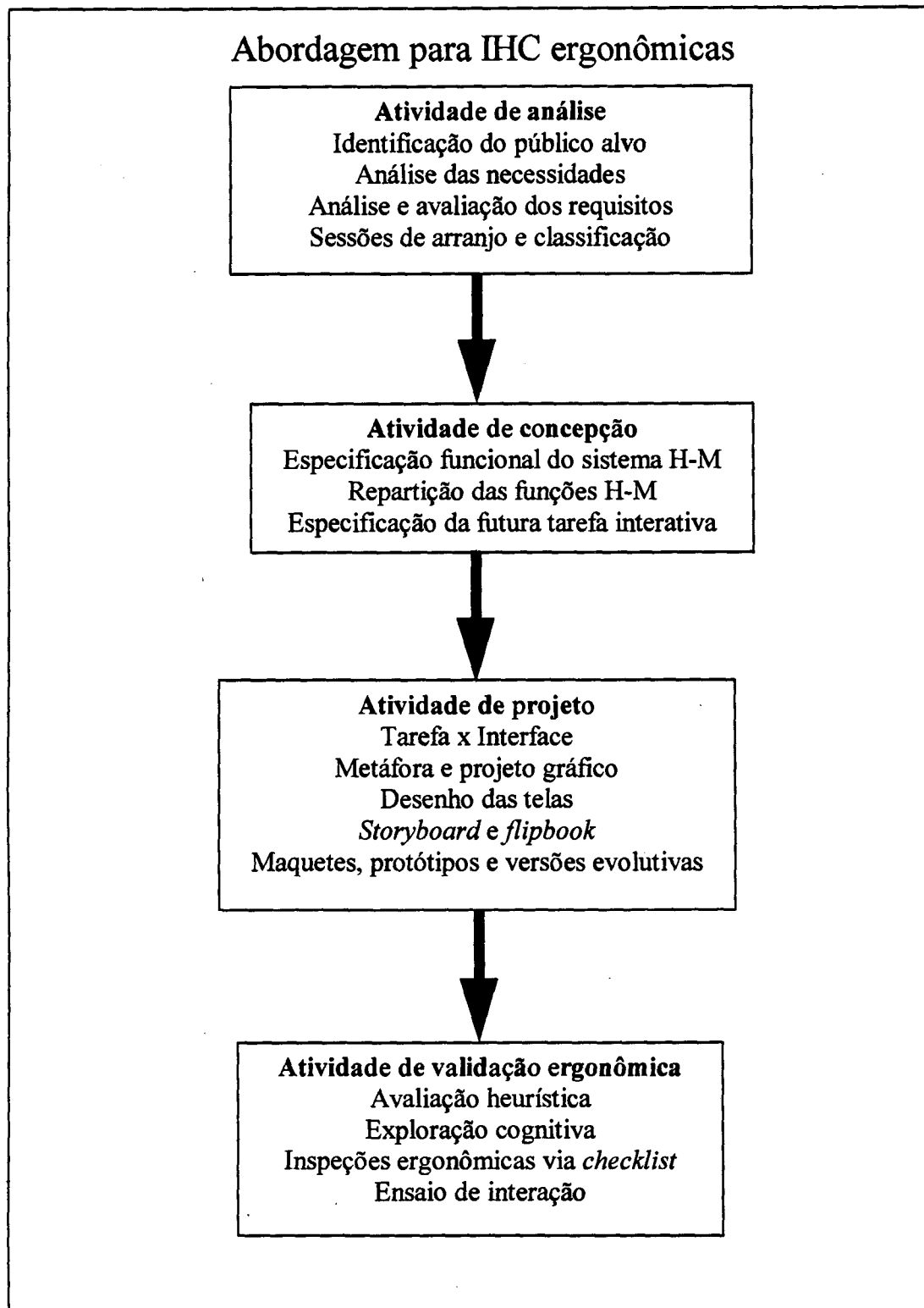
Nesse sentido, selecionou-se duas abordagens de aplicação ergonômica para o desenvolvimento de um projeto de interface: A Abordagem Ergonômica para a Concepção de IHC de Cybis (1997), desenvolvida no Brasil e a metodologia de avaliação de Valentin et al (1993), desenvolvida na França. Ambas metodologias não são excludentes, mas ao contrário se complementam e suas aplicações são generalizáveis às diversas situações existentes nessa área.

4.3. CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA PARA INTERFACE HOMEM-COMPUTADOR

A abordagem metodológica para desenvolvimento de IHC em bases ergonômicas, foi desenvolvida por Cybis (1997) no Laboratório de Utilizabilidade e aplicada no programa de PPGE/UFSC, na disciplina Ergonomia da Informática.

Esta abordagem privilegia a atividade do usuário na concepção de sistemas informáticos e prevê quatro etapas de desenvolvimento, conforme sintetiza a figura 4.1:

Figura 4.1 – Abordagem ergonômica para concepção e avaliação de IHC



4.3.1 Etapa de análise

A justificativa para o desenvolvimento de qualquer sistema ou produto, segundo Cybis (1997), origina-se de uma idéia para suprir uma necessidade real do usuário face a uma situação problema ou para lhe trazer um benefício inédito, até certo ponto inesperado.

Esta etapa envolve a identificação, o esclarecimento das necessidades dos usuários, a identificação e o esclarecimento de requisitos para o novo sistema, podendo o sistema estar centrado na necessidade do usuário ou nos requisitos do sistema.

As atividades de análise compõem-se de quatro fases principais:

4.3.1.1 Identificação e Reconhecimento do Público Alvo.

Descreve-se as características da população alvo do novo sistema. Realiza-se esta atividade a partir da análise da situação problema ou das funcionalidades propostas para o produto. Ainda nesta fase, seleciona-se algumas pessoas que serão usuários possíveis, para uma análise preliminar de sua situação de trabalho, incluindo uma descrição de seus objetivos, dos métodos e ferramentas utilizadas.

4.3.1.2 Análise de necessidades:

Aplica-se as técnicas de Análise Ergonômica do Trabalho (AET), para o esclarecimento das necessidades dos usuários alvo do novo sistema. Através da análise da tarefa e da atividade, obtem-se dos usuários envolvidos um detalhamento em termos de objetivos e sub-objetivos, e um esclarecimento sobre como eles se relacionam logicamente.

A AET é desencadeada mediante técnicas de observação, entrevistas, questionários. Os resultados dessa atividade permitem a descrição da tarefa interativa atual, o diagnóstico dos problemas detectados e o caderno de encargos com as recomendações para as soluções em termos de funcionalidades do sistema face aos problemas detectados.

4.3.1.3 Análise e validação dos requisitos:

Realizar uma AET de algo que não existe e que nunca foi implementado é um paradoxo e um desafio para a ergonomia de software. Neste caso, é necessário trabalhar-se com abstrações e generalizações para poder estudar as características da tarefa interativa proposta para o novo sistema.

Duas formas são sugeridas para esta análise: 1) partir de um sistema que contenha características semelhantes ou próximas, 2) trabalhando-se as idéias ou soluções propostas através de prototipagens e testes cuidadosamente. A participação do usuário é fundamental para a exploração, organização e validação das propostas trazidas para o futuro sistema e sua interface.

Cybis (1997) sugere algumas técnicas que podem ser utilizadas para este objetivo: elaboração e aplicação de questionários a uma amostra ampla de usuários - alvo; realização de entrevistas detalhadas com alguns usuários-alvo; observação direta ou indireta, formal ou informal de alguns usuários-alvo; reuniões de brainstorming; sessões de arranjo e classificação.

4.3.1.4 Sessões de arranjo e classificação:

Consiste em uma técnica para obter a visão dos usuários sobre a organização de funcionalidades previstas para o produto. A técnica é apresentada como um "jogo de cartas" em que cada carta colocada aleatoriamente na mesa descreve uma funcionalidade do futuro sistema. É solicitado dos usuários que organizem as cartas da maneira mais lógica possível. Também, solicita-se que os "jogadores" atribuam nomes aos grupos assim formados.

4.3.2 Etapa de concepção

A partir dos resultados obtidos na etapa de análise das necessidades dos usuários e validação dos requisitos funcionais do novo sistema, realiza-se a especificação funcional do sistema homem-máquina para, em seguida, decidir-se sobre a repartição de tarefas entre o homem e o computador. Esta etapa é realizada em três fases: especificação funcional do sistema, repartição de funções e especificação da futura tarefa interativa a saber:

I. Especificação funcional do sistema homem-máquina.

São feitas as descrições segundo as entradas e saídas do sistema e sub-sistemas através do emprego de formalismos de análise estruturada;

II. Repartição de funções homem-máquina.

Tomam-se as decisões sobre quem faz o que, e estas devem estar baseadas nas características cognitivas dos dois agentes do sistema: do homem e da máquina. No homem, considera-se sua capacidade superior, em relação à máquina, de realizar reconhecimento de padrões de comportamentos, julgamentos de valor, abstração e generalização no processo de tomadas de decisão.

Para a máquina, leva-se em conta sua velocidade e precisão de tratamentos, de estocagem e sincronização de informação no tempo. Cybis (1997) chama a atenção para o controle da atividade e o grau de automatização que possa ser conferido à execução da tarefa interativa. Nesse sentido, considerando a relação inversamente proporcional entre a alienação do processo e a capacidade do operador humano de decidir sobre ele.

III. Especificação da futura tarefa interativa.

É estabelecido como o usuário vai interagir com a estrutura funcional do sistema. Essa especificação pode ser feita utilizando o formalismo denominado *Méthode Analytique de Description (MAD)*, que permite a descrição do modelo de tarefa evidenciando sua organização em termos de objetivos e sub-objetivos, as relações lógicas (e/ou) e de sincronização (antes/depois) entre as subtarefas, a demanda de informação relativa a cada subtarefa e o vocabulário empregado (Cybis,1994).

4.3.3 Etapa de projeto

Esta etapa permite fazer economia de tempo em ações a refazer e garantir a qualidade final do sistema em termos de usabilidade. A etapa de projeto prevê cinco fases de desenvolvimento: transição da tarefa para a interface; metáfora e projeto gráfico; desenho de telas; *storyboards* e *flipbook*; maquetes, protótipos e versões evolutivas.

4.3.3.1 Transição da tarefa para a interface:

Parte-se de um conjunto de objetivos descritos de maneira hierárquica (MAD), obtido como resultado da fase de especificação da tarefa interativa. Nesta fase é possível notar a pertinência de certos tipos de diálogos como menu, hipertexto, preenchimento de campos, questões respostas, bem como os tipos de apresentação como mostradores, controles, caixas de diálogos, formulários e janelas. A partir destas escolhas pode-se iniciar a realização da interface.

4.3.3.2 Metáfora e projeto gráfico:

A metáfora é uma maneira de tornar a estrutura do sistema de informação reconhecível intuitivamente. As metáforas podem ser individuais e coexistir com outras já definidas para a apresentação do programa. Ao lado disso, deve-se buscar a definição de um conceito gráfico para o projeto que seja adequado ao conteúdo do programa aplicativo.

Nesta fase, em que são feitos os primeiros esboços da interface, aplicam-se técnicas não informatizadas chamadas *off-line* que consistem em desenhos das representações do futuro sistema em papel através de *storyboards* e *flipbook*.

4.3.3.3 Desenho de telas:

Servem para apresentar visualmente as idéias propostas para o formato e os componentes do novo sistema, permitindo que se faça economia de tempo em edição gráfica ou de prototipagem, facilitando testagens rápidas de usabilidade com outros projetistas e usuários.

4.3.3.4 Storyboards e flipbooks:

Representam as sequências de imagens evolutivas e mapas com a representação hierárquica das telas ou dos elementos do sistema. Os *storyboards* podem ser empregados na validação dos diálogos previstos para a interface pelos futuros usuários do sistema e os *flipbooks* para representarem o mapeamento entre as entradas potenciais dos usuários e as respostas do sistema. Na consistência do diálogo e do projeto de interface, a técnica dos *flipbooks* é adequada para dar uma visão geral do sistema.

4.3.3.5 Maquetes, protótipos e versões evolutivas:

São concepções com diferentes níveis de implementação computacional. A maquete é um esboço mais ou menos completo do produto final, trata-se de um conjunto de objetos gráficos organizados para dar uma imagem fiel da(s) tela(s), tal como será visível para o usuário do futuro software (Michard,1993).

Apesar de suas funcionalidades ainda não estarem implementadas, as maquetes são muito úteis nas fases iniciais da concepção. Já o protótipo, desenvolvido numa plataforma computacional, permite versões evolutivas, desde a versão preliminar do sistema à implementação final ou beta-teste, que é a versão final.

4.3.4 Atividade de validação ergonômica

A validação ergonômica tem como objetivo garantir, mediante os testes das diferentes versões do sistema, que a interface se comporte como o desejado e corresponda às expectativas dos usuários. Nesse sentido, esta fase serve para avaliar: as funcionalidades, os efeitos da interface sobre os usuários, a facilidade de aprendizagem, a facilidade de eficiência e uso e a atitude do usuário em relação ao sistema.

Para a realização da validação ergonômica utilizam-se diversas técnicas que podem ser aplicadas de forma combinada. As técnicas de validação mais utilizadas são as de avaliação analíticas (a priori), empíricas (a posteriori) e julgamentos de especialistas (Cybis, 1997 e Scapin, 1993). As técnicas apresentadas por Cybis, são: avaliação heurística, exploração cognitiva, inspeções ergonômicas via checklists e ensaios de interação.

4.3.4.1 Avaliação heurística:

Representa um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas das interfaces homem-computador, sendo realizada por especialistas em ergonomia. É examinado o programa aplicativo e diagnosticados os problemas ou barreiras que os usuários provavelmente encontrarão durante a interação. Devido ao alto grau de subjetividade deste tipo de avaliação, cujos resultados dependem da experiência e dos conhecimentos acumulados pelo ergonomista e das estratégias utilizadas pelo avaliador, sugere-se como forma de uniformizar as análises e garantir uma média de desempenho individual, a aplicação do conjunto de critérios ergonômicos como ferramenta de análise.

4.3.4.2 Exploração cognitiva;

Tem como objetivo avaliar as condições que o software oferece para que o usuário faça um rápido aprendizado das telas e regras de diálogo. Trata-se de um modo formalizado de imaginar os pensamentos e ações dos usuários leigos na utilização de interfaces pela primeira vez. Podendo também introduzir teorias psicológicas dentro da técnica informal e subjetiva de exploração cognitiva.

4.3.4.3 Inspeções ergonômicas via checklists:

O *checklist* é uma ferramenta para a avaliação da qualidade ergonômica de um software, que se caracteriza pela verificação da conformidade da interface de um sistema interativo com recomendações ergonômicas provenientes de pesquisas aplicadas. Esta ferramenta se constitui de uma grade de análise e/ou lista de questões a responder sobre a ergonomia de projeto. Como os *checklists* já imbutem o conhecimento ergonômico, dispensa o profissional de ergonomia, reduz o nível de subjetividade das avaliações e seus custos, além de facilitar a identificação de problemas de usabilidade. Dentre os vários modelos disponíveis em pesquisas e bibliografias especializadas, uma ferramenta acompanhada de notas explicativas e

glossário foi desenvolvida pelo LABIUTIL e está disponível na Internet (<http://www.inf.ufsc.br/ergolist>).

4.3.4.4 Ensaios de interação:

Representa a principal técnica de avaliação que conta com a participação direta de usuários e destinam-se a avaliar a utilizabilidade de determinadas funções em uma simulação da situação real de trabalho, no ambiente da tarefa ou em laboratório, com usuários reais, executando tarefas reais em um sistema real. Nesta fase são utilizadas diversas técnicas de registro e coleta de dados. As técnicas mais comuns são as gravações em vídeo e/ou áudio, lápis e papel, verbalização simultânea e/ou consecutiva.

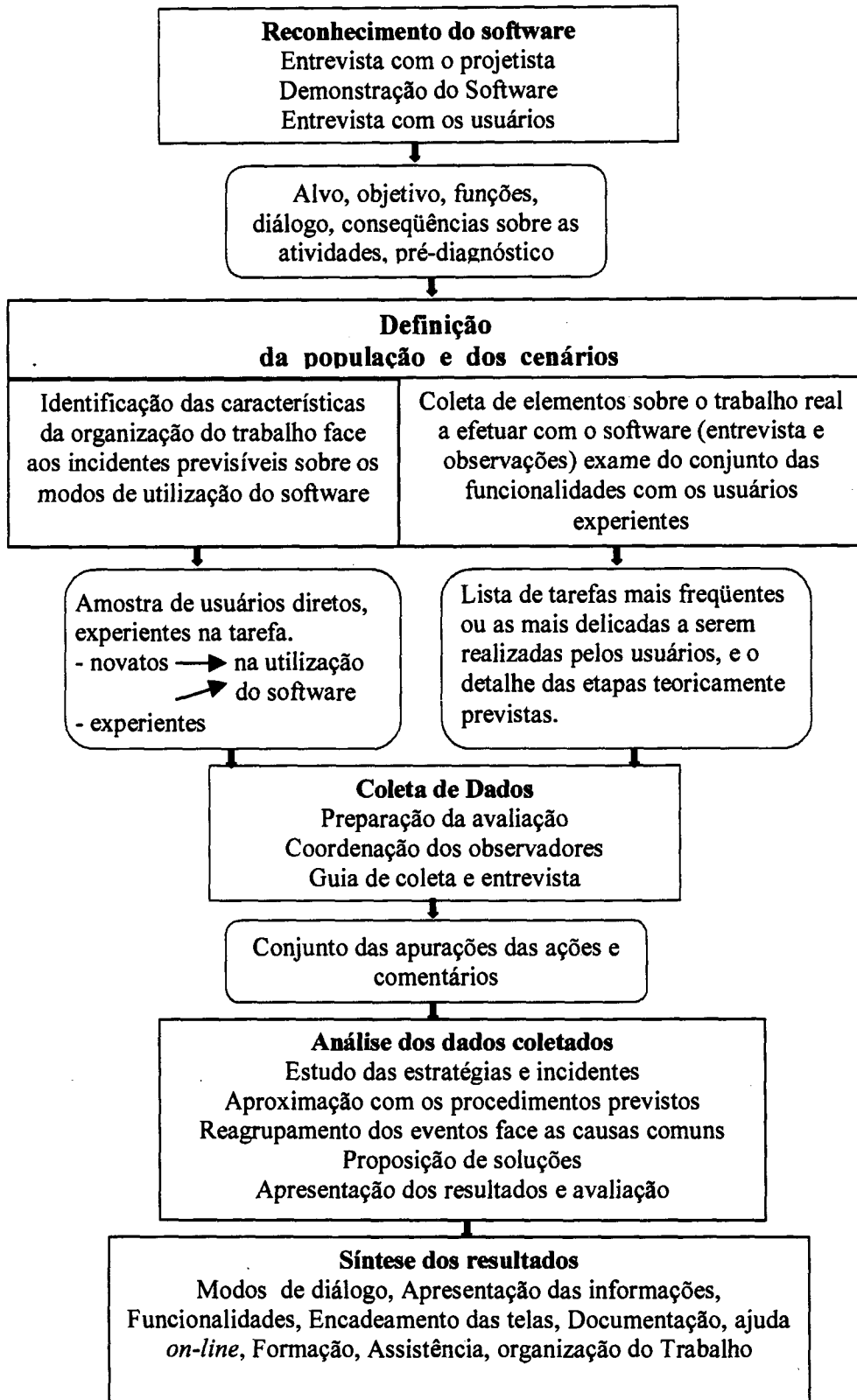
A metodologia de validação ergonômica de Valentin et al (1993) descrita na sessão seguinte, utiliza predominantemente a técnica de ensaios de interação definida no item anterior.

4.4. MODELO DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE VALENTIN, VALLERY E LUCONGSANG

Os fundamentos teóricos dessa abordagem têm seus princípios centrados na análise da atividade, ou seja, possui forte base em ergonomia cognitiva, nos componentes da atividade mental do usuário, principalmente no tratamento da informação: percepção, representação mental, raciocínios (Sperandio, 1984).

O modelo de intervenção ergonômica desenvolvido por Valentin et al (1993), a seguir apresentado, aplica os princípios de análise do trabalho real às regras de concepção e se divide em cinco etapas principais conforme a figura 4.2.

Figura 4.2 - Esquema geral do modelo de avaliação



Fonte: Valentin et all ,1993, P.26.

4.4.1 Reconhecimento do *Software*

A etapa de reconhecimento do programa (software, sistema) têm por objetivo fazer um pré-diagnóstico sobre os objetivos do produto, o conhecimento de suas principais funções que ajudarão na preparação dos cenários da tarefa interativa, uma primeira avaliação do programa centrada no diálogo e uma lista de pontos a verificar com os usuários, sendo composta de quatro fases: entrevista com o projetista, demonstração do programa, teste e entrevista com os usuários.

4.4.1.1 A entrevista com o projetista

Permite obter os conhecimentos gerais sobre as orientações do produto tais como: as tarefas básicas do programa (funcionalidades previstas, condições de utilização); a população alvo (perfil, conhecimentos gerais, nível de intervenção, tipo de usuário em informática, experiência da tarefa); as especificidades do programa em relação aos produtos concorrentes, as principais inovações; o modo de concepção e, em particular, as modalidades de aplicação na real necessidade dos usuários, os elementos que servem ou serviram de base à análise funcional; os efeitos previstos sobre a organização e as condições de trabalho; a formação dos usuários e a forma de assistência que lhes será fornecida; o ambiente técnico necessário (material, comunicação com outros produtos)

4.4.1.2 Demonstração do programa

Realizada pelo projetista, permite ao analista tomar conhecimento do tipo de diálogo, dos menus, da organização geral das informações, as principais funcionalidades. Estas são importantes para a testagem seguinte do produto.

4.4.1.3 Fase dos testes

É feita uma avaliação *a priori* das características ergonômicas da interface. Os elementos utilizados são oriundos dos conhecimentos em ergonomia cognitiva e em ergonomia de IHC. A fase de testes permite verificar alguns dos aspectos referentes às recomendações ergonômicas e as ações que apresentam dificuldades para o usuário. Os autores apresentam algumas dessas recomendações a serem verificadas:

- acatar os objetivos e os conhecimentos dos usuários;
- limitar a carga de memorização: minimizar as operações, guiar o usuário...;

- considerar a homogeneidade das apresentações (redação, mensagens e outras) e das ações (teclas de funções, menus, codificações, botões e outros). Uma mesma ação deve gerar sempre o mesmo resultado, uma informação deve sempre ser apresentada da mesma maneira;
- informar e guiar: dar ao usuário um meio de saber o que ele fez e o que pode fazer;
- respeitar o vocabulário do usuário;
- proteger os comandos e funções perigosas;
- fornecer os tempos de respostas curtas e estáveis;
- possibilitar a interrupção e a revisão das tarefas;
- construir um diálogo adaptável ao perfil (experiência e função) dos usuários (menus personalizados e outros atributos)

4.4.1.4 Entrevista

Os usuários permite verificar as conseqüências do projeto sobre a evolução do conteúdo do trabalho, a organização do trabalho e a formação para aplicar nas avaliações. As pessoas consultadas podem ser os usuários participantes da equipe de concepção ou usuários experimentados nas tarefas alvo do projeto.

4.4.2 Definição da população e dos cenários

A segunda etapa da metodologia trata da definição da população e dos cenários, tendo por objetivo permitir um maior realismo da simulação, de forma a contemplar a representatividade da população e das tarefas.

A definição da população e dos cenários estão interrelacionadas, mas os autores aconselham iniciar pela definição da população, porque os elementos obtidos permitirão, ainda que insuficientemente, construir cenários mais precisos e ajustados eventualmente às características da população.

4.4.2.1 População:

São escolhidos os usuários que participarão da avaliação de acordo com as informações obtidas na etapa anterior: alvo do produto, objetivos, funções tratadas, conseqüências sobre as atividades existentes.

I. Os usuários diretos:

Devem ser pessoas que são ou serão efetivamente usuários do produto. São suas atividades que interessam à avaliação: os procedimentos que utilizam, as dificuldades que encontram. É a partir destes elementos que se propõem as melhorias do programa em vista de uma melhor adaptação às situações de utilização.

II. Os usuários experientes na tarefa.

Os autores afirmam que recorrer a usuários novatos não permitiria distinguir as dificuldades ligadas ao conteúdo do trabalho, ele mesmo, dos que são induzidos pelo software.

III. Usuários experimentados e novatos na utilização do software.

Todos os usuários escolhidos devem ser experimentados na tarefa, mas é importante variar o grau de experiência, pois os usuários iniciantes dão indicações sobre a facilidade de aprendizagem e a simplicidade de utilização.

IV. Número de usuários.

O tipo de resultado depende do tamanho da amostra, que deve ser suficiente para cobrir os diferentes perfis de usuários e para diferenciar os registros generalizáveis dos que parecem ser específicos de uma pessoa. A avaliação quantitativa, baseada em dados estatísticos é menos importante que uma avaliação qualitativa que permite descobrir de maneira mais detalhada as diferentes modalidades de trabalho, daí o tamanho da amostra ser limitada.

V. Os limites explicitados.

Qualquer que seja a amostra escolhida, convém formalizar o modo de seleção e a descrição. Isto permite recolocar, em seu contexto, os resultados obtidos e melhor dominar o grau de generalização.

4.4.2.2 Cenários.

Um cenário de tarefa é uma série de instruções correspondentes aos objetivos de trabalho a ser realizado com o programa.

Nesta fase busca-se definir as tarefas percebidas como mais importantes no quadro de utilização do programa, em função de sua frequência e/ou seus incidentes sobre a atividade de trabalho. Para isto baseia-se tanto quanto possível sobre o trabalho dos usuários diretos. Estas tarefas são determinadas a partir de quatro fontes principais:

I. Hipóteses oriundas do pré-diagnóstico

São formuladas a partir das dificuldades e vantagens ligadas à utilização do programa. Essas hipóteses serão estudadas por ocasião das entrevistas com os usuários experimentados e/ou durante a realização dos cenários.

II. Objetivos fornecidos pelo projetista

Os cenários devem ficar estruturados pelas tarefas à efetuar e não pelas regras de funcionamento do software.

III. Elementos sobre o trabalho real a efetuar com o programa

Quando se efetua as observações, apura-se diretamente as diferentes tarefas realizadas, seu encadeamento, os documentos utilizados, as funcionalidades dos programas correspondentes, as dificuldades, solicitando aos usuários as explicações.

Do mesmo modo, nas entrevistas, solicita-se que se descreva as diferentes etapas de um trabalho (o que faz), de precisar os objetivos visados (porque faz), e as funcionalidades utilizadas para realizá-los (como faz). Trata-se de precisar a ordem das ações, dos objetivos, os procedimentos utilizados (seqüência das ações), as condições que devem ser preenchidas, os casos de exceção.

IV. Avaliações das diferentes funcionalidades do programa

Durante as entrevistas e observações, é feita uma lista das funcionalidades que foram repertoriadas pelo projetista na primeira etapa. Para cada uma delas é solicitado uma apreciação sobre uma escala de 5 pontos, segundo 3 critérios: frequência de utilização, incidente sobre o resto da atividade, ganho estimado em relação ao mesmo trabalho efetuado sem o programa.

Isto permite passar em revista o conjunto das funções do programa e de não esquecer as funções pouco freqüentes, bem como as funções difíceis e as que apresentam riscos ao nível da gestão de dados. A partir dessa avaliação, introduz-se no cenário as tarefas complementares.

Outras considerações que os autores destacam, é que a construção dos cenários consiste em comparar os diferentes dados coletados para formalizar o procedimento de trabalho projetado e formular a ou as orientações a dar ao usuário.

Trata-se de descrever uma decomposição estruturada em objetivos e sub-objetivos intermediários, colocando em evidência os objetivos que procuram atender os operadores na planificação de sua ação, sua própria lógica na execução da tarefa, os

procedimentos que são utilizados para atender esses objetivos e as condições necessárias à aplicação desses procedimentos.

Nos limites explicitados, as condições de avaliação determinam os tipos de observação possíveis e, por conseguinte, as evoluções que poderão ser propostas. Na definição dos cenários, é importante ter consciência dos elementos considerados e dos que não são. Isto implica em ter realizado previamente uma observação aberta da situação existente, para rever os parâmetros que tem uma relação importante com o usuário do programa (partilha das impressões, trabalho freqüentemente interrompidos, entrega de documentos ao clientes).

4.4.3 Coleta de dados

Na etapa da coleta dos dados a realização das observações necessitam de uma certa tecnicidade. Estas observações devem ser suficientemente ricas para interpretar a significação das ações para a análise. Algumas das regras que devem ser respeitadas pelo(s) observador(es), que foram apontadas pelos autores, são:

- não fornecer informação sobre o produto testado nem fazer comentários pessoais;
- dar relevância às diferentes ações do usuário em observação, solicitando as explicações (saber porque ele efetua essas ações, o que ele pretende obter) e anotar os comentários correspondentes;
- anotar a que corresponde as ações em relação ao programa (título da tela, mensagem, tecla de função utilizada);
- se o usuário não escolhe um caminho previsto, deixar seguir seu procedimento e registrar a dinâmica própria a essas ações;
- se o usuário não acha imediatamente a solução, deixá-lo procurar e registrar as dificuldades que ele encontra;
- se o usuário ficar bloqueado, não intervir pessoalmente, mas chamar uma pessoa da equipe de concepção (que deve estar presente na avaliação) e registrar as explicações fornecidas e as ações que permite solucioná-las;
- evitar interpretar imediatamente a causa das dificuldades do usuário, deve-se simplesmente registrar o desenvolvimento da ação efetuada.

Nesta etapa, deve-se precisar o nível de detalhes que será respeitado no levantamento de dados (título das telas, grupos de informações, redação das mensagens), porque estas modalidades podem ser diferentes segundo os objetivos de avaliação e segundo o tipo de programa (menu desenvolvido ou plena página, utilização

ou não de teclas de função, funções destacadas em muitas telas, janelas, disponibilidade ou não de ajuda na tela ou na documentação). Deve-se também preparar uma lista de questões a colocar no caso de não serem abordadas diretamente pelo usuário. Estas devem ser preparadas durante a etapa de conhecimento do programa.

No desenvolvimento da coleta de dados, a avaliação deve ser precedida de uma apresentação aos usuários, recordando a estrutura do programa e seus objetivos, o desenvolvimento previsto para a avaliação e os resultados pretendidos.

Segue-se nesta fase as estratégias de análise da tarefa e da atividade, sendo que ao fim da avaliação, o observador submete o usuário a um questionário para complemento das observações e coleta de apreciações subjetivas sobre o software, contribuindo para o controle e a validação dos resultados obtidos.

4.4.4 Análise dos dados coletados

Em situação de simulação, os usuários possuem a tendência de se reportar à situações de trabalho que eles conhecem (situação existente). Os registros formulados devem ser resituados para o contexto da futura situação de trabalho.

As diferentes etapas de avaliação fornecem:

- o pré-diagnóstico;
- o questionário submetido ao projetista;
- as características técnicas do produto;
- a lista das funcionalidades
- o perfil dos usuários;
- os cenários de tarefas;
- os resultados das observações (ações e comentários);
- os questionários submetidos aos usuários.

Os resultados dos dados são tratados e comparados e, a partir da análise dos mesmos, são propostos o melhor compromisso possível entre as diferentes recomendações ergonômicas utilizáveis no domínio da IHC, as exigências da situação de trabalho e as exigências técnicas ligadas às ferramentas de desenvolvimento ou a estrutura do projeto.

As recomendações portam sobre o todo ou em partem dos seguintes pontos:

- os modos de diálogo (teclas de funções, vocabulário, mensagens);
- a apresentação das informações (densidade, estrutura);
- as funcionalidades (reagrupamentos de informações, encadeamento das telas) seu lugar com a organização de trabalho;
- a documentação e ajuda *on line*;
- a formação dos usuários e a assistência que lhes deve ser dada;
- os locais com a organização do trabalho.

Na medida do possível, torna-se necessário organizar uma confrontação entre os diferentes participantes da avaliação. Isto lhes permite o fornecimento do conjunto de resultados, assegurando, assim, uma boa compreensão dos problemas assinalados, como também, a verificação dos elementos mais generalizáveis e dos casos particulares.

4.4.5 Síntese dos resultados

Por último, é apresentado a síntese dos resultados ou relatório que reagrupa os elementos seguintes:

4.4.5.1 Identificação da demanda

- solicitante
- tipo de demanda
- objetivo da avaliação
- exigências da avaliação (duração, carga etc.)

4.4.5.2 Descrição do produto

- ambiente técnico
- contexto de utilização
- descrição funcional

4.4.5.3 Condições de avaliação

- condições materiais e técnicas
- população
- contexto de realização das avaliações

4.4.5.4 Definição dos cenários da tarefa

- descrição de cada cenário e motivo da escolha

4.4.5.5 Resultado das observações

- descrição sumária do desenvolvimento
- síntese dos principais incidentes, de suas causas e de suas frequências
- descrição das estratégias dos usuários

4.4.5.6 Resultado dos diferentes questionários

- tabela recapitulativa dos diferentes questionários

4.4.5.7 Recomendações e proposições

- modos de diálogo
- apresentação das informações
- funcionalidades
- encadeamento das telas
- documentação e ajuda *on line*
- formação e assistência
- locais com a organização do trabalho

4.4.5.8 Conclusão

- realização da síntese dos resultados.

Como reconhece Moço (1996), verifica-se no modelo de Valentin et. all.(1993) as três fases da metodologia de AET: A análise da demanda, na etapa de reconhecimento do software e pré-diagnóstico; a análise da tarefa, na definição da população e dos cenários e, a análise da atividade nas etapas de coleta dos dados, análise dos dados e síntese dos resultados.

A análise da atividade é reconhecida por Moço (1996) como os ensaios de interação realizados mediante os ajustes dos cenários, preparação e realização dos ensaios, coleta e análise dos dados e diagnóstico e relatório final.

4.5. CRITÉRIOS ERGONÔMICOS PARA A CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

O interesse na utilização de regras de ergonomia no projeto e avaliação de IHC, originou-se da necessidade de se evitar erros grosseiros de concepção e facilitar as tomadas de decisões dos projetistas e avaliadores, de forma a ganhar tempo e assegurar uma maior coerência e homogeneidade possível. Estas regras, em geral traduzidas em *checklists*, são desenvolvidas por *experts* que realizam seus julgamentos no projeto e avaliação de IHC.

Existem diversas ferramentas de ergonomia que fornecem regras, normas e critérios gerais para melhorar a concepção e avaliação de IHC. Dentre elas citam-se os guias de concepção, as normas nacionais e internacionais de concepção, como a ISO 9241, os guias de estilo, os algoritmos de concepção (Cybis, 1994 and Barthe, 1995).

As recomendações e critérios ergonômicos são uma ferramenta desenvolvida por D. Scapin e Bastien (Bastien & Scapin, 1992, 1993 e 1995), e são aplicadas por Barthe (1995), Cybis (1994 and 1997), Matias (1995), Camillo (1995), Righi (1993) entre outros. Estes estudos tem origem no Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), da França, constituindo-se em um conjunto de princípios ergonômicos a serem respeitados.

São eles: a compatibilidade, a homogeneidade, a concisão, a flexibilidade, o *feedback*, a carga informacional, o controle explícito e a gestão de erros. Esses critérios são subdivididos em 18 subcritérios de modo a minimizar a ambiguidade na identificação e classificação das qualidades e problemas ergonômicos do software interativo. Estes critérios tem as seguintes características:

4.5.1 Compatibilidade

As transferências de informações são mais rápidas e mais eficazes se ocorrerem com o mínimo de recodificação por parte do usuário. Ou seja, as telas e os nomes dos comandos devem respeitar as características psicológicas e os costumes dos usuários.

4.5.2 Homogeneidade

São seqüências de comandos realizadas em momentos diferentes que devem conduzir aos mesmos resultados. A sintaxe, o formato e a localização dos elementos devem permanecer constantes entre as telas e as sessões. É conveniente padronizar tanto quanto possível todos os objetos quanto ao seu formato e sua denominação e padronizar a sintaxe dos procedimentos.

4.5.3 Concisão

A capacidade da memória de curto termo do operador humano é limitada. Convém reduzir a carga cognitiva dos usuários. Quanto menos entradas, menor a probabilidade de cometer erros, e quanto mais sucintos forem os itens, menor será o tempo de leitura.

4.5.4 Flexibilidade

É ligada à existência de variações das ações e diferenças individuais da população de usuários. Quanto mais formas de efetuar uma tarefa existirem no software, maiores serão as chances para o usuário escolher e dominar uma delas no curso de sua aprendizagem.

4.5.5 Feedback imediato:

Diz respeito às respostas do sistema às ações dos usuários. A qualidade e rapidez do feedback são dois fatores importantes para o estabelecimento de satisfação e confiança do usuário, assim como para o entendimento do diálogo, possibilitando um melhor entendimento do funcionamento do sistema.

4.5.6 Carga informacional

É a probabilidade de erro humano aumenta com a fadiga mental. Convém minimizar ao máximo os tempos de tratamento da informação e o número de operações efetuadas pelo usuário. Alguns dispositivos que permitem reduzir os tempos de entrada são as teclas de função, os menus.

4.5.7 Controle explícito

O usuário deve ter a impressão que dirige o diálogo mesmo que não seja realidade. "Com um software obediente, o usuário tem o controle explícito sobre os processamentos do sistema" (Cybis,1997).

4.5.8 Gestão de erros

Fornece aos usuários meios para corrigir seus próprios erros. Um sistema bem concebido reduz as ocasiões propícias ao erro, aumenta a capacidade do usuário de detectar esses erros e fornece os meios para corrigi-los, ou seja, protege contra os erros, informa sobre eles e como corrigi-los.

De acordo com Gamez (1998) e Cybis (1994 e 1997), a discriminação destes dezoito critérios ficam distribuídos da seguinte forma:: um conjunto de 8 critérios - condução, carga de trabalho, controle explícito, adaptabilidade, gestão de erros, consistência, significado dos códigos e compatibilidade seus respectivos sub-critérios:

- A condução se define na gentileza (presteza) do sistema, na legibilidade das informações e telas, no feedback imediato das ações do usuário e no agrupamento e distinção entre itens nas telas. Esse último sub-critério refere-se tanto aos formatos (agrupamento e distinção por formato) como a localização (agrupamento e distinção por localização) dos itens.
- A carga de trabalho se define na brevidade das apresentações (concisão) e das entradas (ações mínimas) e na densidade informacional das telas como um todo.
- Controle explícito se define no caráter explícito das ações do usuário (ações explícitas) e no controle que ele tem sobre os processamentos (controle do usuário).
- A adaptabilidade refere-se tanto as possibilidades de personalização do sistema que são oferecidas ao usuário (flexibilidade) como ao fato da estrutura do sistema estar adaptada a usuários de diferentes níveis de experiência (consideração da experiência do usuário).
- A gestão de erros refere-se tanto aos dispositivos de prevenção que possam ser definidos nas interfaces (proteção contra erros) como a qualidade das mensagens de erro fornecidas e as condições oferecidas para que o usuário recupere a normalidade do sistema ou da tarefa (correção dos erros).
- A consistência refere-se a homogeneidade e coerência das decisões de projeto quanto as apresentações e diálogos.
- Significado dos códigos e denominações refere-se a relação conteúdo-expressão das unidades de significado das interfaces.
- A compatibilidade se define no acordo que possa existir entre as características do sistema e as características, expectativas e anseios dos usuários e suas tarefas.

4.6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esse conjunto de critérios tem sido, durante os últimos anos, alvo de uma série de experimentos que visam validá-los em suas pretensões adicionais de organizar os conhecimentos do domínio da ergonomia, contribuir para a normalização e de aperfeiçoar o diagnóstico ergonômico (Bastien & Scapin, 1992; Bastien & Scapin, 1993). Assim, os autores consideram que os critérios são válidos, confiáveis e úteis para aumentar a performance dos avaliadores (Bastien & Scapin, 1995).

Consideram também que sua eficácia pode ser melhorada através da definição de um método (ÉValuation des INterfaces à partir de Critères Ergonomiques - "ÉVINCE") que lhe seja associado. Esse método deve definir maneiras de explorar sistematicamente todos os estados e elementos da interface, definindo prioridades entre critérios e fornecendo uma grade de inspeção detalhada para cada critério.

Os critérios, resumidamente apresentados anteriormente, por serem muito gerais apresentam limitações quanto ao contexto e ao tipo de programa onde são aplicados, entretanto, oferecem ao projetista e avaliador um caminho mais seguro em relação ao usuário que vai interagir com o sistema. A preocupação com o usuário tem sido a principal vantagem desses critérios e a razão é a utilização dos preceitos ergonômicos no projeto e avaliação de software.

O próximo capítulo trata das bases pedagógicas e ergonômicas para o desenvolvimento e avaliação de software educacionais, numa tentativa de integração destes dois campos de conhecimento, que julga-se serem fundamentais para a produção, seleção e avaliação de PEI.

CAPÍTULO 5

BASES PEDAGÓGICAS E ERGONÔMICAS PARA CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS

5.1. INTRODUÇÃO

Com a massificação da informática em empresas, lares e escolas, proliferaram os software educacionais voltados para a educação. Estes produtos, dos mais diversos tipos e aplicações, têm sido objeto de inúmeras pesquisas na atualidade, objetivando a melhoria e eficácia dos programas já existentes, bem como a produção de novos programas. Esta evolução vem acompanhada do desenvolvimento das novas tecnologias de informação e comunicação, evoluindo conjuntamente com as pesquisas em psicologia da aprendizagem, conforme abordado no capítulo 2.

A primeira questão que se coloca é sobre a definição do que seja software educacional.

Segundo Oliveira et all (1987), o que caracteriza um software educacional depende do cunho científico em seu aspecto pedagógico (biopsicosocial), político e/ou ideológico contido no projeto e na forma de utilização. Entretanto, Melgarejo apud Ramos (1995), afirma que um software não tem condições de impor um modelo pedagógico, mas favorece certas práticas em detrimento de outras, estimulando determinadas maneiras de pensar e agir.

Pode-se então afirmar, a partir destas posições, que software educacionais são programas de computador que possuem uma proposta de ensino, com um objetivo educacional pré definido e que se proponha a auxiliar na aprendizagem de conteúdos e habilidades, mediante a utilização de uma interface computadorizada .

Conhecer ou determinar a qualidade e a eficácia de um software educacional, não constitui-se em tarefa facilmente mensurável por dados quantitativos, devido aos diversos domínios do comportamento humano, envolvidos na interação. Como então estabelecer e/ou avaliar qualidade em software educacional ?

A qualidade ergonômica e pedagógica de um software educacional vai além das metodologias de concepção e avaliação de IHC descritas no capítulo 4, pois implica em estabelecer e avaliar, *a priori* e *a posteriori*, a conformidade de critérios de utilizabilidade, mas, principalmente, os critérios de natureza didática e psicopedagógica contidos nestes sistemas.

Avaliar a qualidade de um software educacional é uma tarefa complexa que envolve inúmeros e diversificados atributos. Deve ser efetuada tanto na fase de concepção (projeto e produção), quanto na fase de utilização (uso educacional), requerendo a competência de um trabalho em equipe.

Os procedimentos de avaliação da qualidade de PEI podem ser efetuados de diversas formas, como por exemplo através de listas de verificação, ensaios de interação, avaliações heurísticas ou outros que serão abordados neste capítulo.

Ao projeto da interface, soma-se, portanto, o projeto educacional e, nesse sentido, os objetivos da ergonomia de software se ampliam para desenvolvedores e educadores. Torna-se portanto, função destes, prover meios para concepção e avaliação de interfaces de aplicações educacionais, de modo que sejam adequadas ao usuário final – o aluno, -agregando valor a seu aprendizado e facilitando assim o processo ensino-aprendizagem.

Este capítulo apresenta dois modelos de concepção de software educacional. Destaca-se também da literatura selecionada, algumas ferramentas e abordagens para a avaliação da qualidade desses produtos, e propõe a construção de um modelo que integre os aspectos ergonômicos e pedagógicos.

5.2. ABORDAGENS PEDAGÓGICAS PARA CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAIS

Projetar e avaliar a qualidade de um software ou sistema educacional passa, necessariamente, pela sua qualidade ergonômica, mas fundamentalmente, pela sua qualidade didática e pedagógica. Nesse sentido, os objetivos de ergonomistas e educadores se assemelham na medida em que os primeiros buscam adaptar o trabalho

ao ser humano e os últimos buscam adaptar os meios didáticos para obter satisfação e produtividade dos alunos na aprendizagem de um conteúdo ou habilidade.

Diante de inúmeros materiais educativos informatizados (exercício e prática, tutoriais, sistemas inteligentes de aprendizagem, ambientes ao modo híper - hipertexto, hipermídias - redes de computadores, à realidade virtual), descritos no segundo capítulo, educadores, professores, e outros profissionais se perguntam:

Esses programas realmente agregam valor ao aprendizado do aluno e se agregam, com base em que preceitos pedagógicos, ideologia e teoria psicológica estão sendo desenvolvidos? Como estão sendo utilizados e são mesmo realmente utilizáveis como ferramenta didático-pedagógica? Qual a qualidade desses produtos educacionais? Como desenvolver PEI que atendam e considerem realmente as necessidades e características biopsicosociais dos estudantes?

Sendo difícil encontrar um amplo e sistematizado quadro teórico para orientar em projeto e avaliação de software educacional, uma solução proposta para essa problemática é buscar na interdisciplinaridade da ergonomia, em especial na ergonomia de software, e no universo da pesquisa pedagógica, estratégias de concepção e avaliação de programas educacionais informatizados.

Como a bibliografia no assunto é pouco orientada para a integração dos aspectos de ergonomia (utilizabilidade) com a educação computadorizada, buscou-se as referências em engenharia de software para uso educacional. Destacam-se, entre estas referências, o modelo de concepção de software educacional de Mucchielli (1987) e o processo de avaliação de software multimídia interativo de Cronje (1998).

Dos modelos e abordagens para avaliação de software educacional destacam-se Oliveira et al (1987), Campos (1994), Niquini (1996), Reeves apud Campos (1996), Squires e Preece (1996), Gamez (1998).

5.2.1 O MODELO DE CONCEPÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL DE MUCCHIELLI

As análises levantadas por Mucchielli (1987) para propor o modelo de concepção de software educacionais são valiosas na medida em que devolve para o educador a responsabilidade com a qualidade e utilização dessa nova tecnologia educacional e, para projetistas e programadores, dão uma visão geral das implicações pedagógicas de um software educacional.

Em princípio, as análises de Mucchielli (1987) versam sobre dois eixos:

- I. o poder das forças culturais, relacionadas à inserção do computador na sociedade como um objeto cultural novo e as forças políticas e econômicas impulsionadas pela informática e pela tecnologia da informação para a compreensão do que pode ser o desenvolvimento do ensino auxiliado por computador (competitividade de mercado, redução de custos em formação e vontade de modernização).
- II. as potencialidades pedagógicas do computador. Sobre estas potencialidades, ele afirma que os usos pedagógicos do computador dependem das diferentes variáveis que compõem a situação pedagógica na qual é utilizado. Essas variáveis são sobretudo :
 - o contexto global de utilização do computador (no lar, no posto de trabalho, na escola.);
 - as finalidades de uso (sensibilização, aquisição de conhecimentos, exercitação, treinamento.);
 - o sistema informático utilizado (se é de uso individual e autônomo, utilizando um servidor de rede.);
 - o papel e as competências pedagógicas e informáticas do responsável pela formação;
 - as práticas e os hábitos de uso do computador dos indivíduos e/ou grupos de formação;
 - o programa pedagógico utilizado, suas qualidades, suas “performances”, sua adaptação às finalidades da aprendizagem.
 - sobre esta última variável, o autor destaca os diferentes objetivos pedagógicos do ensino por computador que podem ser combinados ou não:
 - a aquisição de conhecimentos;
 - a aquisição de práticas e “saber fazer”;
 - a revisão de conhecimentos;
 - a sensibilização aos problemas;
 - o desenvolvimento do raciocínio.

Os métodos pedagógicos, que também podem ser utilizados de forma combinada, mais comuns, são:

- a exposição;
- a interrogação;
- a descoberta guiada;
- a descoberta experimental;
- a resolução guiada de problemas;
- a simulação de caso;
- os jogos.

Para o Mucchielli (1987), os principais problemas do ensino por computador, são de três ordens:

I) Os problemas pedagógicos, entre os quais se destacam:

- a qualidade da maioria dos software educacionais produzidos deixa muito a desejar;
- o conhecimento e a avaliação dos software educacionais são difíceis, visto que sua produção é em número crescente;
- existe carência de software educacional em certos domínios do conhecimento, como em filosofia e ciências humanas, em detrimento do número deles em matemática e informática, por exemplo;
- a realização de software com boa performance é difícil pois necessita de competências científicas, pedagógicas e informáticas;
- o treinamento para a utilização das novas tecnologias pedagógicas.

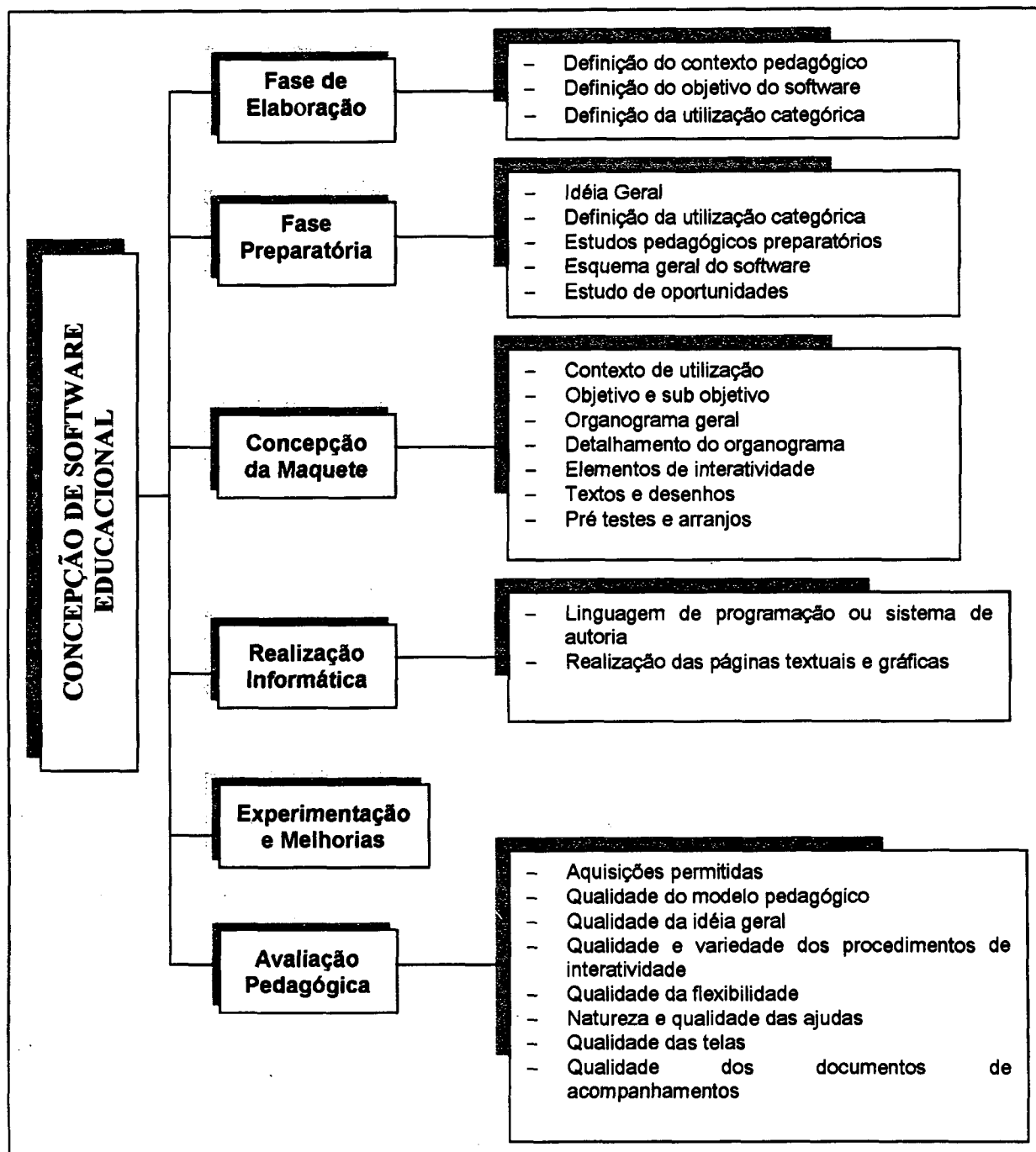
II) Os problemas humanos, são principalmente os ligados às atitudes dos professores face ao computador (resistentes, fanáticos, indiferentes, interessados)

III) Os problemas de material e financeiros, dentre os quais destacam-se:

- a obsolescência rápida dos materiais;
- as limitações tecnológicas dos computadores (i.e.:de memória, recursos multimídia);
- a disponibilidade de materiais (numero de máquinas para os usuários);
- os problemas de conexão das redes e manutenção;
- os problemas financeiros, principalmente do alto valor dos software de qualidade, como os existentes para formação profissional de grandes empresas.

É com base nestas reflexões e constatações que Mucchielli (1987) propõe um modelo de concepção de software educacional, contemplando, de modo sintético, seis fases para o projeto e avaliação, que se destacam na figura 5.1 .

Figura 5.1 – Concepção de software educacional de Mucchielli (1987)



5.2.1.1 Fase de elaboração

Consiste em saber, entre os diferentes contextos pedagógicos existentes para o uso do software, qual contexto ele será utilizado. A partir da identificação do contexto, é necessário colocar algumas questões antes da concepção do software, para o exame das diferentes condições de utilização do computador no ensino:

- Qual é o contexto pedagógico em que se situa a utilização do software ? É uma utilização isolada do computador ou ele insere-se em um contexto habitual de uso em casa ou na escola ?
- Em qual momento da formação o software é utilizado ? Qual é seu objetivo principal: exercício de aplicação, aplicação de outras informações complementares, introdução de um assunto, aprofundamento?
- Como o software pode integrar a dimensão coletiva de sua utilização ? Quais outros materiais e documentos de acompanhamentos o software faz-se intervir ? Quais são os papéis previstos do facilitador-professor ? Existem momentos previstos onde o professor deve intervir e com quais outros meios ?
- Em função destas informações obtidas *a priori*, para qual categoria de software orientarão a intuição global dos objetivos e das necessidades do público que irá utilizá-lo?

Segundo o tipo de software e seu uso, é evidente que as dificuldades e as exigências da concepção serão diferentes, de acordo com o tipo escolhido e os usos pedagógicos aos quais se destina.

5.2.1.2 Fase Preparatória

Definida a partir de quatro passos principais: a intuição do software ou idéia original de início, os estudos pedagógicos preparatórios, a explicitação do esquema geral do software e o estudo de oportunidades.

I. Contexto da idéia inicial:

Tem-se uma intuição geral do que se pretende criar. Ainda que preliminarmente, existe uma idéia do que se quer abordar, do público a que é dirigido o produto e das diferentes partes do conteúdo. A maneira de fazer passar a mensagem concerne ao processo pedagógico que se vai utilizar e esta idéia inicial é guiada por uma exigência fundamental de elaboração do software: a exigência de interatividade, que irá possibilitar interações numerosas e variadas.

II. Os estudos pedagógicos preparatórios:

São resultados da experiência do professor e é essa experiência que conduz a elaboração do software. Os estudos preparatórios portam sobre o conhecimento do público, os conhecimentos de base requeridos para entrar no software e no ambiente pedagógico.

III. Explicitação do esquema geral do software:

Após os passos anteriores, é feito um primeiro esboço das grandes linhas de um projeto de software. Nessas grandes linhas são descritos o objetivo principal do software e seus objetivos específicos. São também traçadas as grandes linhas do desenvolvimento pedagógico, como também definido o público alvo, e distribuição e forma conteúdo abordado.

IV. Estudo de oportunidade:

O estudo deve ser mais aprofundado que o projeto e, é importante que se estime, *a priori*, seus custos em termos do tempo e dos meios que serão importantes para o projeto. Um estudo documentário permitirá responder sobre quais outros produtos existentes no mercado visam os mesmos objetivos.

Trata-se de consultar manuais, livros, documentos de diversos de cursos, documentos audiovisuais e os programas de ensino que existem sobre a questão. Outra questão que se deve elucidar nesta fase é saber, se para o público alvo, há pertinência da nova forma de ensino com o uso do computador.

5.2.1.3 Concepção da maquete

A maquete ou cenário geral prevê, em detalhes, o recorte do conteúdo e das interações entre o programa pedagógico e o aprendiz. Apresenta-se como é feito no cinema: uma sucessão de cenas, de diálogos e de encadeamentos. O cenário é destinado aos especialistas em programação que irão transpor o modelo para uma plataforma computacional.

Nesta fase, Mucchielli define sete passos para a confecção da maquete:

1. Exatidão sobre o contexto de utilização do software: as entradas, os usos possíveis do software, o contexto pedagógico de sua utilização, os pré-requisitos necessários e os papéis previstos do professor;

2. Definição dos objetivos e sub-objetivos : formalizar precisamente o objetivo global e decompô-lo em sub-objetivos igualmente precisos. Os sub-objetivos são ligados à definição de fases ou etapas no esquema geral do desenvolvimento do software;
3. Concepção do organograma geral: é o esquema geral do desenvolvimento do software com a decomposição em fases e as ligações lógicas entre diferentes fases. São previstos o encadeamento das fases desenvolvidas pelos sub-objetivos, as interações previstas com o aprendiz, a concepção das ajudas gerais e diversificadas, assim como sua inserção no encaminhamento pedagógico, à disposição dos testes de aquisição, os momentos de intervenção do professor ou facilitador;
4. Concepção detalhada do organograma de cada etapa pedagógica;
5. Concepção dos elementos de interatividade do programa: a interatividade é ligada à forma geral escolhida para suporte do conteúdo no software. A qualidade geral será fortemente dependente da variedade e do nível geral de interatividade proposta. As formas de interatividade dependem das performances da linguagem e das modalidades de questionamentos utilizados. Neste aspecto, o programa força uma pedagogia da interrogação e ressalta os métodos da pedagogia ativa e de descoberta;
6. Concepção dos textos e dos desenhos: criação de documentos podendo ser cartas, esquemas, textos de referência e outros, que ajudarão o aluno no seu diálogo com o computador; e elaboração do conteúdo do software: escrituração das páginas de informação, de ajuda, desenhos, animação, formulação de problemas, modelos de respostas possíveis (modelo aprendiz), comentários, previsão de efeitos sonoros, luminosos e outros;
7. Pré-teste da maquete e arranjos: apresentação da maquete a um grupo de profissionais e colegas (e usuários) com o objetivo de recolher suas idéias de melhoria da maquete.

5.2.1.4 Realização informática

Nesta fase são escolhidas a linguagem de programação ou sistema autor, a escritura do programa e a realização das páginas textuais e gráficas, esta última pode ser feita por um digitador ou grafista que será integrado à escrituração informática, observando-se os critérios de qualidade estéticos das páginas de texto e páginas gráficas.

5.2.1.5 Experimentação e melhorias

Verificam-se a adequação das teorias de referência às normas científicas e a validade dos conceitos utilizados, com a possibilidade de surgir novas idéias.

5.2.1.6 Avaliação pedagógica

O objetivo dessa fase é avaliar a eficácia global do software sobre o público para o qual ele é concebido. A utilização de técnicas de avaliação desta fase são necessárias para a coleta de dados: observação das reações do usuário - alvo, avaliação das aquisições e impressões sobre a qualidade do software, questionários, entrevistas e ainda ouvir um grupo de especialistas antes de fazer funcionar o software.

Mucchielli (1987) propõe dez passos a serem examinados na avaliação pedagógica do software educacional:

1. Avaliação das aquisições permitidas, concernentes aos elementos de conhecimento retido ou a medida das performances evolutivas, resultado dos testes de avaliação;
2. Qualidade do modelo pedagógico adotado, buscando evidências sobre:
 - clareza dos objetivos pedagógicos;
 - interesse do objetivo pedagógico do software;
 - pertinência dos recortes em sub-objetivos utilizados;
 - coerência de organização pedagógica;
 - eficácia provável do modelo pedagógico em relação aos objetivos;
 - originalidade do modelo pedagógico adotado;
 - qualidade dos testes de controle incorporados no software;
 - qualidade das explicações e comentários acompanhando as respostas do estudante às diversas solicitações interativas do software.

Junto ao usuário alvo, pode-se ainda avaliar o interesse ou monotonia nas diferentes fases pedagógicas do software e a satisfação global em torno do software.

3. Qualidade da idéia geral do software em que será apreciada a existência da idéia diretriz, sua originalidade e matriz de adaptação no domínio e ainda realizar testes com o público-alvo verificando o interesse global manifestado pelo princípio geral do software.

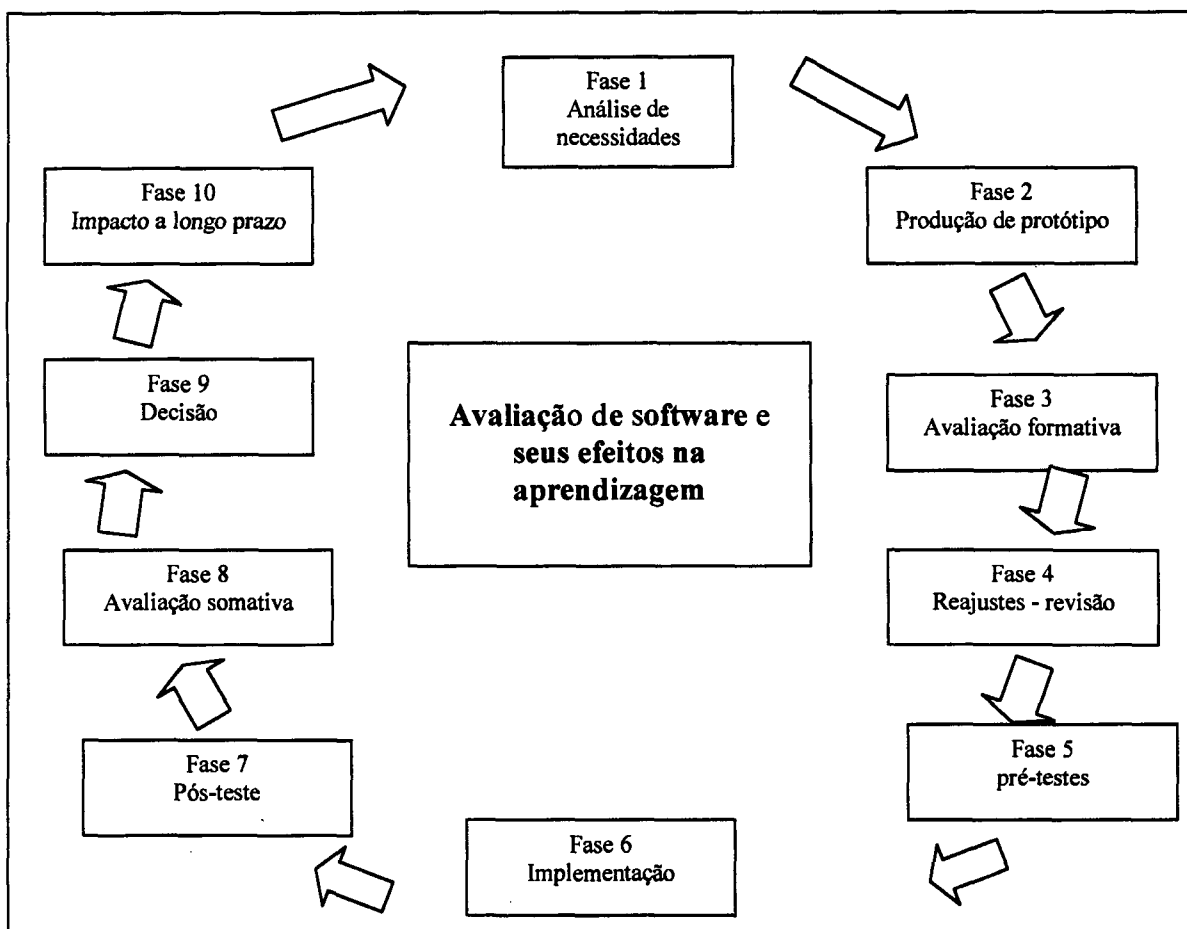
4. Qualidade e variedades dos procedimentos de interatividade utilizadas: avalia-se o questionário, as páginas, os procedimentos de designação, a adaptação destes procedimentos ao conteúdo e às fases pedagógicas; a flexibilidade ou rigidez dos procedimentos, a pertinência das questões postas, a clareza e a não-ambiguidade destas questões.
5. Qualidade da flexibilidade do software: um software é flexível se ele adapta-se à numerosas respostas dos usuários, oferecendo caminhos e propondo as escolhas reais seguidas. Avalia-se, também, a possibilidade de corrigir a resposta dada, o número de respostas previstas às questões, a potência dos modelos de análise de respostas, o número de escolhas reais oferecidas nos menus, o número, a qualidade e a variedade dos encaminhamentos possíveis no software, assim como a facilidade de retorno a um menu precedente.
6. Natureza e qualidade das ajudas: a pressão das teclas específicas deve poder empregar uma ajuda adaptada ao local onde se acha o estudante no software e em função do problema que lhe é posto. Avalia-se, para o item ajuda: sua existência, sua adaptação em relação às dificuldades encontradas, sua hierarquização em função do tipo ou número de erros cometidos, sua originalidade e, sua variedade.
7. Grau de flexibilidade software: dois critérios devem ser observados nesta característica: a facilidade com a qual pode-se parar e retomar o ensino de onde se parou e, a possibilidade de intervir no interior do software para modificar o conteúdo de maneira a poder adaptá-lo à necessidades específicas ou à evolução dos dados.
8. Qualidade das telas: é importante o aspecto estético das telas. Avalia-se sua estética geral, a disposição dos objetos, a legibilidade, os diferentes efeitos atrativos (desenhos, movimentos e sinais intermitentes)
9. Qualidade do documento de acompanhamento: observar se eles permitem uma auto formação para que o professor possa fazer uma melhor utilização do produto, se o documento é claro e atualizado e se fornece indicações sobre o público-alvo.
10. Avaliação contínua do produto: um software é um programa dinâmico, que integra (deveria) melhorias e evoluções constantes. O usuário deve ser informado dessa capacidade.

5.2.2 UM PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE SOFTWARE MULTIMÍDIA INTERATIVO

Cronje (1998), desenvolveu um modelo de sistematização de projeto que envolve não apenas critérios na concepção, mas a avaliação em todas as etapas de desenvolvimento do projeto de software interativos multimídia.

Neste modelo, o trabalho é organizado a partir de uma matriz sumária que define os procedimentos básicos para cada fase do processo de avaliação do software interativo: o que (objetivos), quem (profissionais envolvidos), questões (principais questionamentos a serem respondidos em cada fase) e as ferramentas utilizadas (instrumentos e ações para levantamento de dados). Este modelo é representado pelo diagrama da figura 5.2 .

Figura 5.2 - Processo de avaliação de software multimídia



Fonte: Cronje, 1998

5.2.2.1 Análise das necessidades:

Determinar as necessidades educacionais do público alvo e decidir se o software é o melhor método para atendê-las. Quem participa desta fase são os treinadores, educadores, pesquisadores e administradores. As questões a serem colocadas são: Qual é o problema que se deseja resolver com o software, se ele pode resolver este problema e se permite alcançar os objetivos. As ferramentas empregadas para esta fase são os questionários, as entrevistas e as observações.

5.2.2.2 Produção do protótipo:

Decidir as aproximações pedagógicas básicas (epistemologia, filosofia, psicologia) e produz-se um modelo de funcionamento do software. Quem participa desta fase são os pedagogos, desenhistas, escritores, artistas, especialistas e programadores. As questões versam sobre as características dos estudantes, como eles são vistos, qual o melhor modo para conhecer os objetivos determinados pela análise das necessidades. As ferramentas incluem as dimensões pedagógicas do software e o software de autoria.

5.2.2.3 Avaliação formativa:

Descobrir se o software contempla os objetivos determinados na análise das necessidades e se pode ser feito de modo mais eficiente, agradável e efetivo. Quem se envolve nesta fase são os estudantes (usuários), treinadores, pesquisadores e especialistas. As principais questões giram em torno de se conhecer os objetivos em termos de adequação da instrução, do currículo, da estética e da técnica. As ferramentas aplicadas são a revisão pelo especialista, observação, testes de usabilidade, testes alfa e beta, testes de campo, listas de verificação (checklist), questionários e grupos de enfoque.

5.2.2.4 Revisão:

Revisar o software para fazer as mudanças e resolver os problemas detectados pela avaliação formativa. Os profissionais envolvidos nesta fase são os desenhistas, escritores, artistas e programadores. A questão é saber como o software pode ser melhorado para atingir os objetivos originais. A ferramenta utilizada é o software de autoria.

5.2.2.5 Pré-teste:

Aplicar com a participação de estudantes e de forma controlada por grupos de avaliação. São feitos testes de competência na área em que o software foi projetado para verificar se os objetivos foram alcançados. Quem participa desta fase são os pesquisadores e os estudantes. A questão chave é saber sobre os conhecimentos de base de todos os estudantes envolvidos, na área de habilidade do software. As ferramentas empregadas são os testes materiais e os exercícios chaves.

5.2.2.6 Implementação:

Aplicar a versão do programa usando multimídia interativa enfocando o processo de trabalho (a tarefa). Facilitadores e pesquisadores participam deste processo. As questões principais versam sobre como esta multimídia interativa pode ser utilizada de forma a atender os objetivos propostos pelos designers.

5.2.2.7 Pós-teste:

Aprimorar e aplicar o software com os grupos de controle e grupos experimentais e ainda determinar se há, estatisticamente, diferenças significativas entre seus resultados. Quem realiza esta fase é o pesquisador e a questão principal é saber se o grupo experimental é melhor qualificado numa área específica coberta pelo software do que o grupo de controle.

5.2.2.8 Avaliação somativa:

Determinar a adequabilidade do multimídia interativo às necessidades da organização e dos estudantes. Quem participa: público alvo, treinadores, pesquisadores e *experts*. As questões para esta fase são: O produto é adequado aos objetivos propostos quanto aos aspectos instrucionais, de currículo, estética e técnicos? Este software realiza o que ele propõe? Ele serve para o treinamento e as necessidades educacionais da organização em termos eficazes de conhecimentos, habilidades e atitudes? As ferramentas utilizadas são a revisão de especialista, a observação, a usabilidade, as listas de verificação, questionários e grupos de enfoque.

5.2.2.9 Decisão:

Fixar a continuidade da implementação ou pela compra do software. Quem realiza é o corpo administrativo e/ou o departamento de finanças. A questão básica é saber se o programa provê educação eficiente e eficaz do estudante para a organização. A ferramenta é a avaliação somativa.

5.2.2.10 Impacto a longo prazo:

Identificar os efeitos a longo prazo do software multimídia para a organização e para os indivíduos. Quem participa são os pesquisadores, os facilitadores e os estudantes. A questão é saber se o software teve um efeito benéfico no aprendizado individual e para a organização como um todo. As ferramentas utilizadas são a observação, a organização dos dados, questionários e pós-teste.

Ressalta-se o nível de adequação, o qual fez-se referência nas fases 3 e 8 do processo acima, demonstra que as formas de adequação para a avaliação formativa e somativa são relativas aos aspectos da instrução, do currículo, da estética e da técnica. Estas formas são subdivididas em sub-aspectos, conforme o quadro 5.1

Quadro-5.1 -Aspectos e sub-aspectos da avaliação formativa e somativa

ASPECTOS	SUB-ASPECTOS
INTRUÇÃO	- motivação e <i>feedback</i> ;
	- orientação das metas;
	- o papel do instrutor;
	- o tratamento de erros;
	- o controle do estudante.
CURRÍCULO	- sequenciamento;
	- experimentação;
	- carga cognitiva;
	- espaço de conhecimento;
	- compreensibilidade.
ESTÉTICO	- cores;
	- plano do texto;
	- uso de hipertexto;
	- <i>layout</i> ;
	- gráficos;
	- animação/vídeo;
	- som;
	- instruções;
- menus e ícones;	
- <i>design</i> da interface.	
TÉCNICO	- Individualização;
	- manutenção de registros;
	- segurança.

O conjunto destes sub-aspectos constituem os critérios de avaliação no qual são estabelecidas a descrição de cada um, em forma de orientações e/ou questões de verificação.

Apresenta-se, na próxima sessão, algumas abordagens e modelos para avaliação de software educacionais.

5.3. FERRAMENTAS E ABORDAGENS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SOFTWARE EDUCACIONAL

Tanto na avaliação de qualidade de um software já existente, como ao longo do seu desenvolvimento, é necessário lançar mão de ferramentas que orientem e forneçam parâmetros para o processo de avaliação.

Ainda que limitados, o *checklist* é uma das formas de avaliação econômica em termos de custos e tempo. No caso de avaliações de software educacional, estas ferramentas fornecem uma lista de perguntas na área educacional e perguntas referentes à usabilidade dos programas, que ajudam a focalizar os critérios a serem avaliados (Squires e Preece, 1996)

Existem instrumentos oficiais e não oficiais que estabelecem normas, critérios, recomendações e requisitos para avaliação da qualidade de software, tanto no desenvolvimento do projeto quanto de produto. Dentre os oficiais, citam-se as Normas: ISO 9126 (qualidade de produto de software), ISO 12119 (qualidade de pacotes de software - software de prateleira, vendido como um produto embalado) e ISO 14598, (guia para avaliação de produtos de software).

Esta última é baseada na utilização prática da norma ISO 9126 anteriormente citada e ISO 12207 (norma para a qualidade do processo de desenvolvimento de software) entre outras. Estas normas examinam qualidades gerais e específicas dos produtos (Gamez, 1998).

Entretanto, para a avaliação da qualidade de software educacional, a questão é mais complexa, porque ultrapassa os padrões e técnicas, acrescentando e englobando elementos de natureza pedagógica de múltiplas dimensões, ao lado de questões ideológicas e psicológicas.

Exatamente por considerar esta complexidade, multidimensionalidade e diversidade dos produtos aplicados à educação, que se está buscando extrapolar os procedimentos da engenharia de software e normas regulamentadoras, alcançando toda a dimensão pedagógica e ergonômica que estes materiais devem conter.

5.3.1 A CONTRIBUIÇÃO DE OLIVEIRA ET ALL

Ao discorrer sobre a experiência do Projeto EDUCOM/MG (uma iniciativa do governo brasileiro de promover pesquisa em informática educativa), Oliveira et all (1987 p.51), partem do princípio de que “avaliar é um processo de classificar situações específicas em função de parâmetros pré-estabelecidos”, colocando neste trabalho questões básicas sobre a avaliação de software educacional. A questão principal é sobre o que caracteriza um software educacional.

A concepção das autoras é de que “todo software educacional reflete necessariamente, uma concepção de ensino e aprendizagem, resultante de uma visão filosófica da relação sujeito-objeto” (Oliveira et all, 1987 p.52).

A partir desta concepção, de cunho psico-pedagógico, as questões colocadas para avaliação de software educacional são:

- Qual o papel atribuído ao aluno, no decorrer de sua aprendizagem a partir do software?
- Como é previsto o tratamento do erro do aluno no programa?
- O programa apresenta níveis crescentes de assimilação e acomodação de novos conhecimentos?
- De que forma o software inclui uma possibilidade de enriquecimento do conteúdo e processos didáticos apresentados, a partir de registros e avaliação do desempenho do usuário?
- Que razões pedagógicas justificam a seleção do conteúdo e processos que o aluno vivenciará para a produção do software?
- Em que medida o uso do computador favorece a transmissão e socialização do saber?

Ainda que incompletos, como afirmam as próprias autoras, os itens considerados fundamentais para avaliação de um software educacional são relativos: ao conteúdo do software e processo de uso, à imagem visual na tela do monitor e a custos.

Nos itens relativos ao conteúdo e processo de uso, são destacados:

- pertinência do tema para uso em software;
- pertinência do tema para o objetivo educacional proposto;
- relevância para a clientela a ser envolvida;
- fundamentos psico-pedagógicos do conteúdo e de como será trabalhado;

- coerência do software com as propostas pedagógicas do professor e/ou instituição escolar;
- existência do manual do usuário com as informações necessárias;

Nos itens relativos à imagem visual na tela de vídeo, são destacados:

- a formatação da tela;
- a paginação;
- a facilidade de uso;
- a interação.

Nos itens relativos à custos devem ser observados o balizamento do custo/benefício proporcionados.

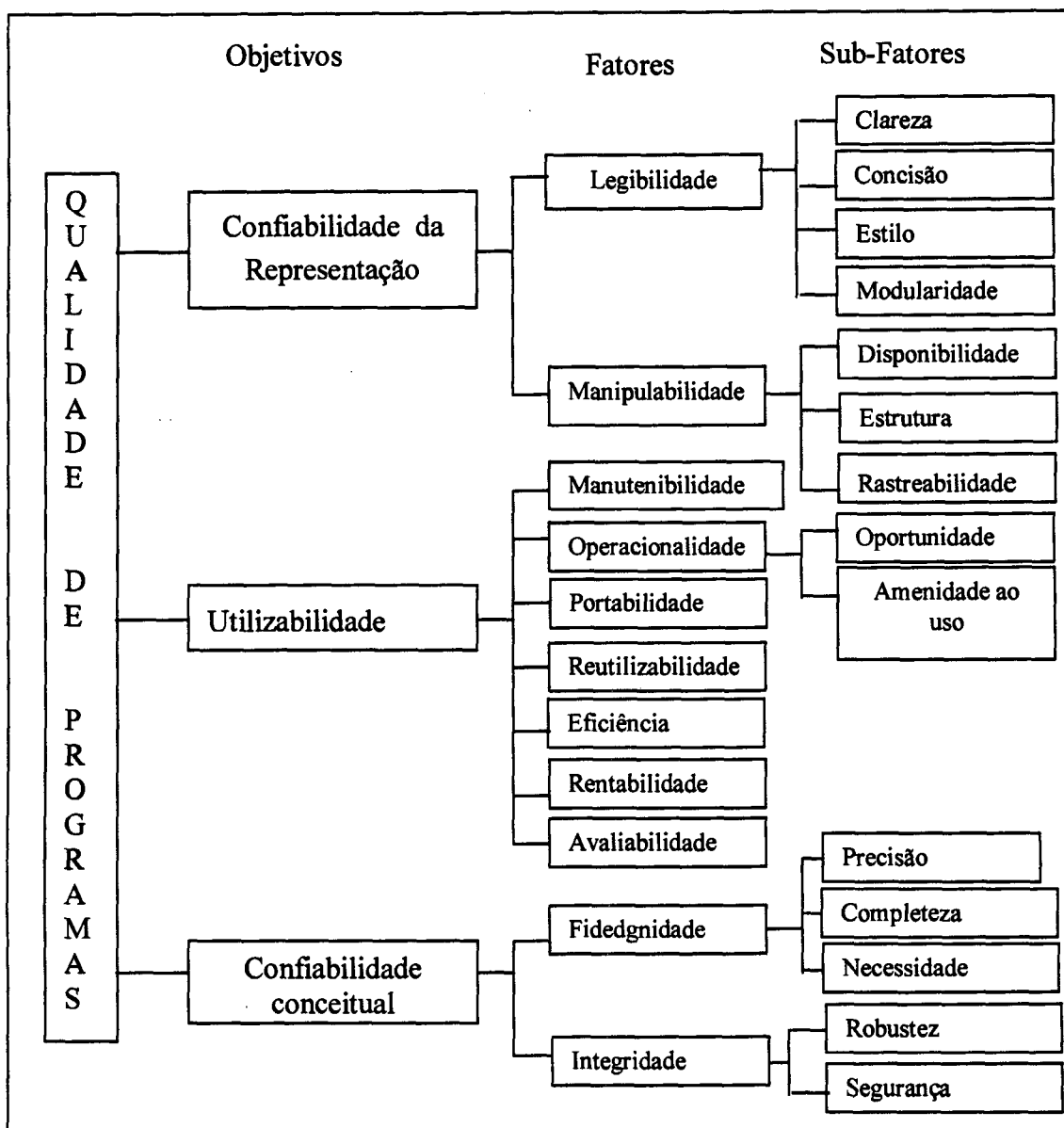
5.3.2 O MODELO DE AVALIAÇÃO DE CAMPOS

É importante destacar a contribuição de Campos (1994) and Campos (1996) que propõe, na forma de um manual para avaliação da qualidade de software educacional, um instrumento para auxiliar tanto durante o processo de desenvolvimento de programa como na sua seleção.

Neste manual, são apresentados os objetivos, fatores, subfatores, critérios e processos de avaliação para que seja realizada a avaliação da qualidade. A figura 5.3 sintetiza o modelo proposto.

No referido modelo, os objetivos determinam as propriedades gerais que o produto deve possuir e os fatores determinam a qualidade do ponto de vista dos diferentes usuários do produto. Os fatores são decompostos em subfatores que são avaliados através de critérios pré-determinados. (Campos, 1994).

Figura 5.3 -Objetivos, fatores e subfatores de qualidade de programas



Fonte: Campos, 1996, p.31.

5.3.3 A CONTRIBUIÇÃO DE NIQUINI

A contribuição de Niquini (1996) para a avaliação de software educacional dá-se a partir da constatação de que hoje, há uma grande disponibilidade de produtos no mercado e, por isso mesmo, há uma grande necessidade de selecioná-los de acordo com os objetivos que se tem em mente, ao colocar o computador na escola como instrumento de ensino. Diante disso, a autora apresenta as formas e critérios para avaliação de software educacional, considerando duas formas distintas para avaliação de um software: a formativa e a somativa.

A avaliação somativa “prevê globalmente o enfoque educativo produzido pela utilização do software, incluindo os objetivos alcançados e os obstáculos ou dificuldades” (Niquini, 1996 p.100).

A avaliação formativa, “prevê a individualização dos procedimentos para as soluções adotadas pelos alunos, os obstáculos específicos que se opõem à compreensão”. (op cit. p.101).

Em ambas as formas, são aplicadas técnicas de levantamentos e tratamentos de dados como questionários, observações e aplicação de testes.

Segundo Niquini (1996), os software devem ser avaliados para garantir que os programas e objetivos educacionais sejam atingidos.

Os critérios para a avaliação de software educacional estão direcionados para as características técnicas e pedagógicas do programa.

Na avaliação das características técnicas deve-se levar em consideração a máquina, o programa, os acessórios e a rede de software. Para cada item, são estabelecidos alguns aspectos a serem observados sobre:

5.3.3.1 A máquina

- em que tipo de computador funciona?
- qual o sistema de utilização requerido?
- quanto de memória necessita?
- quais os periféricos indispensáveis para funcionar?

5.3.3.2 O programa

- tipo de suporte do software;
- linguagem de programação utilizada;
- língua possível para o texto;
- capacidade gráfica (traços, figuras, animação);
- capacidade sonora;
- tempo de resposta;
- possíveis proteções;
- manutenção do programa;
- confiabilidade do programa
- possibilidade de modificações;
- tipo de tratamento das respostas dos alunos;

- possibilidade de memorização das respostas pelos alunos.

5.3.3.3 Os acessórios

- características da modalidade de uso;
- para o professor;
- para o aluno;
- subsídios didáticos complementares.

5.3.3.4 A rede de software

- características das ligações;
- acesso à rede.

Quanto as características pedagógicas, a autora destaca que a qualidade é o que determina o seu valor, em se tratando do processo ensino-aprendizagem, Niquini (1996), ressalta, ainda, que a seleção e a avaliação de software é uma tarefa educativa e ao mesmo tempo técnica, que avaliar o material instrutivo requer a compreensão do contexto de ensino e da aprendizagem.

Os critérios pedagógicos que devem ser avaliados num software são os objetivos, os conteúdos, a didática, a capacidade interativa e a apresentação dos conteúdos. Segue breve referência de cada um destes critérios quanto:

a) Aos objetivos

- estarem bem definidos, claramente expostos na documentação para o docente e mostrados no programa para os alunos;
- serem bem precisos, referindo-se a alguns aspectos como atenção e habilidades práticas, conceitos propostos a nível de formulação.

b) Aos conteúdos

- estarem corretos e completos, o mais científico possível, dependendo do nível de ensino dos alunos, tanto do ponto de vista dos conceitos como lingüístico;
- serem organizados de forma lógica e o tratamento ao argumento deve ser feito de modo a conquistar o interesse do aluno. Considerando também uma boa gráfica;
- devem adaptar-se à idade e à preparação do aluno que o utiliza, por isso a necessidade de percursos individualizados, exercícios com diferentes níveis de dificuldades e um desenvolvimento ramificado.

c) À didática

- o software deve ser de fácil uso e não ser ele mesmo objeto de estudo para o aluno e para o professor;
- ter presente a modalidade de sua utilização: auto controle, aquisição de informações, possibilidade de ilustrações e outras;
- apresentar os tipos de intervenções: atividades, desenvolvimento, número de etapas percorridas, coordenação ou progressividade entre as etapas, tipos de corretivos, tipo de discussão e interação, possibilidade de retorno indireto.

d) A capacidade interativa

- na apresentação das informações devem ser dadas boas informações com instruções sobre como fazer funcionar o programa como tal;
- devem aparecer na tela as explicações necessárias, inclusive com a possibilidade de saltá-las à escolha do usuário;
- o software deve ser simples e facilitador, dando um enfoque de massa ao computador;
- o software deve evitar sensação de medo ou preocupação.

e) A apresentação dos conteúdos

- um programa didático deve oferecer vantagens em relação ao livro:
- deve ser dinâmico, dependendo do nível de interatividade e de individualização possíveis;
- deve possuir capacidade de manipular grande quantidade de dados-presença de um eventual arquivo de dados, possivelmente modificáveis;
- deve possuir velocidade de execução.

Niquini (1996) apresenta, ainda, dois questionamentos como considerações especiais para avaliar um software, que podem ajudar os professores a se posicionarem diante das ofertas existentes no mercado:

- Quando o software é o melhor instrumento para ensinar?
- Que critérios especiais são necessários para diferentes tipos de programas?

Esta segunda pergunta remete ao uso de critérios apropriados para cada tipo de lição ou conteúdo (exercitação e prática, tutorial, simulação, jogo, informativos e outros).

Quadro 5.3 – Critérios de interface

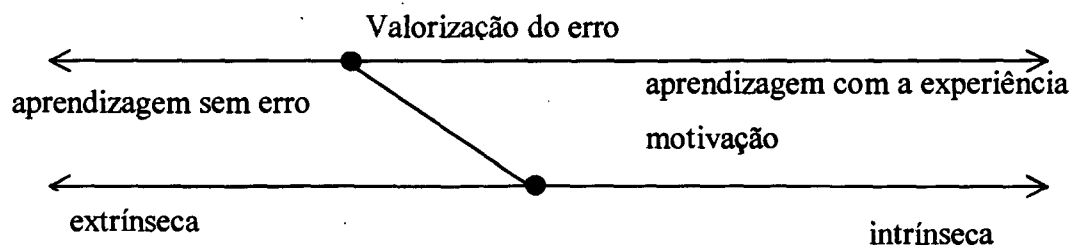
1-Facilidade de utilização	←	Difícil	Fácil	→
2-Navegação	←	Difícil	Fácil	→
3-Carga cognitiva	←	não gerencial/ confusa	Gerencial/ intuitiva	→
4-Mapeamento	←	Nenhum	Poderoso	→
5-Desenho da tela	←	Princípios violados	Princípios respeitados	→
6-Compatibilidade espacial do conhecimento	←	Incompatível	Compatível	→
7-Apresentação da informação	←	Confusa	Clara	→
8-Integração das mídias	←	Não coordenada	Coordenada	→
9-Estética	←	Desagradável	Agradável	→
10-Funcionalidade geral	←	Não funcional	Altamente funcional	→

Fonte: Campos, 1996

Na metodologia apresentada, os critérios são avaliados através de procedimento gráfico onde faz-se uma marca sobre uma escala não dimensionada representada por uma seta dupla. Em cada extremidade da seta, são colocados os conceitos antagônicos que caracterizam o critério em avaliação. Nas extremidades ficam situados, à direita, o conceito mais positivo e, à esquerda, o conceito mais negativo.

A conclusão da avaliação é obtida graficamente analisando a disposição dos pontos marcados nas setas, que devem ser ligados colocando-se as setas umas sobre as outras, como demonstra a figura 5.4 para os critérios valorização do erro e motivação.

Figura 5.4 - procedimento gráfico na metodologia de Reeves



Fonte: Campos, 1996 p.17

5.3.5 JIGSAW: O MODELO APRESENTADO POR SQUIRES E PREECE

No modelo Jigsaw, apresentado por Squires & Preece (1996), considera-se a cognição como distribuída entre os usuários, o meio ambiente e os artefatos de aprendizagem, incluindo o computador. A distribuição da cognição irá permitir ao aprendiz de construir seus próprios conceitos do jeito que costuma aprender (esquemas mentais).

Desta concepção, tira-se duas conseqüências para a avaliação *a priori*, conforme os autores:

- I. Aprendizagem auxiliada pelo software, que é interpretada do ponto de vista da teoria construtivista e pesquisas sobre como o indivíduo constrói conceitos nos domínios de temas relevantes.
- II. Dependência do contexto no uso do software. Quando o programa é utilizado para ajudar em uma tarefa de aprendizagem, o aluno precisa aprender a operar o software efetivamente.

Neste sentido, Squires & Preece (1996) explicam que a aprendizagem compreende duas atividades principais: desenvolvimento dos conceitos e habilidades relacionadas ao domínio geral do objeto em estudo e o controle operacional. Este último envolve também duas atividades – a interação com a interface do programa e a interação com o sistema operacional, hardware e periféricos.

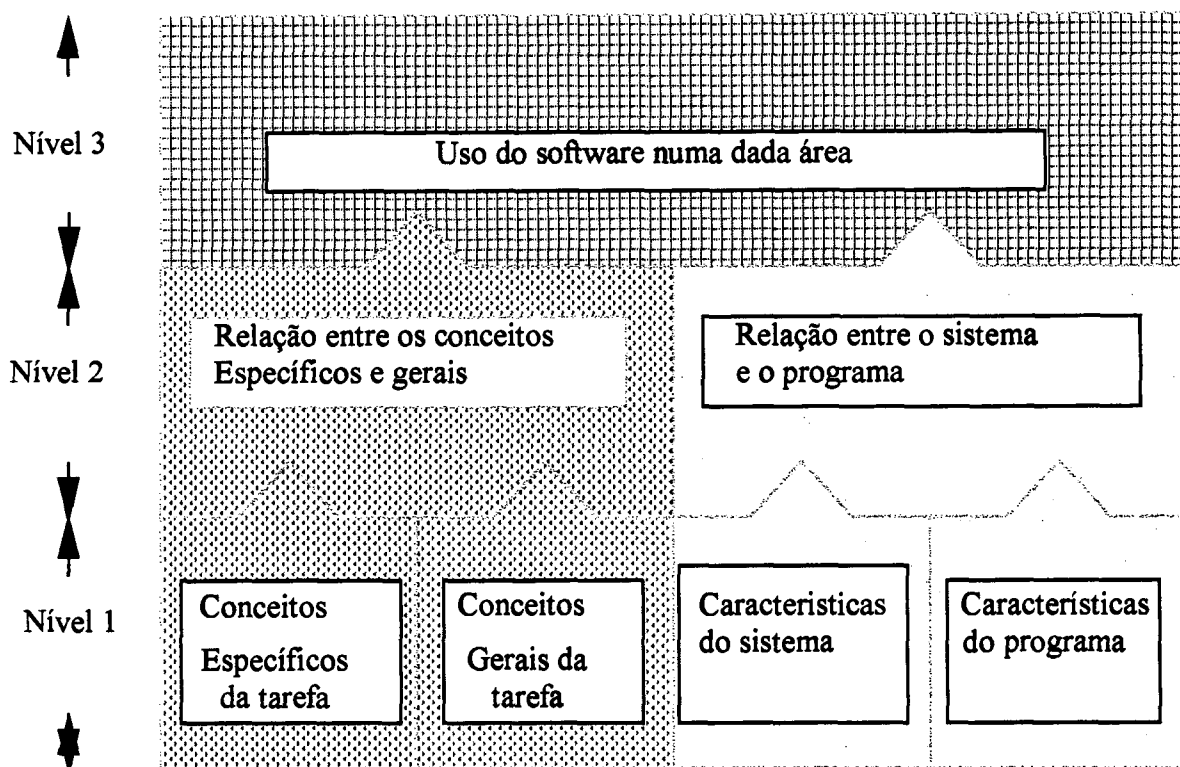
Há ainda uma terceira atividade referente a necessidade do aluno compreender de forma integrada a aprendizagem e o controle operacional.

Estas atividades são, segundo Birbaun apud Squires e Preece(1996), associadas ao uso da tecnologia da informação e comunicação em contexto educacional.

A capacidade de realizar a tarefa integrada irá determinar a eficiência do software como auxílio na aprendizagem, ou seja, a sua qualidade pedagógica e ergonômica.

A figura 5.5 descreve a aprendizagem, o controle operacional e a integração destas atividades, que são essenciais para o uso eficiente do software educacional.

Figura 5.5 – Nível das tarefas no modelo Jigsaw



Fonte: Squire e Preece, 1996 p.19

Num primeiro nível, as tarefas de aprendizagem são simples, específicas a um dado tópico de conteúdo ou relacionadas com a área de estudo. Não há, nesse nível, ligação entre o controle operacional no que diz respeito ao software especificamente e as tarefas do sistema operacional.

As quatro tarefas: conceitos específicos e conceitos gerais da tarefa, características do sistema e do programa são considerados independentes umas das outras. Na medida em que se evolui para o nível dois, considera-se a integração entre a aprendizagem específica e geral, e o controle tanto do programa quanto do sistema operacional.

Num terceiro nível, a integração entre a aprendizagem e o controle do programa deve dar-se por completo. Isto revela o quanto o design do software compreende a necessidade do usuário e a maneira como o software deveria funcionar.

O modelo de Jigsaw pode ajudar a pensar essa integração das tarefas de aprendizagem e operacional ajudando os avaliadores a focarem sua atenção para a integração destes dois fatores, fornecendo um suporte significativo na abordagem da avaliação *a priori* do uso de software educacional.

O sentido do modelo Jigsaw apresenta um elemento de complexidade novo na especificidade da didática para a aprendizagem com o uso do computador, pois exige do aluno novas adaptações cognitivas e representações mentais concernentes à organização e funcionamento do software e a interação deste com o conteúdo/habilidade a ser aprendido.

5.3.6 TÉCNICA DE INSPEÇÃO DA CONFORMIDADE ERGONÔMICA DE SOFTWARE EDUCACIONAL - TICESE

A Técnica de Inspeção Ergonômica de Software Educacional (TICESE) (Gamez, 1998) é uma técnica que está em desenvolvimento no Laboratório de Utilizabilidade (LABIUTIL) em Florianópolis, e destina-se a apoiar os processos de avaliação do software educacional. A técnica favorece a elaboração de um laudo técnico com o objetivo de orientar os responsáveis, na instituição de ensino, sobre a decisão de comprar, para uso em contexto escolar. Nesta perspectiva, pretendeu-se criar uma técnica para a avaliação da conformidade ergonômica.

A técnica é formada por um conjunto específico de critérios de análise e tem seu suporte teórico nas ciências cognitivas, ergonomia de software, psicologia da aprendizagem e pedagogia. Aos critérios está associado um conjunto de questões que visa orientar o(s) avaliador(s) na difícil tarefa de inspecionar as qualidades ergonômico/pedagógicas do software educacional.

Três módulos compõem a técnica. o módulo de classificação, de avaliação e de contextualização.

5.3.6.1 Classificação

É introdutório. Tem como objetivo determinar a modalidade de software educacional (Tutorial, Exercício e prática, simulador, hipertexto, ou outra classificação), a identificação da abordagem pedagógica subjacente, (Construtivista, Behaviorista, Construcionista, ou outra) e por fim, a identificação das habilidades cognitivas exigidas (aplicação, análise, síntese, e avaliação – extensiva da Taxonomia de Bloom).

5.3.6.2 Avaliação

Consiste no principal módulo da técnica: avalia a conformidade do software educacional aos padrões ergonômicos de qualidade objetivando, assim, avaliar a capacidade do software em auxiliar o aprendizado específico. Através deste módulo é possível verificar os recursos pedagógicos e de apoio à aprendizagem utilizados e sua

forma de operação. Neste caso, o módulo apoia também a avaliação da facilidade de uso do sistema e dos materiais impressos que o acompanham.

Os critérios definidos para efetuar esta inspeção foram desenvolvidos a partir de uma abordagem de convergência e de extensão dos critérios ergonômicos para interface de software em geral, propostos por Scapin&Bastien (1993).

As atividades segundo esta estratégia, basearam-se em uma revisão bibliográfica aprofundada sobre o tema e na aplicação dos critérios em desenvolvimento em situações de avaliação real de software educacional. O conjunto de critérios resultante é:

i) Qualidade da apresentação da informação

- abrangência dos dados de identificação (do produto, dos objectivos e pré requisitos técnicos e pedagógicos);
- organização e apresentação da documentação impressa (presteza, agrupamento de itens, legibilidade e densidade informacional);
- organização e apresentação da Informação *on line* (presteza, legibilidade, agrupamento/distinção de itens, feedback imediato);
- significado dos códigos e denominações;
- homogeneidade/coerência.

ii) Qualidade dos recursos

- qualidade dos recursos para a motivação e compreensão dos conteúdos;
- qualidade dos Recursos de avaliação do aprendizado;
- qualidade da gestão de erros (correção, qualidade das mensagens e proteção contra os erros);
- qualidade da ajuda *on-line*.

iii) Qualidade da operação

- carga de trabalho (carga e densidade informacional, objetividade, ações mínimas);
- adaptabilidade (flexibilidade, consideração da experiência do usuário);
- controle explícito (ações explícitas e controle do usuário);
- compatibilidade.

5.3.6.3 Contextualização

É complementar ao critério anterior e visa auxiliar no processo de tomada de decisão sobre uma provável aquisição, mediante a adequabilidade do produto ao contexto específico da instituição. Cada instituição de ensino possui características e contextos próprios, que se diferenciam das demais. Apresentam projetos políticos pedagógicos próprios e, em geral, os recursos financeiros variam conforme suas disponibilidades.

A decisão sobre a aquisição do software não pode ser baseada unicamente na qualidade do produto em si, mas estar fundamentada sob uma série de considerações que avaliam a pertinência e adequabilidade do uso do software educacional na referida instituição.

A validação desta técnica se dará de duas formas. Primeiramente através de sua aplicação por profissionais ligados à educação e da verificação da pertinência dos resultados obtidos na avaliação. Em um segundo momento, pretende-se realizar um programa de ensaios de interação de software educacionais, que tenham sido previamente inspecionados através da técnica TICESE. A validação se dará pelo confronto dos resultados obtidos pelas duas técnicas.

5.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MODELOS APRESENTADOS

Os vários modelos e abordagens para concepção e avaliação de software educacional acima referidos demonstram o quão ampla e complexa é a tarefa de se estabelecer parâmetros gerais para conceber e avaliar software com qualidade pedagógica e ergonômica.

Um dos fatores desta complexidade advém da diversidade de tipologias, de produtos existentes (tutorial, exercício e prática, jogos, simulações, hipermídia pedagógica entre outros) e do contexto onde são utilizados, cada qual desenvolvido para desempenhar funções específicas na sua área.

Destas tipologias, Galvis-Panqueva (1997) demonstra bem o que se espera delas: de um software de exercício e prática, espera-se que permita ao aluno reforçar e generalizar as habilidades/conteúdos que tenha aprendido por outros meios didáticos, inclusive computacionais. Argumenta, também, que este tipo de software deve conter a necessária quantidade e variedade de exercícios, informações de retorno diferencial,

segundo o desempenho do aluno, recursos motivadores e reforçadores que o ajudem a atingir tanto o seu objetivo quanto o da proposta pelo programa.

Da mesma forma, dos tipos tutoriais, espera-se, conforme o autor, que extrapole as funções dos de tipo exercício e prática, desta forma, “se supõe que ajude na apropriação do conhecimento através da apresentação contextualizada e dosada do conteúdo como preâmbulo ou como complementação do processo de exercitação”(Galvis-Panqueva, 1997 p. 11).

Os programas do tipo heurístico são aqueles que se caracterizam pelo paradigma psicológico das correntes cognitivistas, como por exemplo, a cognição situada. Espera-se destes programas que apoiem a descoberta e a construção de conceitos e habilidades, a partir da atividade de busca, de exploração ou de solução de problemas, pelo aprendiz, em ambientes do tipo: micromundos, EIAC (Ensino Inteligente Auxiliado por Computador), hipermídias pedagógicas, histórias especialistas e outros.

Garantir que estes produtos cumpram satisfatoriamente sua tarefa como ferramenta de apoio a aprendizagem é função de uma concepção bem planejada e uma avaliação eficaz de seus atributos pedagógicos e ergonômicos.

A aplicação de conhecimentos da ergonomia, mediante a análise do trabalho educacional informatizado é recomendável neste processo para diminuir os riscos de um produto mal concebido e/ou utilizado.

A abordagem ergonômica para concepção e avaliação de Interfaces Homem-Computador de Cybis (1997), associada aos cuidados de análise ao longo do projeto de Valentin et al (1993), descritas no capítulo 4, são ferramentas que auxiliam no processo de operacionalização do projeto

As contribuições de Mucchielli (1987) e Cronje (1998), por estarem centradas exclusivamente em produto de software para aplicação educacional, descritas neste capítulo, são bastante úteis para desenvolvedores, educadores e programadores.

Nos aspectos propriamente de avaliação, as contribuições de Oliveira (1987), Campos (1994), Niquini (1996), Reeves apud Campos (1996), Squires e Preece (1996), e Gamez (1998) demonstram bem a tendência dos critérios e aspectos que devem ser observados numa avaliação.

Particularmente o enfoque da avaliação de Campos (1994) e Gamez (1998) incluem a integração entre os aspectos ergonômicos da interface e os aspectos pedagógicos. Em Campos (1994) estes critérios estão presentes nos fatores e subfatores. Em Gamez (1998), nos itens de cada módulo transformados em lista de verificação da conformidade ergonômica e pedagógica do produto de software.

O modelo Jigsaw, de Squires e Preece (1996), igualmente, enfoca a integração da temática educacional e usabilidade. Para eles, não se pode negligenciar a relação entre estes dois aspectos, pois, se justifica que sendo a interface de fácil utilização, isto não significa que o *design* do software seja apropriado em termos pedagógicos.

O modelo de Reeves apud Campos (1996), mesmo destacando critérios de interface, aborda de modo mais aprofundado o universo dos aspectos pedagógicos.

Existem, ainda, na literatura revisada, outras propostas de modelos, abordagens e metodologias para avaliação da qualidade de software educacional que não foram descritas ou citadas neste capítulo, mas que igualmente agregam sua contribuição à reflexão sobre este tema e ajudam na construção de novas propostas e ferramentas para a avaliação desses produtos, conforme propõe a sessão seguinte e para onde converge este trabalho.

5.5. UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM PEDAGÓGICA E ERGONÔMICA PARA CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS

Integrar as abordagens pedagógicas e ergonômicas para a concepção e avaliação de PEI constitui uma tarefa interdisciplinar e um esforço de equipe para atingir o pleno objetivo de validação e aplicação de uma ferramenta com esse propósito.

Os modelos e abordagens referidos neste trabalho auxiliam na construção de uma proposta neste sentido. Os conhecimentos e a experiência em pedagogia, em tecnologia educacional, em informática educativa, em ergonomia e em engenharia de software além de outros conhecimentos afins, são condições básicas para este objetivo.

Nesse sentido, em busca de uma abordagem multidisciplinar, propõe-se, a partir do aprofundamento e tratamento das bases levantadas neste trabalho, a construção de um modelo que integre os aspectos pedagógicos e ergonômicos na mesma ferramenta, contemplando os projetos educacional, comunicacional e computacional

que um PEI requer e que possa ser estruturado de modo a auxiliar tanto projetistas como educadores, na concepção, avaliação e utilização (seleção e uso).

A estratégia primeira para construir esta ferramenta é levantar os objetivos pedagógicos e técnicos (ergonômicos) concernentes ao objetivo de reunir o maior número de informações sobre esta interdisciplinaridade e aplicá-las na construção deste modelo.

Os modelos desenvolvidos por Campos (1994), Squires & Preece (1996) e Gamez (1998), oferecem um suporte significativo para levantar estas informações e aprofundá-las.

A proposta para o desenvolvimento deste modelo inclui abordar elementos conforme quadro 5.4. Este modelo deve ser construído de forma que o profissional tenha uma visão geral dos elementos e sub-elementos que deverá observar, facilitando-lhe a pesquisa sobre estes elementos e seja aplicável às várias tipologias de PEI, podendo ser feita mediante questões de verificação da conformidade ergonômica e pedagógica ao formato de checklist e/ou orientações para ensaios de interação.

Quadro 5.4 - Proposta para um modelo integrado de avaliação de PEI

DIDÁTICA E CURRÍCULO		<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo - referentes ao que ensina; - Objetivos - para que ensinar; - Clientela - a quem ensinar ; - Estratégias de ensino - quando e como ensina; - Instrumentos e formas de avaliação - que, como e quando avalia; - Aspectos no software - como se interrelacionam (capacidade interativa, forma de apresentação e organização do conteúdo e outros).
PROJETO PEDAGÓGICO		- Concepções implícitas e/ou explícitas no programa (projeto institucional: filosofia e psicologia subjacentes).
UTILIZABILIDADE		<ul style="list-style-type: none"> - Adequação a tarefa e facilidade de uso - traduzida em critérios ergonômicos a serem verificados na interface e pelos ensaios de interação. - A interface gráfica, referente ao design e adequação estética ao objetivo pedagógico e modelo mental do usuário.
ASPECTOS	TÉCNICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Hardware; - Software; - Viabilidade.
	ORGANIZACIONAIS	
	FINANCEIROS.	

Se o objetivo último da ergonomia é adaptar o contexto de trabalho ao homem, então o software educacional ergonômico será aquele que atende aos objetivos educacionais, através de uma interface amigável e facilitadora ao usuário (Gamez, 1998).

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1. CONCLUSÕES

A nova tecnologia educacional, revestida de todo artefato tecnológico de hardware e software, exige novas tarefas e deveres para as pessoas e os profissionais que lidam com o processo ensino-aprendizagem computadorizado. O desafio é maior para estudantes, professores, pedagogos, administradores e especialistas em ensino de um lado, que geralmente não estão familiarizados com o domínio de conhecimento informática. E por outro, projetistas, programadores, designers, vendedores e outros que desenvolvem e distribuem estes produtos, que necessitam atender as necessidades destes consumidores..

Estas tarefas e deveres referem-se aos cuidados especiais que a nova tecnologia requer. Cuidados de ordem ergonômica e pedagógica. Ergonômica para que o usuário, aluno ou professor, possa utilizar a tecnologia com o máximo de segurança, conforto e produtividade conforme os preceitos da ergonomia e, pedagógico, para que as estratégias didáticas de apresentação das informações e tarefas exigidas estejam em conformidade com o objetivo educacional e as características de seu usuário.

Freqüentemente, o profissional de educação não tem a oportunidade de escolher e experimentar um software antes da sua utilização. A escolha de PEI são influenciadas por questões de ordem prática: por indicação de colegas, pelos que estão imediatamente disponíveis, por imposição da organização escolar, pela divulgação em artigos, jornais e revistas, pela descrição da embalagem entre outras formas.

Se os educadores possuem competência em relação a critérios de aprendizagem, o mesmo não ocorre em termos de usabilidade. Neste contexto, é necessário dispor de uma ferramenta que lhes permita efetuar uma avaliação *a priori* do programa, de maneira tenham uma orientação clara na identificação de como o software

trata a aprendizagem e de como os usuários irão operar o programa, ou seja, trata-se de avaliar a integração da usabilidade com o conteúdo e a forma de aprendizagem.

Educadores e projetistas, em geral estão separados física e epistemologicamente na concepção destes produtos cabendo ao professor ou facilitador, a responsabilidade de adequar ou adaptar seu uso para o objetivo da aprendizagem. Isso exige, destes profissionais e também dos alunos um esforço extra para a descoberta e o domínio da lógica de utilização destes materiais.

Para os projetistas e produtores, privilegia-se, na concepção, os recursos tecnológicos e a atividade de programação. Prevalece seu conhecimento técnico, em detrimento do conhecimento pedagógico necessário para um programa de cunho educacional: estratégias de ensino correspondentes aos objetivos pedagógicos fixados, formas de avaliação, psicologia e filosofia subjacentes à proposta do produto, entre outros.

Quem mais possui condições de conhecer o usuário é o professor e/ou o pedagogo ou especialista em ensino e o próprio aluno. Estes conhecem suas necessidades curriculares e de aprendizagem, seus ritmos, características pessoais e de grupo, especificidades do conteúdo da aprendizagem e outros atributos pedagógicos.

Por isso, faz-se necessário a integração do projeto técnico e o projeto pedagógico na concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados (PEI). Um não pode prescindir do outro para a garantia de uma qualidade ergonômica e pedagógica, que contemple no mesmo projeto as diversas competências técnicas, de interface e educacional.

As bases para competências técnicas e de interface estão presentes no capítulo 4 e parte do 5. As bases para competências pedagógicas estão enfatizadas nos capítulos 3 e 5: O capítulo 1, apresenta um quadro de contextualização da temática, destacando as principais teorias de aprendizagem e sua relação com a evolução da educação computadorizada, de forma a ter-se uma visão geral das implicações epistemológicas contidas em educação presencial e à distância (EPAD) informatizadas.

Em síntese, no conteúdo destes capítulos, identificou-se alguns dos procedimentos didático pedagógicos para realização em EAD (capítulo 3), destacou-se duas abordagens ergonômicas para concepção e avaliação de IHC, bem como destacou os critérios ergonômicos para avaliação de interfaces (capítulo 4), levantou-se algumas das contribuições sobre projeto e avaliação de PEI e, partindo destas abordagens da

ergonomia e da pedagogia, propõe-se construir, a partir de pesquisa nesta área, uma forma de integrar estes conhecimentos para um modelo de critérios e recomendações para concepção e avaliação ergonômica de software educacionais, que seja generalizáveis às diversas tipologias (capítulo5).

Desta forma, neste trabalho levantou-se algumas das bases teórico-metodológicas para que na concepção, avaliação e seleção de PEI de forma que se possa solucionar ou minimizar os problemas detectados na sua realização e utilização.

A construção deste suporte básico visa apoiar a reflexão e aplicação dos conhecimentos acumulados mais recentemente sobre essa temática, em virtude da necessidade de diálogo constante entre os profissionais e as competências exigidas para fazer educação multimídia.

Estes conhecimentos comprovam a necessidade da pesquisa ergonômica e pedagógica de forma integrada, de modo a contribuir com os profissionais e especialistas que atuam nesta área, na tomada de consciência de suas responsabilidades na aquisição de competência para intervir no processo.

As contribuições descritas ao longo dos capítulos permitem encontrar um meio para descobrir e agregar orientações metodológicas essenciais aos produtos educacionais ergonômica e pedagogicamente elaborados para fins educacionais.

A dissertação teve como objetivo, levantar bases ergonômicas e pedagógicas para orientação na concepção e avaliação de PEI. Neste sentido, o que denominou-se hipóteses, constituiu-se nas linhas orientadoras do trabalho e demonstraram, pelo conteúdo desenvolvido pela revisão bibliográfica, que a ergonomia em informática pode contribuir com estratégias e metodológicas, critérios e recomendações para desenvolvimento e avaliação de interfaces homem-computador (IHC) educacionais.

Outras hipóteses destacam a necessidade de aplicação de abordagens e preceitos integrados da ergonomia e da pedagogia, pautando-se nas teorias cognitivistas de aprendizagem, na informática educativa e no meio tecnológico, observando, também, na ergonomia de software, as exigências técnicas, pedagógicas e biopsicosociais para o objetivo da educação computadorizada. Destaca-se, ainda que para EPAD, a interface destes ambientes deve privilegiar métodos didáticos que favoreçam a auto-gestão, a aprendizagem autônoma, flexível e adaptável às peculiaridades do usuário.

Ainda que sejam hipóteses não comprovadas por dados quantitativos e qualitativos ou experimento, a revisão bibliográfica realizada apontam para a

confirmação destas afirmações. Entretanto, para confirmá-las (ou refutá-las), torna-se necessário aprofundar e aplicar estes conhecimentos como propõe as recomendações para trabalhos futuros.

Os objetivos específicos desta dissertação foram contemplados, na medida em que estruturou-se o trabalho buscando atingi-los, determinando, conseqüentemente, a forma metodológica da revisão bibliográfica realizada e a organização dos conteúdos dos capítulos.

Em conclusão, justifica-se esta integração da ergonomia com a pedagogia em razão da complexidade que a educação computadorizada comporta, necessitando, por isto, um tratamento integrador dos diversos aspectos envolvidos. Além disto, os modelos pedagógicos clássicos, em sua grande maioria, não estão adequadamente, sendo adaptados às novas situações em EPAD informatizadas.

Disto decorre que, fato de que uma interface bem produzida, do ponto de vista técnico, com todos os recursos multimídia, recomendações normalizadoras no projeto do software e/ou características ergonômicas contempladas no produto, será improdutiva e ineficaz se não atender as necessidades educacionais do usuário. O inverso, do mesmo modo, tornará improdutivo e ineficaz o uso pleno da máquina como ferramenta de suporte à aprendizagem.

6.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os conhecimentos produzidos a partir deste trabalho representam o ponto de partida para a concepção, avaliação e implementação da interface de um ambiente de Educação Tecnológica a Distância, projeto já em desenvolvimento no Laboratório Multi-institucional de Redes e Sistemas Distribuídos do CEFET/CE, cuja arquitetura encontra-se definida por quatro camadas: a interface, que será objeto de continuidade desta pesquisa, as aplicações que oferecerão os serviços, uma camada de negociação de qualidade de serviço (QoS), além da infra-estrutura de rede.

Torna-se necessário aprofundar o tema nos aspectos da ergonomia, da pedagogia, da psicologia cognitiva, da engenharia de software, da informática educativa, da educação tecnológica e conhecimentos afins para a realização do projeto, que prevê a otimização e incorporação do uso das redes de computadores na prática pedagógica no âmbito da educação tecnológica.

Outras recomendações decorrentes deste trabalho referem-se a:

- Realização de análises do trabalho docente e discente com ambientes informatizados, visando detectar as principais dificuldades e facilidades de interação e, a partir do diagnóstico, estabelecer as recomendações para correção e concepção de programas.
- Desenvolvimento de um modelo de avaliação de sistemas educacionais informatizados que integre os aspectos ergonômicos e pedagógicos conforme a proposta do capítulo 5. Este modelo pode ser construído em forma de checklist e/ou ensaios de interação como parte da avaliação, abordando todos os elementos possíveis, referentes a um produto educacional e ergonômico que possa auxiliar educadores e projetistas na concepção e avaliação destes produtos.
- Desenvolvimento da interface do Ambiente Integrado de Educação Tecnológica à Distância por Videoconferência, a partir das abordagens para IHC ergonômicas, e demais preceitos pedagógicos e ergonômicos apresentados neste trabalho, com o devido aprofundamento.
- Realização de novas pesquisas na área de ergonomia em informática e informática educativa, tendo em vista a evolução rápida que envolve as tecnologias da comunicação e informação e produtos de ensino auxiliado por computador.
- Realização de estudos sobre os modelos pedagógicos existentes, visando adaptá-los às novas situações em EPAD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARCIA, Ricardo Miranda et alli. **Educação à Distância e os vários níveis de interatividade**. Seminário Internacional sobre Redes e Teleducação. CNI/SENAI/CIET. Rio de Janeiro, dezembro, 1996.
3. BARTHE, M. **Ergonomie des logiciels. Une nouvelle approche des methodologies d'informatisation**. Paris: Masson, 1995.
4. BASTIEN, J. M. C., & SCAPIN, D. L.. **A validation of ergonomie criteria for the evaluation of human-computer interfaces**. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 4(2), 183-196. 1992
5. _____. **Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces**. (Relatório de Pesquisa Nº. 156). *INRIA -Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique*, Rocquencourt, França. 1993.
6. _____. **Evaluating a user interface with ergonomic criteria**. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7, 105-121. (1995).
7. BIERMAN, Dick J. **To be intelligent or not to be intelligent: is that the question?** University of Amsterdam, Roetersstraat 15, 1018 WB Amsterdam, 1995.
8. BORDENAVE, Juan Días. **Pode a Educação à Distância ajudar a resolver os problemas educacionais do Brasil?** In: *Tecnologia Educacional*, 15(70): 34-39.
9. BRUILLARD, Eric. **Les machines à enseigner**. Paris: Hermes, 1997 p. 25-67.
10. CAMILLO, Hélio da Conceição. **Tutorial de recomendações ergonômicas aplicadas à implementação de softwares**. Blumenau: Editora da FURB, 1995.
11. CAMPOS, Gilda Helena Bernardino. **Metodologia para avaliação da qualidade de software educacional. Diretrizes para desenvolvedores e usuários**. Rio de Janeiro, 1994. Tese de Doutorado.COPPE/UFRJ.
12. _____. **Avaliação da qualidade de software educacional**. COPPE/UFRJ, setembro de 1996.(notas de acompanhamento de curso).
13. CLUNIE, Gisela E. T,CAMPOS, Gilda H. B., ROCHA, Ana Regina. **Ambientes de Aprendizagem e hipertecnologias: uma relação promissora: UFRJ. COPPE – Sistemas**, março, 1996.
14. COUTAZ, Jöelle. **Interfaces homme-ordinateur: conception et realisation**. Paris: Dunod Informatique, 1990.
15. CRONJE, Joannes. **The process of Evaluating Software and its Effect on Learning**. University of Pretoria. Department of Didactics. Disponível on-line em <http://hagar.up.ac.za/catts/learner/eel/Conc/conceot.htm> (acessado em 18/04/98).

16. CRUZ, Dulce Márcia. **Manual de Vídeoconferência**. Produzido pelo LED-Laboratório de Ensino à Distância da Universidade Federal de Santa Catarina. PPGEP/UFSC/LED. Florianópolis, março, 1997.
17. CYBIS, Walter de Abreu. **A identificação dos objetos de interfaces homem-computador e de seus atributos ergonômicos**. Florianópolis, 1994. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Coordenadoria de Pós-graduação, Universidade Federal de Santa Catarina.
18. _____. **Abordagem Ergonômica para IHC. Labiutil.Laboratório de utilizabilidade**. Março, 1997. Notas de aula. www.ctai.rct-sc.br/labiutil.
19. DANTAS, Heloysa. Do ato motor ao ato mental: a gênese da inteligência segundo Wallon. In: TAILLE, Yves de la e et all. Piaget, Vigotsky, Waalon. **Teorias Psicogenéticas em Discussão**. São Paulo: Summus, 1992.
20. FIALHO, Francisco Antonio Pereira. **Sistemas de Educação à Distância**. UFSC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 1998. Notas de aula.
21. FIALHO, Francisco, SANTOS, Neri. **Manual de Análise Ergonômica do Trabalho**. Curitiba: Gênese, 1995.
22. GALVÃO, Izabel. Henri Wallon. **Uma concepção dialética do desenvolvimento infantil**. Petrópolis: Vozes, 1995.
23. GALVIS, A.H. **Ingenieria de Software educativo**. Santafé de Bogotá: Ediciones Uniandes, 1992.
24. _____. Software educacional multimídia. Aspectos críticos no seu ciclo de vida. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. Florianópolis, n.01, setembro de 1997.
25. GAMEZ, Luciano. **Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Humana. Portugal : Universidade do Minho, 1998 (a ser publicado)
26. GAONAC'H, Daniel ; GOLDER, Caroline. **Profession Enseignant: Manual de Psychologie pour l'enseignement**. Paris: Hachette Education, 1995.
27. GARDNER, Howard. **Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
28. _____. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
29. GILLI, Michel. **Aproches socio-construtives du développement cognitif**. In: GAONAC'H, Daniel e GOLDER, Caroline. **Profession Enseignant: Manual de Psychologie pour l'enseignement**. Paris: Hachette Education, 1995.
30. GOTTSCHALK, Tania .H. **Evaluation for Distance Educators**. <http://www.uidaho.edu/evo/dist4.html>.(acessado em 17/01/98)

31. _____. **Instructional Development for Distance Education.** Engineering Outreach. College of Engineering, University of Idaho (acessado em 17/01/98) <http://www.uidaho.edu/evo/dist3.html> (acessado em 17/01/98).
32. _____. **Strategies for Learning at a Distance.** <http://www.uidaho.edu/evo/dist9.html> (acessado em 17/01/98)
33. HOFFMAN, Jeff ; MACKIN, Denise. **Interactive Television Course Design: Michael Moore's Learner Interaction Model, from the classroom to Interactive Television.** Paper apresentado no International Distance Learning Conference (IDLCON), Washington DC, March, 1996.
34. JOHNSON-LAIRD, Philip N. **The Computer and Mind.** Cambridge: Haward, 1988.
35. LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência.** São Paulo: Editora 34, 1996.
36. LEZANA, A.R. ; CRUZ, D.M.; BOLZAN, R.; RODRIGUES, R. **Educação a Distância: o estado da arte.** Florianópolis: UFSC, 1995 (apostila do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção).
37. MARGULIES, Marcus. **Educação, uma corrida contra o tempo.** *Tecnologia Educacional*. v.25, n.129, p. 23-24, mar./abr. 1993.
38. _____. **Educação, uma corrida contra o tempo.** *Tecnologia Educacional*. v.25, n.129, p.23-24, mar./abr. 1993.
39. MATA, Maria Lutgarda. **Educação à Distância e novas tecnologias: um olhar crítico.** In: *Tecnologia Educacional*, São Paulo: v.22 (123/124), 1995.p.8-11.
40. MATIAS, Márcio. **Checklist: Uma ferramenta de suporte à avaliação ergonômica de interfaces.** Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Coordenadoria de Pós- graduação, Universidade Federal de Santa Catarina.
41. Mc LAREN , Peter. **Rituais na Escola: em direção a uma economia política de símbolos e gestos na educação.** Tadução: MARQUES, Juraci C.; BIAGGIO, Angela M.B. Petrópolis: Vozes, 1992.
42. MICHARD, Alain. **Maquettage et prototypage des interfaces.** In: SPERANDIO, Jean-Claude. **L'ergonomie dans la conception des projets informatiques.** Toulouse-France: Octares Éditions, 1993.
43. MISUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as Abordagens do Processo.** Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo: EPU, 1986.
44. MOÇO, Sueli de Souza. **O uso dos cenários como uma técnica de apoio para avaliações ergonômicas de software interativos.** Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Coordenadoria de Pós-graduação, Universidade Federal de Santa Catarina
45. MOURA FILHO, C. O.; OLIVEIRA, M.B.. **Um Sistema de Vídeo Conferência para o Ensino Tecnológico à Distância,** apresentado no I WEAD (Workshop Em Educação à Distância) do XIV SBRC -

Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Fortaleza, 20 a 23 de Maio de 1996.

46. MUCCHIELLI, Alex. **L'enseignement par ordinateur**. Paris: Presses Universitaires de France. Que sais-je?, 1987.
47. NIQUINI, Débora Pinto. **Informática na educação implicações didático - pedagógicas e construção de conhecimento**. [s.l.] : Editora UNIVERSA, [s.d.].
48. OLIVEIRA, Celina Couto; MENEZES, Eliane Inez M.; MOREIRA, Mércia. Avaliação de software educativo. **Tecnologia Educacional**. Rio de Janeiro, v.16, p. 50-54, jul/ago. 1987.
49. OLIVEIRA, Marta Kohl. Vygotsky e o processo de formação de conceitos. In: TAILLE, Yves de la et alli. Piaget, Vlgotsky, Waalon. **Teorias Psicogenéticas em Discussão**. São Paulo: Summus, 1992.
50. OLIVEIRA, Vera Barros. **Informática em Psicopedagogia**. São Paulo: Editora SENAC, 1996. ↙
51. PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
52. PEACOCK, Kent A . **Connecting to the Global Classroom: distance education in a University setting...** In: <http://www.utirc.utoronto.ca/DistanceEd/disted-report.html> (acessado em 19/04/96.14p,1996.
53. .PETTENDER, Owene, GOODING, C. Thomas. **Teorias da aprendizagem na prática Educacional**. São Paulo: EPU, 1977.
54. PRÉGENT, Richard. In: DEMERS, Marie-Josée et alli. **Video Conference et Formation**. Guide Pratique. Montreal: Editions de L'École Polytechnique de Montreal, 1996.
55. QUINONES, Ma. de Jesus López-Araguen. **La educación a distância en el futuro**. In: I Congresso Galego de Ensiñanza a distancia. 24 e 25 de setembro de 1992.
56. RAMOS, Edla Maria Fausto. **Análise ergonômica do sistema hiperNet buscando o aprendizado da cooperação e autonomia**. Florianópolis, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Coordenadoria de Pós- graduação, Universidade Federal de Santa Catarina.
57. RHÉAUME, Jacques. **Hipermédias et apprentissages**. Paris: INRP, 1993 p. 139-150.
58. RIGH, Carlos Antonio Ramirez. **Aplicação de recomendações ergonômicas ao componente de apresentação da interface de softwares interativos**. Florianópolis, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Coordenadoria de Pós – graduação, UFSC.
59. SALZMAN, Marilyn C. ; LOFTIN, R. Bowen. **ScienceSpace: Virtual Realities for learning complex na abstract scientific concepts**. 1995. <http://www.virtual.qmu.edu/vriaspdf.htm> acessado em 20/02/98.

60. SQUIRES, David e PREECE, Jenny ;. **Usability and learning: evaluating the potential of educational software.** Great Britain: Computer Edu. v. 27, n. 1, p. 15-22, 1996
61. SARAIVA, Terezinha. **A utilização em educação a distância: realizando as intenções.** *Tecnologia Educacional*, v.22(125) jul./ago. 1995. p. 31-34.
62. SCAPIN, Dominique L. **Organizing Human Factors Knowledge for Evaluation and Design of Interfaces - B.P. 105/78153 Le Chesnay Cedex, France.**
63. _____. **Situation et perspectives en ergonomie du logiciel.** In: SPERANDIO, J.C. *L'érgonomie du travail mental.* Paris: Masson, 1988.
64. SENACH, Bernard. **L'Évaluation ergonomique des interfaces homme-machine. Une revue de la littérature.** In: SPERANDIO, Jean-Claude. *L'ergonomie dans la conception des projets informatiques.* Toulouse-France: Octares Éditions, 1993.
65. SIANGS, James E. ; PUGH, Richard. **Using Interactive Vídeo for Instruction.** Office of Education Technology Services. Indiana University. In: http://www.ind.net/IPSE/fdhndbook/uiv_.html (acessado em 16/01/98).
66. SPANHOL, Fernando. **O estado da arte da videoconferência.** UFSC, 1997. (texto produzido para Mídia e Conhecimento no PPGEP/UFSC).
67. SPERANDIO, J.C. *L'érgonomie du travail mental.* Paris: Masson, 1988.
68. STERNBERG, Robert. **As capacidades Intelectuais Humanas: Uma abordagem de Processamento da Informação.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.
69. TAILLE, Yves de La e et alli. **Piaget, Vigotsky, Waalon. Teorias Psicogenéticas em Discussão.** São Paulo: Summus, 1992.
70. ULBRICHT, Vânia Ribas. **Modelagem de um Ambiente Hipermídia de Construção do Conhecimento em Geometria Descritiva.** Florianópolis, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Coordenadoria de Pós – graduação, UFSC. p.20-25.
71. VALENTIN, Anete; VALLERY, Gerard ; LUCONGSANG, Raymond. **L'évaluation ergonomique des logiciels. Une démarche iterative de conception.** Montreuge: ANACT, 1993.
72. VIEIRA, M. **Conceitos e Princípios relacionados com o ensino a distância.** Universidade Aberta de Lisboa. <http://www.agr.es/~ri/wh11g-15.htm> (acessado em 09/08/96).
73. WILLIS, Barry. **Instrucional Development for Distance Education.** ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Information Resources, Syracuse, N. Y., 1992.
74. _____. **Strategies for teaching at a distance.** ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Information Resources, Syracuse, N. Y., 1993.
75. WIN, Willian. **A conceptual basis for educational aplications of virtual reality,** 1993. <http://www.hitl.washington.edu/projects/education/winn/winn-R-93-9.txt> (acessado em 20/02/98).

76. **WISNER, Alain. Por dentro do trabalho. Ergonomia: Método e Técnica.**São Paulo: FTD, 1987.
77. . **YALLI, Juan Simon. Educação à Distância. Tecnologia Educacional v.22 (123/124) Mar/Jun, 1995.**