

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

MAEP: UM MÉTODO ERGOPEDAGÓGICO INTERATIVO DE
AVALIAÇÃO PARA PRODUTOS
EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS

CASSANDRA RIBEIRO DE OLIVEIRA E SILVA

Florianópolis
Mai/2002

CASSANDRA RIBEIRO DE OLIVEIRA E SILVA

**MAEP: UM MÉTODO ERGOPEDAGÓGICO INTERATIVO DE
AVALIAÇÃO PARA PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS**

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do título de DOUTOR EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.

Coordenador

Banca examinadora:

Profa. Dra. Leila Amaral Gontijo

Orientador - UFSC

Prof. Dr. Malcon Andersen Tafner

Moderador - ICPG

Profa. Dra. Julianne Fischer

Examinadora Externa - FURB

Profa. Dra. Vânia Ribas Ulbricht

Membro - UFSC

Prof. Dr. Ricardo Mendes Júnior

Examinador Externo - UFPR

Florianópolis – SC , Maio de 2002

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

Ao meu filho Marco Augusto Júnior.

A meus pais, irmão e irmãs.

Agradecimentos

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará - CEFET/CE, pelo apoio e incentivo.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pelas condições oferecidas, vivência acadêmica e ensinamentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, cujo apoio financeiro permitiu a realização de estágio no exterior no período de um ano.

À *Université de Genève, Unité de Technologies de Formation et Apprentissage – TECFA/FAPSE*, em especial a Patrick Mendelshon, Daniel Peraya, Pierre Dillembourg, Daniel Schneider, Mireille Bétrancourt e seus assistentes sempre dispostos a discutir e colaborar.

A Leila Amaral Gontijo, orientadora e amiga, pela confiança, conselhos e incentivo.

Aos Membros da banca, Julianne Fischer, Malcon Tafner, Vânia Ulbricht e Ricardo Mendes, pela participação decisiva e sugestões.

Ao Professor João Ernesto Castro, que colocou LSAD à disposição e cuja ajuda pessoal foi determinante para a concretização desta pesquisa.

Aos amigos e companheiros que partilharam comigo problemas e alegrias do dia-a-dia: Maria do Carmo Duarte Freitas, João Medeiros Tavares, Evaldo Correia Mota, Luciano Vargas, Bernadete Trindade, Margareth Kleis, Aridenise Macena, Fabrice Joye, Anne Marquis, Roseli de Souza, Flávio Santos, Lílian Suassuna, Luiz Flávio Martins, Tereza Lúcia Fontele e tantos outros que colaboraram de forma especial neste árduo e prazeroso caminho de aprendizagem, convivência e construção.

RESUMO

Atualmente, existem vários programas informatizados disponíveis para consumo individual ou coletivo com objetivos educacionais. No entanto, são poucos os métodos que permitem avaliá-los numa perspectiva menos técnica e mais voltada para seus usuários. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um método interativo que serve como ferramenta de ajuda à avaliação ergopedagógica de Produtos Educacionais Informatizados – PEIs – denominado MAEP. Sua concepção é calcada na sistematização de um conjunto de critérios ergonômicos e pedagógicos, complementados pelos de comunicação midiaticizada por computador de forma articulada e transformados em grades de avaliação, contendo questões estruturadas segundo uma criteriologia determinada para as categorias. A formulação do método é baseada em uma análise da situação nesses domínios, visando extrair uma abordagem integradora de usuário, aprendiz e leitor. Busca-se também que o processo de avaliação seja uma tarefa de interação entre o avaliador e o método. Uma validação do método com uma amostra de usuários e programas diversificados demonstrou seu potencial de adequação a diferentes tipos de situações em avaliações de PEI.

ABSTRACT

There is currently a broad line of softwares with educational objectives available for the individual consumer or the communities. However, few methods make it possible to evaluate them from a viewpoint that would be less technical and more directed towards the users. This work presents the development of an interactive method which is used as a tool for the ergo-pedagogical evaluation of the Computerized Educational Products (PEI), with the name of MAEP. Its design stems from the systematization of a set of ergonomic and teaching criteria, supplemented by those concerning the computer-mediatised communication according to an articulation and a transformation into level of evaluation containing questions structured by categories. The formulation of the method is based on the analysis of situation in this field aiming at extracting an integrated approach user/learner and reader. The goal is also that the process of evaluation be a task of interaction between the appraiser and the method itself. A validation of the method with a sample of users and various programs shows its potential of adequacy to various situations in the evaluation of PEIs.

RÉSUMÉ

Il existe actuellement une large gamme de produits informatisés à objectifs éducationnels disponible pour le consommateur individuel ou pour les communautés. Toutefois, peu de méthodes permettent de les évaluer selon une perspective moins technique et plus orientée vers les utilisateurs. Ce travail présente le développement d'une méthode interactive qui sert d'outil d'aide à l'évaluation ergo-pédagogique de Produits Educatifs Informatisés (PEI), cette dernière porte le nom de MAEP. Sa conception est calquée sur la systématisation d'une palette de critères ergonomiques et pédagogiques complétés par ceux concernant la communication médiatisée par ordinateur selon une articulation et une transformation en niveau d'évaluation contenant des questions structurées par catégories. La formulation de la méthode est basée sur l'analyse de situation dans ce domaine visant à extraire une approche intégrée utilisateur/apprenant et lecteur. Le but est également que le processus d'évaluation soit une tâche d'interaction entre l'évaluateur et la méthode elle-même. Une validation de la méthode avec un échantillon d'utilisateurs et de programmes divers démontre son potentiel d'adéquation à différentes situations d'évaluation des PEIs.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	XII
LISTA DE FIGURAS	XIII
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Exposição do tema	15
1.2 Justificativa e relevância da pesquisa	17
1.3 Problemática e questões da pesquisa	19
1.3.1 <i>Problemática</i>	19
1.3.2 <i>Questões de Pesquisa</i>	20
1.4 Objetivos: geral e específicos	20
1.5 Restrições da tese.....	21
1.6 Método de pesquisa e estrutura do trabalho	22
PARTE I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2 TEORIAS, EVOLUÇÃO E TAXONOMIA DOS PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS	25
2.1 Introdução	25
2.2 Aprendizagem à luz das teorias: um quadro sintético	25
2.3 Abordagens cognitivas predominantes no meio educacional: construtivismo e	
SOCIOCONSTRUTIVISMO.....	28
2.3.1 <i>A abordagem construtivista de Jean Piaget</i>	29
2.3.2 <i>A abordagem sócioconstrutiva do desenvolvimento cognitivo de Lev Vygotsky</i>	32
2.3.3 <i>A abordagem de Henri Wallon</i>	33
2.3.4 <i>Outras abordagens sobre aprendizagem</i>	34
2.4 Evolução dos Produtos Educacionais Informatizados	37
2.4.1 <i>Corrente comportamental</i>	38
2.4.2 <i>Corrente cognitivista</i>	38
2.5 Taxinomia dos ambientes de aprendizagem informatizados	39
2.6 Discussão	45
3 COMUNICAÇÃO PEDAGÓGICA MUDIATIZADA E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	46

3.1	Introdução	46
3.2	A Comunicação pedagógica midiaticizada	48
3.3	A Mediação pedagógica.....	49
3.4	A interatividade na comunicação mediada por computador.....	51
3.5	Os dispositivos de comunicação em educação a distância.....	53
3.6	Evolução tecnopedagógica em EAD.....	54
3.7	Suportes e ferramentas utilizadas em educação presencial e a distância	55
3.8	Características gerais de um sistema de EAD.....	61
3.8.1	<i>Fatores que caracterizam a EAD</i>	62
3.8.2	<i>A interação e o feedback</i>	64
3.8.3	<i>Os aspectos didático-pedagógicos</i>	65
3.9	Plataformas de EAD e modelos tecnopedagógicos.....	67
3.9.1	<i>Plataformas de EAD</i>	67
3.9.2	<i>Modelos tecnopedagógicos</i>	68
3.10	Discussão	71
4	ERGONOMIA DE INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR	72
4.1	Introdução	72
4.2	As Interfaces Humano-Computador – IHC	72
4.3	A ergonomia de software no projeto e avaliação de interfaces interativas	73
4.3.1	<i>Qualidade de interface</i>	74
4.3.2	<i>Princípios da interface</i>	75
4.3.3	<i>Etapas para definição de interfaces</i>	75
4.3.4	<i>Princípios e abordagens para concepção e avaliação de interfaces</i>	76
4.4	Panorama dos métodos de avaliação de IHCs.....	78
4.4.1	<i>Tipos de avaliação</i>	81
4.4.2	<i>Principais técnicas de registro e coleta de dados</i>	82
4.4.2.1	Questionários.....	82
4.4.2.2	Entrevistas	83
4.4.2.3	Registro em vídeo.....	83
4.4.2.4	Incidentes críticos.....	83
4.4.2.5	Traços escritos do trabalho	83
4.4.2.6	SUS (System Usability Scale)	84
4.4.2.7	Protocolo verbal.....	84
4.5	Um modelo empírico de avaliação ergonômica.....	84
4.5.1	<i>Reconhecimento do software</i>	85
4.5.2	<i>Definição da população e dos cenários</i>	87
4.5.3	<i>Coleta de dados</i>	89

4.5.4	<i>Análise dos dados coletados</i>	90
4.5.5	<i>Síntese dos resultados</i>	91
4.6	Recomendações ergonômicas para a concepção e avaliação de Interfaces Humano-Computador	92
4.6.1	<i>Recomendações de Ravden & Johnson</i>	92
4.6.2	<i>Os dez princípios de J. Nielsen</i>	93
4.6.3	<i>As recomendações de Jean Vanderdonck</i>	95
4.6.4	<i>As normas ISO 9126 e 9241</i>	97
4.6.5	<i>As recomendações de Bastien & Scapin</i>	98
4.7	Discussão	106
5 AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS – O ESTADO DA SITUAÇÃO NA LITERATURA		107
5.1	Introdução	107
5.2	A avaliação pedagógica	107
5.2.1	<i>Quem avalia?</i>	109
5.2.2	<i>O que avaliar?</i>	110
5.2.3	<i>Quando avaliar?</i>	113
5.2.4	<i>Como avaliar?</i>	113
5.2.4.1	Níveis de intervenção	114
5.2.4.2	Os critérios	115
5.2.4.3	Os elementos estruturais	116
5.2.5	<i>Com que avaliar?</i>	117
5.3	Abordagem ergonômica e pedagógica para avaliação de ambientes educativos informatizados	117
5.4	A abordagem de usuário, aprendiz e leitor para a avaliação de PEI	118
5.5	Papel da avaliação dos ambientes de aprendizagem	120
5.6	Modelos, ferramentas e métodos de avaliação de softwares educacionais	121
5.6.1	<i>Modelo de avaliação de Campos</i>	123
5.6.2	<i>A contribuição de Niquini</i>	125
5.6.3	<i>O modelo JIGSAW de Squires & Preece</i>	125
5.6.4	<i>A ferramenta MEDA 97</i>	128
5.6.5	<i>O método E.M.P.I.</i>	132
5.6.6	<i>Processo de avaliação de software multimídia de Cronje</i>	134
5.6.7	<i>A escala de avaliação desenvolvida por Reeves & Reeves</i>	137
5.6.8	<i>Técnica de Inspeção Ergonômica de Software Educacional – TICESE</i>	139
5.6.9	<i>Ensaio para a construção de um modelo integrado de Silva</i>	141
5.7	Discussão	143
PARTE II – APLICAÇÃO		145

6	DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DO MÉTODO.....	145
6.1	Introdução	145
6.2	Orientação metodológica para a concepção do método	147
6.3	Elaboração da estrutura geral dos critérios	151
6.4	Descrição das categorias e dos critérios estudados	152
6.5	Categoria de critérios ergonômicos	153
6.5.1	<i>Decomposição e definição dos critérios ergonômicos.....</i>	<i>154</i>
6.6	Categoria de critérios pedagógicos.....	165
6.6.1	<i>Decomposição e definição dos critérios pedagógicos.....</i>	<i>166</i>
6.6.1.1	Critérios de ensino-aprendizagem.....	166
6.6.1.2	Critérios de dispositivos da formação.....	181
6.6.1.3	Critérios de controle e gestão do processo.....	183
6.6.1.4	Critérios de validade político-pedagógica.....	186
6.7	Categoria de critérios comunicacionais	187
6.7.1	<i>Decomposição e definição dos critérios comunicacionais</i>	<i>189</i>
6.8	As medidas do método.....	195
6.8.1	<i>Elaboração das grades de avaliação - geração dos questionários.....</i>	<i>195</i>
6.8.2	<i>Escalas de medida.....</i>	<i>196</i>
6.8.3	<i>Diretivas de escolha da medida do método</i>	<i>196</i>
6.9	Avaliação do conteúdo do método	197
6.9.1	<i>Perfil dos avaliadores.....</i>	<i>198</i>
6.9.2	<i>Descrição dos produtos avaliados.....</i>	<i>198</i>
6.9.3	<i>Síntese da avaliação</i>	<i>199</i>
6.10	Discussão	201
7	DESENVOLVIMENTO OPERACIONAL DO MÉTODO	203
7.1	Introdução	203
7.2	A arquitetura do MAEP	204
7.3	O traço regulador	206
7.4	A carta gráfica	206
7.5	A interface	206
7.6	Ambiente de programação	209
7.7	Possíveis extensões.....	210
8	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	211
8.1	Conclusões	211
8.2	Perspectivas futuras.....	216
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	217

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Síntese das questões críticas sobre a aprendizagem	25
Quadro 2.2 – Diferenças entre construtivismo e socioconstrutivismo	28
Quadro 2.3 – Estágios do desenvolvimento da inteligência segundo Piaget.....	30
Quadro 2.4 – Estágios de desenvolvimento segundo Henri Wallon.....	34
Quadro 2.5 – Abordagens sobre aprendizagem	35
Quadro 2.5 – Abordagens sobre aprendizagem	36
Quadro 2.6 – Evolução da 2ª geração de Ensino Auxiliado por Computador	40
Quadro 2.7 – Comparação entre EAC e EIAC	44
Quadro 3.1 – Evolução da EAD	54
Quadro 3.2 – Principais suportes e características utilizadas em educação presencial e a distância	56
Quadro 3.3 – Fatores que caracterizam um sistema de EAD	63
Quadro 5.1 – Pólos de Interesse do MEDA97.....	129
Quadro 5.2 – Aspectos e sub-aspectos da avaliação formativa e somativa	136

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fases da aprendizagem de Gagné (Galvis, 1992, p.110).....	37
Figura 2.2 – Taxinomia esquemática dos ambientes de aprendizagem (Adaptado de Mendelshon, 1997).	43
Figura 3.1 – As quatro formas de mediações (Peraya, 1999).	48
Figura 3.2 – O dispositivo de comunicação pedagógica (Adaptado de Peraya & Ott, 2000) ..	50
Figura 3.3 – Representação gráfica de um dispositivo de aprendizagem integrado (Class, 2001).	58
Figura 3.4 – Aspectos conceituais de um ambiente de aprendizagem integrado (Class, 2001)	59
Figura 3.3 – Características de um modelo de EAD (Silva, 1998).....	62
Figura 3.3 – Fatores que caracterizam um sistema de EAD	64
Figura 4.1 - Esquema geral do modelo de avaliação (Valentin et all ,1993. P.26).....	86
Figura 5.1 – Modelo tridimensional que permite definir o nível de interatividade (Depover, 1998, p.145)	114
Figura 5.2 – Objetivos , fatores e subfatores de qualidade de programas (Campos, 1996, p.31).	124
Figura 5.3 – Nível das tarefas no modelo Jigsaw (Squire & Preece, 1996 p.19)	127
Figura 5.4 – Interface de inicialização do MEDA97 (MédiaScreen, CD-ROM, Université de Liège, 1997).	132
Figura 5.5 – Critérios pedagógicos (Reeves, <i>apud</i> Campos, 1996).....	137
Figura 5.6 – Procedimento gráfico segundo a metodologia de Reeves <i>apud</i> Campos (1996)	138
Figura 5.7 – Proposta para um modelo integrado de avaliação (Silva & Vargas, 1999).....	142
Figura 5.8 – Estrutura do <i>checklist</i> (Silva & Vargas, 1999)	143

Figura 6.1 – Critérios por categoria	152
Figura 6.2 – Decomposição dos critérios ergonômicos	154
Figura 6.3 – Decomposição dos critérios pedagógicos.....	166
Figura 6.4 – Decomposição dos critérios de ensino-aprendizagem.....	167
Figura 7.1 – Arquitetura de organização do método.....	204
Figura 7.2 – Arquitetura geral do sistema.....	205
Figura 7.3 – Tela de abertura	207
Figura 7.4 – Tela de apresentação.....	207
Figura 7.5 – Tela de seleção dos módulos de avaliação	208
Figura 7.6 – Decomposição de um critério.....	208
Figura 7.7 – Tela de avaliação de um sub-critério.....	209

1 INTRODUÇÃO

1.1 EXPOSIÇÃO DO TEMA

As Novas Tecnologias da Informação e Comunicação – NTICs – como Internet e Intranets, o ambiente WWW (World Wide Web), as multimídias e hipermídias interativas transformadas em CD-ROM, aplicadas aos diversos tipos e modalidades de formação presencial e/ou a distância, exigem dos profissionais novas competências e novos papéis.

O desafio é maior para os consumidores finais como estudantes, professores, pedagogos, administradores e especialistas em ensino que, de um lado, não estão ainda suficientemente habituados a interagir confortavelmente dentro de uma lógica de funcionamento e utilização de dispositivos de comunicação midiaticizada por computador.

A avaliação de Produtos Educacionais Informatizados – PEIs – é, sem dúvida, a problemática enfrentada pelos profissionais e pesquisadores que trabalham com desenvolvimento e utilização desses produtos. Para Mendelsohn (1997), esse tema coloca uma questão simples, porém difícil de resolver: o *software* (ou dispositivo tecnológico) que se utiliza em um curso é eficaz para ensinar? A questão é controversa porque as pesquisas sobre avaliação de produtos demonstram a insuficiência de conhecimentos sobre os modelos de ensino e de aprendizagem. O estabelecimento de critérios convencionais de sucesso escolar associado aos resultados nas matérias-alvo é frequentemente criticado como sendo pouco adaptado a esse gênero de pesquisa.

Além disso, no cenário de aplicação e uso educacional da diversidade de produtos que utilizam interfaces gráficas para estabelecer a relação usuário-sistema, destaca-

se a necessidade de desenvolver e utilizar métodos de avaliação para verificar a capacidade do programa em permitir ao usuário condições de atender a seus objetivos. Ressalte-se que determinar a qualidade da interface de um ambiente educativo é um trabalho não somente complexo, mas também um campo aberto à pesquisa, especialmente interdisciplinar.

Tal desafio é imposto também a projetistas, programadores, *designers*, responsáveis institucionais e outros que desenvolvem e distribuem esses produtos e que precisam tomar conhecimento, *a priori*, de quem é o usuário e das diretrizes pedagógicas que devem contemplar para atender eficazmente suas necessidades e objetivos.

A interação entre uma pessoa e uma máquina é diferente da interação entre pessoas. Tratando-se de computadores, essa nova tecnologia requer outras competências e precauções especiais, essencialmente as de ordem ergonômica e pedagógica, ou seja, mais voltadas ao usuário.

Na interseção das duas abordagens, faz-se necessário observar os elementos comunicacionais, considerando que, em um ambiente informatizado, “a interface é a camada mais próxima do usuário. Ela é o lugar de contato, de trocas, de comunicação” (Rhéaume, 2000). Com as interfaces gráficas de hoje e as ferramentas interativas agregadas, o computador torna-se cada vez mais “falante”.

A proposição para a abordagem ergonômica considera que o **usuário**, aluno ou professor deve utilizar a tecnologia com o máximo de segurança, conforto e produtividade, conforme os preceitos da ergonomia.

Há que considerar o aspecto pedagógico, para que as estratégias didáticas de apresentação das informações e tarefas exigidas no processo ensino-aprendizagem estejam em conformidade com o objetivo educacional e as características do **aprendiz**/usuário.

Complementarmente, os dispositivos midiáticos de comunicação entre os interlocutores [professor (conteúdo) x aprendiz x interface] devem também ser eficazes dos pontos de vista da interatividade permitida, da comunicação audioscriptovisual e da qualidade da informação que devem representar a realidade do **leitor**/usuário/aprendiz.

O conceito de **usuário/aprendiz/leitor** é um aspecto importante deste trabalho, justificado pela preocupação de criar instrumentos que permitam elevar a qualidade destes ambientes na perspectiva integrada da ergonomia e da pedagogia para ambientes informatizados, tendo como elementos intermediários os campos disciplinares pertinentes ao

sujeito da avaliação, em especial os que se referem aos parâmetros de comunicação mediados.

Os grandes campos disciplinares de confluência do método proposto para esta tese incluem a ergonomia de Interface Humano-Computador-IHC, Teorias da aprendizagem, Novas Tecnologias da Informação e Comunicação – NTICs, aplicadas ao ensino e à aprendizagem (multimídias, hipermídias e web), Produtos Educacionais Informatizados-PEI e Comunicação Pedagógica Mediada – CPM, domínios interdisciplinares que constituirão as suas bases teóricas.

1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

As Tecnologias da Informação e Comunicação vêm se desenvolvendo e se incorporando à vida cotidiana de forma acelerada. Quando aplicadas à educação, agregam-se ao processo ensino-aprendizagem como mídias de grandes potenciais pedagógicos. Dentre os diversos domínios tecnocientíficos abertos em torno desta temática, ressaltam-se a concepção e avaliação de Produtos Educacionais Informatizados, incluindo os produtos de Internet como *sites* educativos, portais educacionais, cursos a distância, trabalho colaborativo e plataformas de EAD.

Ressalte-se, ainda, a dimensão interdisciplinar que essa temática comporta, sobretudo para atingir o objetivo proposto, o que se dará com outros ramos do conhecimento como ergonomia, psicologia cognitiva, pedagogia, comunicação e informática, resultando em uma pesquisa importante e inovadora para duas áreas de confluência do trabalho: ergonomia e pedagogia.

Com as novas tecnologias educativas ou comunicação pedagógica realizada através de mídias, o conceito usuário/aprendiz/leitor adquire um sentido cada vez mais importante visto que, para interagir mais eficazmente com a máquina, ele deve dispor de uma representação (imagem operativa) da realidade do ambiente de trabalho de tal maneira que a interface seja transparente, intuitiva e harmoniosamente integrada à tarefa.

A abordagem integrada usuário/aprendiz parte, sobretudo, do princípio de que ele utiliza um PEI com um duplo *status*: é certamente um aprendiz, mas também um usuário. Confrontado a um *software* ou *site*, o sujeito deve aprender a interface e o conteúdo veiculado.

É essa dimensão e visão que justifica a pesquisa como de grande relevância para buscar soluções no processo de avaliação desses PEIs. Outras razões que justificam sua contribuição tecnocientífica na área de desenvolvimento e aplicação das NTICs em educação são:

- a) colaborar com a 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;
- b) ressaltar a visão interdisciplinar do tema, considerando que a complexidade da educação computadorizada é situada na camada mais próxima do usuário/aprendiz/leitor: a interface;
- c) sistematizar um quadro teórico-metodológico de conhecimentos que possibilite a reflexão e possa intervir na pedagogia direcionando-a à área da educação computadorizada, da ergonomia de Interface Humano-Computador e da comunicação pedagógica midiaticizada, visando suprir carências nas competências dos profissionais que lidam com NTICs em educação presencial e a distância;
- d) provocar a discussão sobre o assunto e aprofundar o conhecimento produzido dentro de uma abordagem *pluri* e transdisciplinar da pedagogia, da ergonomia, da engenharia de *software* e dos sistemas de informação tecnológica, para melhor operacionalização de resultados de projetos e avaliação de PEIs utilizados em educação presencial e a distância;
- e) contribuir para a utilização eficiente, pedagógica e ergonomicamente adequada, da tecnologia em situações de ensino-aprendizagem, utilizando multimídia, hipermídia e Internet.

Das razões e contribuições mencionadas, ressalte-se que o principal atributo deste trabalho centra-se mais no conteúdo do método proposto, parte referente ao desenvolvimento conceitual (parte II, cap.6), e menos no desenvolvimento operacional, de implementação informática do método em um sistema interativo, para onde convergirá um tratamento técnico futuro já aqui delineado.

1.3 PROBLEMÁTICA E QUESTÕES DA PESQUISA

1.3.1 Problemática

Com o advento da aprendizagem por multimídia, hipermídia e WWW, grande parte dos profissionais de educação (pedagogos, especialistas, professores de áreas humanas, sociais e exatas) encontram diversas dificuldades em lidar e explorar tecnologicamente e de modo eficaz as questões ligadas à informática e NTICs.

Da mesma maneira, na área tecnológica e de informática, programadores, engenheiros, *designers*, chefes de projetos, por exemplo, não sabem como tratar as questões cognitivas e pedagógicas que devem estar explícitas nos produtos que desenvolvem. Em ambos os casos, todos têm necessidade de integrar as questões que concernem aos dois domínios: pedagogia e ergonomia de Interface Humano-Computador.

Por consequência, os PEIs desenvolvidos para a formação presencial (CD-ROMs em multimídia e hipermídia) e a distância (plataformas, portais virtuais, *sites* educativos e páginas web de formação) são, freqüentemente, mais resultantes de aplicações informáticas e digitalização de material que de conteúdos e ferramentas com tratamento didático e eficácia pedagógica e de comunicação midiaticizada.

Como exemplo concreto, citem-se os diversos produtos como os CBTs (Computer Based Training) com o rótulo de educativo, os livros eletrônicos ao modo hipermídia ou de curso a distância com o suporte da Internet que possuem recursos interessantes e diversificados e as interfaces de boa navegação, todos com conteúdos densos, mas constituindo-se em modelos didáticos insuficientes para garantir que a aprendizagem ocorra eficazmente, fato comprovado pelos altos índices de desistência e/ou abandono da ferramenta no meio de um percurso de formação.

Em relação aos produtos oferecidos por instituições privadas e públicas (cursos a distância baseados na Web, CD-ROMs educativos), sabe-se que raramente são concebidos e avaliados com base nos preceitos da ergonomia e da pedagogia, resultando disso produtos de baixa qualidade, ou seja, eficácia pedagógica de difícil utilizabilidade.

Esses produtos são desenvolvidos, não raro, a partir da opinião pessoal do projetista, da sua habilidade tecnológica, criatividade, intuição e outros improvisos. Com freqüência, esses profissionais não possuem uma equipe multidisciplinar que os auxilie a

priori e *a posteriori* nas formulações dos princípios metodológicos, nas reflexões, nas tomadas de decisão referentes ao conhecimento e à atividade do futuro usuário do sistema.

Falta, pois, na concepção e avaliação destes produtos para o ensino, um tratamento pluridisciplinar considerável entre os projetos de interface, pedagógico, comunicacional e tecnológico de forma integrada, que sirva de guia a esses profissionais. Falta ainda pensar e avaliar esses ambientes na percepção de quem vai utilizar, ou seja, na perspectiva do usuário/aprendiz/leitor.

Como considerar essa problemática numa abordagem integradora de avaliação gera as questões de pesquisa.

1.3.2 Questões de Pesquisa

As questões que se impõem para a formulação de problemas são:

- a) Como avaliar os PEIs na perspectiva articulada da ergonomia e da pedagogia, considerando o tipo de comunicação mediada por computador?
- b) Quais critérios destes domínios determinam parâmetros desejáveis de qualidade de um PEI, de modo que sejam específicos a cada domínio e comum a todos?
- c) Como desenvolver e implementar um método de avaliação em uma ferramenta interativa de forma que possa ser acessível, automatizado e personalizável para o usuário-avaliador?

O desenvolvimento desta pesquisa buscará respostas e soluções conceituais e operacionais a fim de atingir os objetivos propostos neste trabalho, o que se resume em desenvolver um método ergopedagógico interativo próprio à avaliação de PEIs.

1.4 OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS

Geral:

Desenvolver um método interativo de avaliação que sirva como ferramenta ergonômico pedagógica própria para ajudar os profissionais de diferentes áreas na avaliação de Produtos Educacionais Informatizados.

Específicos:

- a) Elaborar um quadro conceitual que fundamente e sistematize a problemática da tese no que se refere a ambientes educacionais informatizados e concepções de aprendizagem, ergonomia de IHC, elementos de comunicação midiaticizada por computador e revisão do estado da situação em avaliação de PEIs.
- b) Propor os critérios de avaliação de PEI a partir da adaptação de diversos critérios e regras ergonômicas de avaliação de interfaces.
- c) Comparar diferentes modelos, métodos e ferramentas de avaliação de *softwares* e *sites* existentes, a fim de identificar os critérios considerados por seus autores.
- d) Realizar o desenvolvimento conceitual do método, estabelecendo seu conteúdo nas três categorias: ergonômica, pedagógica e comunicacional.
- e) Elaborar as grades de avaliação a partir da definição das categorias, dos critérios de cada uma e da determinação de suas questões.
- f) Desenvolver módulos de avaliação e integrá-los em uma proposta de ferramenta automatizada.
- g) Realizar uma validação do conteúdo do método com uma amostra diversificada de usuários e programas.
- h) Propor uma arquitetura de organização do método para implementação em versão demonstrativa.

1.5 RESTRIÇÕES DA TESE

Existem dificuldades metodológicas e limitações para qualquer que seja o modelo, método ou ferramenta de avaliação implementados. Algumas delas são, sobretudo relativas ao contexto do ambiente sobre a aprendizagem, visto que a utilização de um programa informatizado assim como outras formas inovadoras de aprendizagem provocam uma variedade de impactos sobre o aprendiz tanto no nível externo (social) como no interno (mudança de comportamento, aprendizagem), considerando o nível da teoria pedagógica e das correntes cognitivistas.

De outra forma, consideram-se também os impactos potenciais do uso da informática na educação (vantagens e desvantagens) que dependem de muitos fatores não controlados e difíceis de detectar, razão por que se torna difícil realizar plenamente uma avaliação. Entretanto, o estabelecimento de critérios que observem esses impactos a partir de regras e recomendações proporciona margem de segurança e diminui o caráter subjetivo de uma análise sobre a qualidade pedagógica e ergonômica do produto.

Leve-se, ainda, em consideração que a implementação plena de um sistema informático com todas as funcionalidades necessita de pessoas com competências especializadas em desenvolvimento de *software*. Por esse motivo e por não ser o foco principal do trabalho, restringiu-se a uma versão demonstrativa.

1.6 MÉTODO DE PESQUISA E ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa possui um caráter empírico-exploratório e de desenvolvimento de produto. A proposta de concepção do método segue uma construção metodológica inspirada nos processos de desenvolvimento e avaliação de produto informatizado, cujos procedimentos para alcançar os objetivos são pautados em metodologia utilizada pela ergonomia de Interface Humano-Computador, segundo um modelo de desenvolvimento de objeto pedagógico, visando atender aos objetivos.

Dessa forma, a tese é dividida em duas partes. Na primeira, tem-se o enquadramento teórico, que delimita as vertentes a serem consideradas no desenvolvimento do método e que constituem as temáticas de fundamentação teórica. Na segunda, apresenta-se a proposição conceitual e operacional do método.

Sobre a primeira parte, diga-se estar dividida em quatro capítulos que englobam em seu conteúdo as três grandes áreas de conhecimento a serem consideradas para a proposição do método de avaliação: a vertente pedagógica que traça o panorama da psicologia da aprendizagem, taxinomia e evolução dos ambientes de aprendizagem informatizados; a vertente comunicacional, na qual ressaltam-se os aspectos ligados às NTICs, à comunicação midiaticizada por computador e à educação a distância e a vertente ergonômica relativa aos aspectos de Interface Humano-Computador, com destaque à avaliação ergonômica de interfaces. O quarto capítulo destaca alguns modelos, abordagens e

ferramentas de avaliação de PEIs que serviram de escopo para a análise e elaboração do método proposto.

A segunda parte (capítulos seis e sete) apresenta o desenvolvimento conceitual e operacional do método proposto, bem como sua validação junto a usuários e programas diversificados.

PARTE I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A capacidade de acesso às informações e a facilidade de uso são os fatores fundamentais para a massificação e democratização do conhecimento. Com essa visão, a integração das tecnologias informáticas e telemáticas com a educação – *softwares* educativos, de entretenimento, aplicativos e Internet, entre outros – faz revisar clássicos conceitos de ensino e aprendizagem e produz outros que favorecem práticas educativas inovadoras, ao tempo em que provoca diferentes maneiras de ver e de reagir no cotidiano de construção do saber e do saber-fazer.

Quanto à avaliação desses diversos PEIs, conhecer ou determinar sua qualidade e eficácia não se limitam a tarefas facilmente mensuráveis por dados quantitativos. Saber o que observar nesses produtos guarda também uma complexidade. As duas razões se devem à implicação na interação e integração de diversos domínios do comportamento humano. A complexidade da tarefa de avaliar implica considerar inúmeros e diferentes atributos que devem ser observados desde a fase de concepção (projeto e produção), até a de teste da versão final e utilização pedagógica.

Ao projeto de interface e de comunicação mediatizada por computador, acrescenta-se, por consequência, o projeto pedagógico e, nesse caso, os objetivos da ergonomia de *software* são mais amplos para projetistas e profissionais da educação que devem fornecer meios para a concepção e avaliação de interfaces de aplicações educativas, a fim de que possam acrescentar ao usuário final – usuário/aprendiz/leitor – um valor à sua aprendizagem e, por consequência, otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

2 TEORIAS, EVOLUÇÃO E TAXONOMIA DOS PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS

2.1 INTRODUÇÃO

A história e a evolução corrente de utilização de computadores em educação é discutida em termos de integração da Tecnologia de Informação e Comunicação – TIC com as teorias da aprendizagem.

Os programas informatizados de uso educacional, a partir dos mais clássicos (aplicativos, tutoriais, exercício e prática, simulação, jogos...) aos mais sofisticados (Sistemas Tutoriais Inteligentes - STI e Realidade Virtual – RV) contêm, de uma maneira explícita ou implícita, opções teóricas de ensino e aprendizagem que são privilegiadas no produto e resultam de pesquisas e aplicações experimentais sobre a natureza do processo de aprendizagem e sua modelagem pedagógica.

2.2 APRENDIZAGEM À LUZ DAS TEORIAS: UM QUADRO SINTÉTICO

As questões críticas que constituem objeto de reflexão e experimentações de psicólogos, educadores, neurocientistas, engenheiros de sistemas, lingüistas, pesquisadores em inteligência artificial entre outros que, segundo suas interpretações e crenças conceituais, buscam adaptar e conceber modelos de aprendizagem implementáveis informaticamente, são sintetizadas no quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Síntese das questões críticas sobre a aprendizagem

VARIAVEIS	QUESTÕES
Tempo	Quando ocorre a aprendizagem?
Condições	Como ocorre a aprendizagem?
Razões	Por que a aprendizagem ocorre? Ou Qual é o primeiro motor ou motivo que permite que a aprendizagem ocorra?
Ações	O que faz a pessoa quando aprende?
Resultados	Como sabemos que uma pessoa aprendeu?

Existem várias definições do termo aprendizagem. Convém destacar o conceito utilizado pela Psicologia como uma aceção técnica que consiste, conforme George (1985), na melhoria estável do comportamento ou das atividades intelectuais atribuídas à experiência do indivíduo. Convém enfatizar que a aprendizagem distingue-se da noção de memória e de aquisição. Para aprender, é preciso antes descobrir, selecionar e elaborar as informações que serão memorizadas.

As principais interpretações das questões relativas à natureza da aprendizagem remontam ao passado histórico da Filosofia e da Psicologia (Johnson-Laird, 1988; Pettenger & Gooding, 1977; Rich & Knight, 1993). Diferentes correntes de pensamento e teorias desenvolvidas definiram os paradigmas educacionais que se seguem:

- a) **empirismo** - a inteligência é concebida como sendo uma faculdade capaz de armazenar e acumular conhecimento. Este paradigma 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 mais complexos (Gaonac’h e Golder, 1995). A mente é considerada inerte, e as idéias vão sendo gravadas a partir das percepções;
- b) **inatismo ou nativismo** - as formas de conhecimento são pré-determinadas no sujeito que aprende. O argumento deste paradigma é 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, op. cit.);
- c) **associacionistas, comportamentalistas ou behavioristas** - o comportamento complexo é resultado da combinação de uma série de condutas simples. Grandes representantes desta corrente são Edward L. Thorndike e B.F. Skinner (Silva, 1998) de cujo cabedal constam as teorias do condicionamento operante, do comportamento reflexo ou estímulo-resposta. Para o primeiro, o padrão básico da aprendizagem é uma resposta mecanicista às forças externas, isto é, um estímulo provoca uma resposta. Se a resposta é recompensada, deu-se a aprendizagem. No segundo caso, a ênfase é dada à questão do controle do comportamento pelos reforços que

ocorrem com a resposta ou após a mesma, com o fim de atingir metas específicas;

- d) teóricos de Campo - *gestalt e fenomenologia*** - esta corrente defende serem as pessoas capazes de pensar, perceber e responder, numa dada situação, segundo suas percepções e suas interpretações individuais. As grandes escolas deste paradigma são representadas na *Gestalt* pelos alemães Wertheimer, Koffka e Köhler e na *Fenomenologia*, por Combs e Snygg (Pettenger, 1977). Diferentemente das primeiras em que o comportamento é seqüencial, indo do mais simples para o mais complexo, nessa corrente, o todo ou total é mais que a soma das partes ;
- e) teóricos do processamento da informação ou cognitivismo** - de origem mais recente, estes teóricos reúnem diversas abordagens, vez que estudam a mente e a inteligência em termos de representações mentais e processos subjacentes ao comportamento observável, além de considerarem o conhecimento um sistema de tratamento da informação.
- Segundo Misukami (1986), uma abordagem cognitivista consiste em estudar cientificamente a aprendizagem como um produto resultante do ambiente, das pessoas ou de fatores externos a ela. O modo como as pessoas lidam com estímulos ambientais, organizam dados, sentem e resolvem problemas, adquirem conceitos e empregam símbolos constitui o centro da investigação. Os psicólogos do processamento da informação estudam as capacidades intelectuais humanas a partir da análise de como as pessoas solucionam as difíceis tarefas mentais para construir modelos artificiais com o objetivo de compreender os processos, estratégias e representações mentais utilizadas por elas no desempenho destas tarefas (Sternberg, 1992);
- f) pesquisa em Inteligência Artificial (IA)** – utiliza os estudos teóricos e experimentais da Psicologia Cognitiva com vistas a implementações informáticas, principalmente os vários mecanismos voltados à aprendizagem no ambiente computacional, baseados nas pesquisas sobre aprendizagem por memorização, no aconselhamento, na solução de problemas, nos exemplos indutores, estes baseados em explicações, descobertas e analogias, podendo

ainda ocorrer por meio de redes neurais e aprendizagem genética (Silva, 1998).

2.3 ABORDAGENS COGNITIVAS PREDOMINANTES NO MEIO EDUCACIONAL: CONSTRUTIVISMO E SOCIOCONSTRUTIVISMO

Dentre as teorias cognitivas clássicas e contemporâneas, duas se destacam no meio educacional: o construtivismo de Jean Piaget e o socioconstrutivismo de Lev S. Vygotsky. Segundo Borbalin (1998), apesar de as duas correntes estudarem o desenvolvimento cognitivo, quando enfocam a aprendizagem, apresentam diferenças, o que está sintetizado no quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Diferenças entre construtivismo e socioconstrutivismo

JEAN PIAGET	LEV S. VYGOTSKY
Importância do diálogo com os objetos e a descoberta por experiência pessoal.	Importância das interações sociais e a relação de ajuda.
Concepção biológica de aprendizagem em um movimento conduzindo o pensamento do individual ao social.	Concepção social de aprendizagem em um movimento conduzindo o pensamento do social ao individual.
Aprendizagem por descentração progressiva a partir do egocentrismo infantil.	Aprendizagem por interiorização progressiva da ação, graças à linguagem interior.
O desenvolvimento é a condição de possibilidade de aprendizagem, o qual deve respeitar o estágio de desenvolvimento em curso.	A aprendizagem permite uma antecipação do desenvolvimento, usufruindo a zona proximal do desenvolvimento (ZPD).
Concepção estruturalista da aprendizagem.	Concepção funcionalista da aprendizagem.
A estrutura cognitiva evolui por reorganização de esquemas, seguida de desequilíbrios e reequilibrações majoritárias (sujeito epistêmico).	Cada função psíquica superior aparece duas vezes no curso do desenvolvimento: a 1a., ao nível social, a 2a., ao nível individual (passagem do interpsíquico ao intrapsíquico).
Ceticismo sobre a pedagogia: <i>“cada vez que se explica alguma coisa à criança, ela é impedida de inventar”</i> .	Importância decisiva da mediação: <i>“se uma criança faz um passo na aprendizagem, ela avança dois passos no seu desenvolvimento”</i> .
Papel do adulto: propor ao estudante um ambiente rico e construir situações favoráveis à emergência dos conflitos cognitivos, que são os motores do desenvolvimento.	Papel do adulto: solicitar o estudante na zona proximal do desenvolvimento e lhe permitir agir em colaboração, o que lhe dará amanhã a capacidade de conseguir sozinho.
Concepção sobretudo útil para analisar os erros dos estudantes e conceber remediações.	Concepção sobretudo útil para construir dispositivos didáticos exigentes e estimulantes.

Fonte: Adaptado de Borbalin, 1998, p. 183.

Dada a pertinência das preocupações epistemológicas, culturais, lingüísticas, biológicas e lógico-matemáticas das teorias cognitivistas, *e.g.*, como o construtivismo de Jean Piaget e o sociointeracionismo de Lev Vygotsky e Henri Wallon, elas têm sido bastante difundidas e aplicadas no ambiente educacional, em especial na didática e em alguns dos programas de ensino auxiliados por computador, além de exercerem poderosa influência no desenvolvimento de novas pesquisas na área da cognição e educação.

2.3.1 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 que as estruturas mentais e cognitivas se organizam, de acordo com os estágios de desenvolvimento da inteligência. Esta é considerada, antes de tudo, adaptação e se refere ao equilíbrio entre o organismo e o meio ambiente, que resulta de uma interação entre assimilação e acomodação, motores da aprendizagem (Silva, 1998).

Ulbritch (1997) assevera que a aquisição do conhecimento cognitivo acontece sempre que um novo dado é assimilado à estrutura mental existente e ao fazer esta acomodação, se modifica, permitindo um processo contínuo de renovação interna.

A assimilação e a acomodação, processos preponderantes na teoria de Piaget, justificam a adaptação intelectual e o desenvolvimento das estruturas cognitivas.

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

Pela acomodação, as mudanças qualitativas modificam os esquemas existentes em função das características da nova situação.

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

As obras de Piaget e de seus intérpretes discorrem sobre os estágios de desenvolvimento da inteligência, que se efetua de modo sucessivo, segundo a lógica das

construções mentais - da sensório-motora à operatório formal, conforme ilustra sinteticamente o quadro 2.3:

Quadro 2.3 – 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 sensitivas e motoras. Surge aproximadamente aos 18 meses e atinge o equilíbrio entre 18 meses e 2 anos de idade do indivíduo.

No estágio das operações concretas, essa estrutura encontra -se aperfeiçoada: o que a criança teria adquirido ao nível da ação, ela vai aprender a fazer de forma abstrata, isto é, em pensamento. Precede esse estágio uma fase de preparação entre 2 e 7 anos, vindo a equilibrar-se entre 7 e 11 anos.

No estágio das operações formais, ocorrem novas modificações, que devem, de forma equilibrada, aplicar-se, não mais aos objetos presentes, mas aos objetos ausentes, hipotéticos.

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

Em Ulbritch (1997), o equilíbrio, enfatizado no quadro 2.3, 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, por meio da relação entre quatro fatores determinantes do desenvolvimento cognitivo :

1. a equilibração – constitui-se no nível de processamento das reestruturações internas, ao longo da construção seqüencial dos estágios;

2. a maturação – relacionado à complexificação biológica da maturação do sistema nervoso;
3. 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;
4. a experiência ativa do indivíduo – sobre este fator Misukami (1986) acrescenta que pode ocorrer de três formas a saber:

pelo exercício – resulta na consolidação e coordenação de reflexos hereditários e na prática de operações intelectuais aplicadas ao objeto;

pela experiência física – refere-se à ação sobre o objeto para descobrir as propriedades que são abstraídas deste, sendo que o resultado da ação está necessariamente vinculado ao objeto;

pela experiência lógico – matemática – resulta 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, resultado da equilibração. A condição para que seja obtida é a interação do sujeito com o meio.

Sobre a teoria construtivista de Piaget, é importante ressaltar que ele não desenvolveu uma teoria da aprendizagem, mas sua visão epistemológica de como, quando e por que o conhecimento se constrói obteve grande repercussão na área educacional (Silva, 1998). Predominantemente interacionistas, seus postulados sobre desenvolvimento da autonomia, cooperação, criatividade e atividade centrados no sujeito influenciaram práticas pedagógicas ativas, baseadas nas tarefas individuais, na solução de problemas, na valorização do erro e nas demais orientações pedagógicas.

No plano da informática, o trabalho de Piaget tem contribuído para modelagens computacionais na área de Inteligência Artificial em educação, no desenvolvimento de linguagens de programação e em outras modalidades de ensino auxiliado por computador com orientação construtivista, o que geralmente ocorre em ambientes abertos como os micromundos (item 2.5 b).

Dentre os vários programas existentes, o mais popular é o LOGO, linguagem de programação que se caracteriza por comandos de deslocamento de elementos gráficos

(tartaruga) que favorece uma grande facilidade de aprendizagem e permite ensinar noções matemáticas de base às crianças. Silva (op.cit.) menciona que, nesse 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.

2.3.2 A abordagem sócioconstrutiva 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, resalta Oliveira (1992), são construídas ao longo da história social do homem, o que se opera na sua relação com o mundo, mediada pelos instrumentos e símbolos desenvolvidos culturalmente, prerrogativa que distingue o homem outros animais nas suas formas de agir no mundo e com ele.

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, essencialmente semiótico. Aprendizado e desenvolvimento interagem nessa dialética, de forma que um acelere ou complete o outro.

Os três princípios fundamentais totalmente interdependentes nos quais Vygotsky sustenta a teoria do desenvolvimento dos processos mentais superiores, segundo Gilli (1995) são, em primeiro lugar, a relação entre educação, aprendizagem e desenvolvimento; em segundo, o papel da mediação social nas relações entre o indivíduo e seu ambiente (mediado pelas ferramentas) e nas atividades psíquicas intraindividuais

(mediadas pelos signos) e, em terceiro, a passagem entre o intersíquico e o intrapsíquico nas situações de comunicação social.

2.3.3 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, isto é, 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.

Os conflitos que se instalam nesse processo são de origem exógena, quando resultam dos desencontros entre as ações da criança e o ambiente exterior, estruturado pelos adultos e pela cultura e endógenos, quando gerados pelos efeitos da maturação nervosa (Galvão, op.cit). É válido afirmar que esses conflitos são propulsores do desenvolvimento, apresentam-se em diferentes estágios no ser humano, numa sucessão de fases com predominância afetiva e cognitiva, conforme sintetiza o quadro 2.4:

Quadro 2.4 – Estágios de desenvolvimento segundo Henri Wallon

Impulsivo-emocional	Ocorre no primeiro ano de vida. A predominância da afetividade orienta as primeiras reações do bebê às pessoas, as quais intermediam sua relação com o mundo físico
Sensório-motor e projetivo	Vai até os três anos. A aquisição da marcha e da prensão dá à criança maior autonomia na manipulação de objetos e na exploração dos espaços. Ocorre o desenvolvimento da função simbólica e da linguagem. 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.

Fonte: Dantas, 1992.

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

2.3.4 Outras abordagens sobre aprendizagem

Os enfoques construtivista e socioconstrutivista de aprendizagem preconizados por Jean Piaget e L. Vygotsky, estão presentes na maioria das teorias que geram preceitos e diretrizes para a educação computadorizada, assim como a abordagem neocomportalista, cujo maior representante é Robert Gagné. Essas correntes buscam aprofundar e/ou explicar as teorias mais representativas, propondo inclusive novas abordagens para a compreensão dos processos de desenvolvimento cognitivo e aprendizagem. O quadro 2.5 apresenta uma síntese de teorias citadas em Silva (1998) e Greg Kearley (2001).

Quadro 2.5 – Abordagens sobre aprendizagem

TEÓRICO	FOCO	ABORDAGEM
Albert Bandura	A observação e a imitação permitem a produção do comportamento visado	Abordagem social e o papel das influências sociais na aprendizagem
Rumelhart (Modos de aprendizagem)	Modelo geral de aprendizagem humana. Propõe que há três modos de aprender: crescimento (adição de conhecimento novo à memória), estruturação (formação de estruturas novas ou esquemas) e afinação (forma mais lenta que requer desempenho especializado).	A instrução deve ser projetada para acomodar diferentes modos de aprendizagem; As atividades práticas afetam o refinamento de habilidades e não necessariamente a aquisição inicial de conhecimento;
Maturana e Varela	Não desenvolveram uma teoria da cognição mas teoria do homem como sistema autopoietico, que realiza trocas com o meio ambiente	Os seres vivos são um tipo particular de máquinas homeostáticas, ou seja, um sistema organizado como uma rede de processos de produção de componentes que se regeneram continuamente, pela sua transformação e interação com o meio ambiente.
M.D. Merrill (<i>Component Display Theory – CDT</i>)	Especifica como projetar a instrução do domínio cognitivo. Classifica a aprendizagem com duas dimensões: conteúdo e desempenho.	Foco no ensino: a instrução será mais efetiva se formar três desempenhos primários: lembrar, aplicar e generalizar; as formas de apresentação primária (regras, exemplos, lembrete e prática) podem ser executadas por uma estratégia explicativa ou inquisitória; deve ser dado ao estudante mais controle do número de exemplos ou material de prática que eles recebem.
R. Spiro (Teoria da flexibilidade cognitiva)	Formulada para apoiar o uso da tecnologia interativa, coloca ênfase na apresentação da informação de múltiplas perspectivas, variados estudos de caso e exemplos.	As atividades de aprendizagem devem prover múltiplas representações do conteúdo; os materiais instrutivos devem evitar simplificar demais o conteúdo e apoiar o contexto de dependência do conhecimento; a instrução deve ser fundamentada em casos e enfatizar a construção do conhecimento, substituindo assim a mera transmissão da informação; as fontes de conhecimento devem ser altamente interconectadas, em vez de compartimentadas.

Continua

Quadro 2.5 – Abordagens sobre aprendizagem

Conclusão		
TEÓRICO	FOCO	ABORDAGEM
J. S. Bruner	A teoria do conhecimento se dá na perspectiva de tratamento da informação	A informação é representada de três modos: inativo (ações especificadas e habituais no indivíduo, como caminhar, andar de bicicleta); icônico, mediante uso de imagens e, simbólica, sob a forma de um esquema arbitrário.
Paulo Freire	Postula uma pedagogia problematizadora e transformadora enfatizando uma visão de mundo e de homem não neutro	Sua teoria têm inspiração na noção de consciência dominada e em mais dois elementos subjetivos que a compõem: o modo de pensar e agir do sujeito.
Howard Gardner (Múltiplas Inteligências)	O ser humano possui múltiplas inteligências ou um espectro de competências manifestadas pela inteligência	Todas as inteligências (7) estão presentes no indivíduo, sendo que se manifestam com maior ou menor intensidade, tornando-o mais ou menos deficiente, mais ou menos competente dentro de uma ou várias dessas competências. Para ele os indivíduos aprendem de maneiras diferentes e apresentam diferentes configurações e inclinações intelectuais. As inteligências múltiplas são: a lógico-matemática, a lingüística, a espacial, a musical, a corporal- sinestésica, a interpessoal e a intrapessoal.

Além das abordagens citadas, acrescenta-se a de **Robert M. Gagné** por ser fortemente aplicada na elaboração de dispositivos de formação. Sobre essa abordagem, Silva (1998) assegura que seu autor compartilha dos enfoques behavioristas e cognitivistas. O foco está nas fases da aprendizagem que se apresentam associadas aos processos internos e podem ser influenciados pelos externos.

Para Gagné, a aprendizagem é um processo de mudança nas capacidades do indivíduo, no qual se produzem estados persistentes sendo diferente da maturação ou desenvolvimento orgânico. A aprendizagem se produz usualmente mediante a interação do indivíduo com seu meio (físico, social, psicológico) (Galvis, 1992). As oito fases que constituem o ato de aprendizagem são demarcadas na figura 2.1:



Figura 2.1 – Fases da aprendizagem de Gagné (Galvis, 1992, p.110)

Na prática escolar convencional, a concretização das condições de aprendizagem que asseguram a realização do trabalho docente está pautada nas teorias e de acordo com as tendências pedagógicas. Estas práticas possuem elementos psicossociopolíticos que configuram concepções, inteligência e conhecimento de homem e de sociedade. Com base neles, diferentes pressupostos sobre o papel da escola, a aprendizagem, a relações professor-aluno, os recursos de ensino, as estratégias e o método pedagógico influenciam e orientam a didática utilizada no modo presencial convencional ou mediados por dispositivos informatizados.

2.4 EVOLUÇÃO DOS PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS

A tecnologia e o uso didático do computador são marcados por duas grandes e predominantes correntes: o comportamentalismo e o cognitivismo. A primeira, anterior à popularização dos computadores pessoais, utilizava-se de máquinas de ensinar como uma tecnologia educativa decorrente do paradigma do condicionamento operante desenvolvido por B.F. Skinner (Silva, 1998).

2.4.1 Corrente comportamental

Seguindo-se às antigas máquinas de Ensino Assistido por Computador (EAC) houve uma transposição da concepção metodológica do tipo comportamentalista, baseada em estímulo-resposta cujos princípios, segundo Bruillard (1997), constituem a base da planificação instrucional: estruturação da matéria a ensinar, adaptação, estimulação, controle e conhecimento imediato da resposta.

Muitos dos programas de ensino foram desenvolvidos (e ainda o são) tendo como principal característica levar o aprendiz a um objetivo determinado. Considerando que tenham evoluídos, sobretudo com as técnicas de ajuda *on line* (*helps*), de multimídia e de Inteligência Artificial - IA, o avanço desse paradigma de aprendizagem não foi além da abordagem algorítmica da apresentação e tratamento do conteúdo.

2.4.2 Corrente cognitivista

Oriunda da teoria cognitivista, considera o conhecimento um sistema de tratamento da informação cujos objetos de investigação são a memória, a percepção, a aprendizagem, a resolução de problemas, os esquemas, as arquiteturas mentais e a representação do conhecimento. Com base nessas informações diversos sistemas foram construídos com base na aprendizagem baseado em metodologias heurísticas.

Os psicólogos cognitivistas avaliam as capacidades intelectuais humanas por meio da análise, como indica Sternberg (1992), da maneira como as pessoas resolvem tarefas mentais difíceis, com vistas a construir modelos artificiais que leve à compreensão dos processos, das estratégias e das representações mentais utilizadas pelas pessoas durante a realização dessas tarefas.

As pesquisas em psicologia cognitiva são geralmente experimentais e suas aplicações utilizadas para a construção de modelos explícitos na forma de programas de computador (softwares), gráficos, arquiteturas e outras formas de esquematização dos processos mentais principalmente nos sistemas que contenham técnicas de IA, como os agentes de ajuda *on line*, presentes hoje em vários programas.

Essas duas correntes não são excludentes entre si e ambas cumprem satisfatoriamente seu papel, conforme o objetivo de aprendizagem.

A esse propósito, Depover (1998) defende que os programas baseados nos princípios comportamentalistas, dependendo das competências e objetivos a atingir, *e.g.*, os níveis menos complexos e pouco elevados, podem ser bastante eficazes.

Segundo Depover (1998), o modelo comportamentalista, centrado no maior controle do lado computador é mais adequado aos jovens, aos usuários novatos, sobretudo quando o contexto de aprendizagem não for familiar.

Ao contrário, para pessoas que possuem o domínio do conteúdo e o contexto de aprendizagem é conhecido, a abordagem mais aberta, construcionista, com mais controle do lado do usuário é mais eficaz.

O comportamentalismo, passando pelo cognitivismo clássico – construtivismo, construcionismo, sócio-interacionismo – o conexionismo, praticado sob a forma de simulações de redes neuronais, de ambientes por descoberta, *e.g.* como as histórias batizadas de “cognição situada”, de tecnologia multimídia/hipermídia que permitem uma navegação livre em “blocos de dados” e dos softwares em Realidade Virtual-RV, são exemplos de programas que foram concebidos a partir de uma ou outra abordagem de aprendizagem, iniciando as fases evolutivas do Ensino Auxiliado por Computador.

2.5 TAXINOMIA DOS AMBIENTES DE APRENDIZAGEM INFORMATIZADOS

Diversos modelos de programas foram especialmente desenvolvidos com base em uma ou várias correntes psicológicas, demarcando uma segunda fase do ensino auxiliado por computador. O quadro elaborado por Bierman (1995) demonstra bem essa evolução:

Quadro 2.6 – 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	Cognitivismo	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, nas instituições de ensino, era (e ainda é) utilizado com a função de Instrução Assistida por Computador-IAC, fazendo-se uso dos tutoriais e dos exercitadores. Nas correntes subseqüentes, essa função estendeu-se à performance do aprendiz. A máquina passava a ser considerada como um instrumento, razão pela qual os programas foram sendo aperfeiçoados para melhorar a qualidade e eficácia dos velhos IACs e adaptar-se aos usuários, conforme os avanços dos estudos e das técnicas de IA.

Existem diferentes nomenclaturas para os variados meios de aprendizagem por computador, cujos pontos em comum relacionam-se à base teórica modelada e à realização tecnológica predominante. Vejam-se os exemplos:

- a) A classificação proposta por Galvis (1992) é feita em função do grau de rigidez do meio (fechado/algorítmico-aberto/heurístico), com enfoque misto que inclui os sistemas tutoriais inteligentes, entre outros fatores.
- b) A associação entre a teoria psicológica (Bierman, 1995), o paradigma evolutivo em informática, o meio de aprendizagem e seu controle dão a base de sua classificação (exercício e prática, transferência novato x especialista, exemplos e padrões, ambientes de descobertas e

aprendizagem). O mesmo senso de progressão tecnológica em função da base conceitual e suas aplicações é encontrada em Jonassen (1993b).

- c) Mendelsohn (1997) propõe uma classificação segundo a evolução tecnológica e o desenvolvimento das teorias da aprendizagem formando quatro grupos de meios (aplicativos, micromundos, *cursorwares* e tutoriais) separados por dois eixos ortogonais que caracterizam, de um lado, o meio informatizado e, do outro, as aprendizagens visadas e o tipo de conhecimento que o sistema pode favorecer.

Esses diferentes grupos de meios (ou famílias de aplicações) são assim caracterizados:

- a) **aplicativos** – conjunto de programas profissionais *standard* como os de processamento de texto, planilhas, gerenciador de base de dados, editores gráficos, etc. São abertos porque são construídos sobre modelos de linguagem de comando diferentes daquelas de programação. Pode-se fazer analogia funcional com as linguagem fundamental (ler, escrever, calcular, raciocinar). A aprendizagem do *software* faz-se por imitação. O item 3.7 do capítulo sobre Comunicação Pedagógica Mediatizada e EAD detalha as aplicabilidades pedagógicas destes programas.
- b) **micromundos e simulações** – são também sistemas abertos (operações de deslocamento, construção, seleção, etc.). O usuário ensina a um robô virtual, isto é, programa-o para realizar toda sorte de tarefas. Serve de ambiente para refletir os conhecimentos e construir novos objetos. O modelo de aprendizagem privilegia a exploração que simula um processo análogo aos de desenvolvimento: aprendizagens de estratégias, raciocínios por analogia, generalização. Do ponto de vista da informática, o sistema é similar à linguagem de programação de alto nível, do tipo ambiente construtivista.
- c) ***cursorwares*** – constituem-se nos clássicos programas de Ensino Auxiliado por Computador –EAC, que coloca o aluno diante de um problema a resolver e tratam de conteúdo específico. A seqüência de interações é fechada (mesmo que contenham atividades bastante vasta) por escolha de

respostas restritas àquelas que são interpretadas pelo programa. As aplicações se concentram no diálogo interativo, ou seja, na memorização e realização seqüenciais de processos associados a certos conceitos do tipo “pacotes” para cobrir um domínio e integram também ferramentas especializadas como processamento de textos e banco de dados. Os conhecimentos são explicitamente trabalhados em cenários de questões e respostas.

- d) **tutoriais e sistemas de ajuda** – assim como os *courses*, os tutoriais dispõem de uma representação explícita de conhecimentos a ensinar. O sistema é capaz de resolver problemas submetidos aos aprendizes, de interagir sobre etapas intermediárias de solução, de guiar seu trabalho e de intervir, se necessário, nos diferentes tipos de sistemas como os de iniciativa mista. Os mais avançados sistemas podem raciocinar sobre os erros dos alunos e o que eles não compreenderam e, eventualmente, propor um procedimento remediativo adequado. Técnicas importadas da IA permitem modelar o domínio de conhecimento, por exemplo, explicações, diagnóstico e correções de erros. A concepção desses sistemas é próxima das ajudas *on line*, otimizada pelo critério de condução do usuário.

A classificação apresentada por Mendelsohn (1997) extrapola a nomenclatura clássica, pois explica que a confluência resultante do cruzamento dos dois eixos leva à construção de um sistema híbrido que, com a aplicação das NTICs, engendram meios de aprendizagem inteligentes, denominados de Ensino Inteligente Auxiliado por Computador – EIAC.

O sistema híbrido proposto (figura 2.2) permite aprendizagens de alto nível, favorecendo a aquisição de conceitos e de processos associados a um domínio de conhecimento. Permite ao aprendiz transformar suas experiências em conhecimentos organizados a partir da exploração livre e da construção progressiva dos objetos de conhecimento.



Figura 2.2 – Taxinomia esquemática dos ambientes de aprendizagem (Adaptado de Mendelshon, 1997).

Mendelsohn (op.cit), ressalta que tal sistema proporciona uma sinergia entre o processo de aprendizagem e a própria facilidade de utilização, além de fornecer um suporte à aprendizagem e dar ao modelo aluno e professor as ajudas, a condução e os recursos de interação mais «naturais» e «intuitivos», como se pode verificar pela utilização de técnicas de IA nesses meios. O quadro 2.6 mostra a comparação entre EAC e EIAC:

Quadro 2.7 – Comparação entre EAC e EIAC

TEMAS	EAC	EIAC
Objetivo dos desenvolvedores:	Desenvolvimento de sistemas efetivos e eficazes	Exploração de técnicas de IA em educação
Bases teóricas:	Teorias da aprendizagem e princípios didáticos	Ciências cognitivas
Estrutura e Funcionamento do sistema:	Estrutura orientada-tela. Funcionamento pré-definido	Estrutura dinâmica orientada processos. Iniciativa mista
Princípios pedagógicos :	Variados: exposição, descoberta e abordagens combinadas	Principalmente exploração
Métodos para organizar os conhecimentos:	Foco na análise de tarefas para determinar as subtarefas e os conteúdos	Técnicas de IA para organizar os conhecimentos em estrutura de dados
Modelização do estudante:	Julgamento binário, procedimentos pré-definidos, métodos quantitativos	Avaliação qualitativa das respostas dos estudantes
Modelos de ensino:	Variados: Exposições, preparações, jogos e simulações	diálogo, jogos e simulações
Área de conhecimento	Virtualmente todos os domínios	Limitados aos domínios bem estruturados
Métodos de validação:	Avaliação quantitativa de eficácia do sistema	Manutenção. funcionalidade do sistema
Material e software:	Microcomputadores, linguagens de programação convencionais, sistemas autores	Estações de trabalho. Principalmente LISP e PROLOG ¹

Fonte: Adaptado de Mendelsohn (1997)

As classificações acima descritas e o quadro comparativo mostram claramente a evolução e a mudança de paradigma de uma corrente para outra, ou mesmo entre elas, sobretudo em função das pesquisas sobre o ponto de vista atual da concepção de

¹ LISP (List Processing Language) – linguagem de programação desenvolvida no MIT para tratamento de listas (código fonte p. ex.). Atualmente é utilizada em Inteligência Artificial para a programação de Sistemas Especialistas.

PROLOG (PROgraming in LOGic) – Aplicação inicial em Inteligência Artificial. Linguagem de programação lógica que “indica” problemas por fatos e relações. Muito utilizada no tratamento de linguagem natural.

aprendizagem, haja vista a importância dada aos recursos de interatividade, o nível das ajudas, a flexibilidade e a abertura do sistema para que o aprendiz construa seu próprio caminho.

2.6 DISCUSSÃO

A pretensão deste capítulo é apresentar uma síntese teórica capaz de clarificar e organizar o papel que as teorias da aprendizagem possuem no desenvolvimento e utilização de produtos informatizados de cunho educacional. Esse tema foi abordado para situar essas teorias em articulação com a evolução dos ambientes tecnológicos e para precisar que a vertente pedagógica dos ambientes informatizados está calcada nas concepções e abordagens de ensino e aprendizagem, implícitas e/ou explícitas.

O capítulo seguinte abordará as questões ligadas à Comunicação Pedagógica Mediada por Computador e os aspectos ligados aos dispositivos tecnológicos de Educação a Distância, suportes e modelos tecnopedagógicos.

3 COMUNICAÇÃO PEDAGÓGICA MIDIATIZADA E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

3.1 INTRODUÇÃO

A informação que passa por mídias pode-se denominar comunicação “*mediatizada*”. Nessa situação, quando a máquina faz a intermediação entre pessoas (e/ou conteúdo) no processo da comunicação, ela passa a ser também mediadora da relação.

Calculadora, livros, anúncios, anotações, fotos são exemplos de suportes de informação diretamente visível ao olhar humano. Diferentemente do computador e das demais mídias eletrônicas, para que as informações se tornem acessíveis e manipuláveis, o “leitor-usuário” necessita acionar alguns canais de entrada como teclado, microfone, *mouse*, tela tátil, etc. para deles obter resposta sob a forma de mensagens emitidas pelos canais de saída - tela do monitor, caixas de som e impressora.

A interface é a característica primeira desse tipo de mídia que não se restringe apenas ao dispositivo de visualização (tela do monitor, por exemplo), mas toda a tecnologia que deve tornar-se ativa como intermediária entre o indivíduo e a mensagem. O que se passa na tela é espaço privilegiado de trocas pelas mídias de entrega.

Toda comunicação possui dois aspectos essenciais: um conteúdo e uma relação. A matéria prima da comunicação é o tratamento da informação e seu acesso passa, na maioria dos casos, por procedimentos visuais tais como esquemas de aprendizagem, de montagem, gráficos, cartas de conhecimentos e imagem de superfície (interface gráfica) de vários tipos e formatos.

As definições de mídias de comunicação são variadas. Para Peraya (2000), há aquelas que se limitam à descrição dos objetos técnicos e suas características. Outras enfocam o paradigma estruturalista das ciências de comunicação da década de 70 (código, emissor, receptor, multimodalidade e/ou multissensorialidade etc) e ainda os dispositivos tecnológicos de comunicação que convêm atualmente às diferenças e similaridades da maioria das mídias. Para Anderson (1988), “uma mídia é uma atividade humana distinta que organiza a realidade em textos legíveis visando à ação”.

Peraya (op.cit.) afirma que toda mídia organiza a realidade em “textos”, insistindo no fato de que ela transforma a realidade em discurso e, por conseqüência, é uma das representações possíveis que, sendo um sistema de representação, constitui uma ferramenta cognitiva e uma tecnologia intelectual.

A noção de texto para Peraya (op.cit.) é vista no seu sentido amplo, ou seja, todo fragmento de discurso, toda mensagem – falada, escrita, fotográfica, cinematográfica, etc. devem ser considerados um texto, ou seja, um quadro semiótico no qual o leitor pode operar.

A noção de *mediatização* reporta-se ao conceito de mídia e meio, aquela como canal de difusão e modo de apresentação – no sentido de comunicação de massa, e.g., rádio e TV (Peraya, 2000).

Ollivier (1992) conceitua mídia como o que se intercala entre o emissor e o receptor, que permite a passagem da informação e também o que vai condicionar e modificar esta informação entre sua fonte e seu ponto de chegada.

Já o termo meio (médiun) é tido como intermediário da comunicação entre professor e aprendiz. Normalmente, são representações simbólicas, com função ilustrativa, tais como documentos impressos ou eletrônicos, imagens e textos. O meio, defende Ollivier (op.cit.), designa o que está entre duas coisas e também o que permite atingir um fim. É ele que se encontra entre a origem da ação e o cumprimento dos objetivos.

Pelo enfoque cognitivista de mídia, Harvey (1997) define-a em função das características cognitivas de sua tecnologia, seu sistema de símbolos e suas capacidades de tratamento da informação. Para Kozma (1991), as principais características cognitivas de uma mídia são a estrutura da informação, o tempo de exposição e a facilidade de pesquisa desta informação.

Já para Salomon (1979b), a maneira como uma mídia estrutura a mensagem e apresenta a informação são os atributos que mais influenciam a aprendizagem.

3.2 A COMUNICAÇÃO PEDAGÓGICA MIDIATIZADA

A Comunicação Pedagógica Mdiatizada designa toda forma de comunicação com intenção educativa que utiliza um dispositivo tecnológico, seja ele tradicional, como televisão e rádio, ou inovador, como a rede (Internet) e a WWW.

Segundo Peraya (1999) e Peraya & Ott (2000), a midiatização é o termo que designa o processo de criação de tal dispositivo no qual o cenário ocupa um espaço importante. A mediação, tomada a partir do *meio* opera-se com base em quatro eixos: mediação tecnológica, sensório-motora, social e semiótica.

Mediação tecnológica é própria da ferramenta, do objeto técnico que prolonga as ações. A ferramenta implica sempre uma concepção da tarefa e um conhecimento dela. Nesse sentido, a psicologia a reconhece como ferramenta cognitiva, ou “prótese cognitiva”. A figura 3.1 demonstra a relação das mediações.

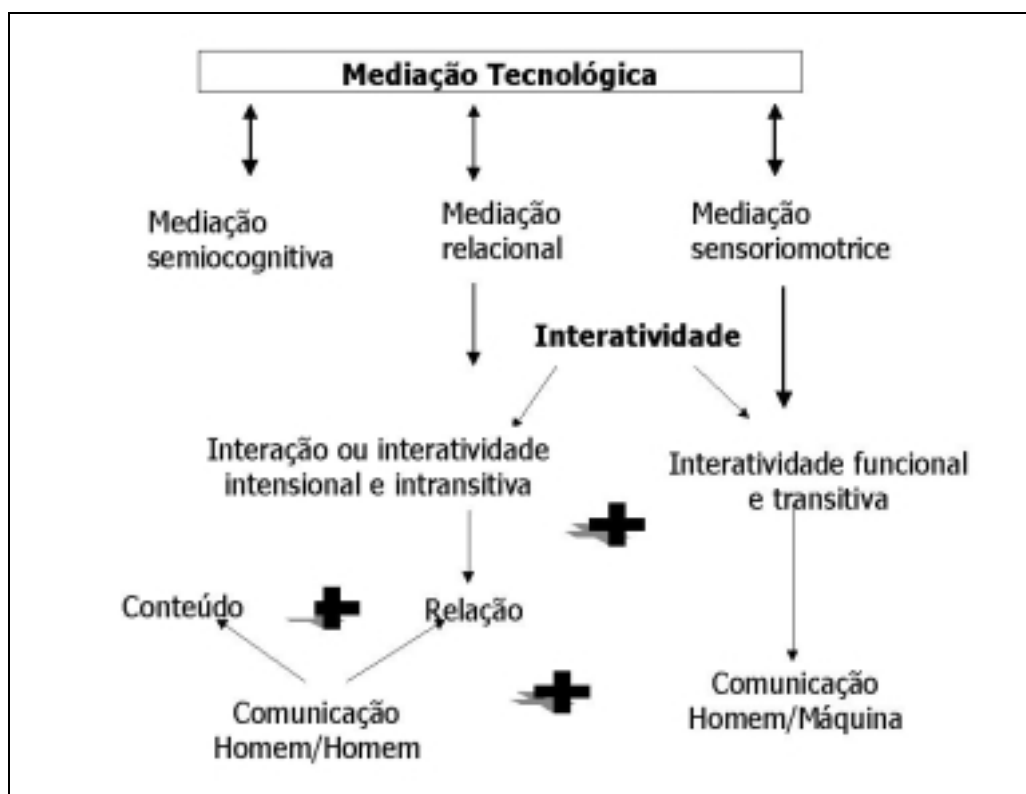


Figura 3.1 – As quatro formas de mediações (Peraya, 1999).

Mediação sensório-motora é conhecida na teoria do desenvolvimento de Jean Piaget. Para ele, as imagens figurativas nascem da imitação sensório-motora interiorizada sob a forma de esquemas. Experimentações de Denis e de Vega *apud* Peraya e Ott, 2000, mostram que as dimensões espaciais (alto/baixo, esquerda/direita, frente/atrás) não são igualmente acessíveis quando se exige dos sujeitos a restituição, a partir de um modelo mental, das relações espaciais entre os diferentes objetos. No eixo vertical (p.ex. alto/baixo, em cima/em baixo), as dimensões aparecem com maior predominância, e são mais fáceis de discriminar, tendo em vista que implicam duas fortes fontes de dessimetria: a gravidade de uma parte e a posição canônica do corpo humano de outra.

Mediação social é bastante enfocada nos estudos de Piaget e Vygotsky. Na concepção deste último, todas as funções sociais são relações interiorizadas em parte pelos processos mentais (internos, individuais), conservando uma natureza quase social. Os enfoques da psicologia social e do desenvolvimento sobre a noção de centração/decentração, articulam-se estreitamente com os da sociopragmática. Essa noção mostrou que toda comunicação – oral, escrita, audiovisual- evidencia um dispositivo de enunciação e coloca um ou vários enunciadores dirigindo-se a um ou vários destinatário em meio a diversos atos do discurso de forças variáveis.

Mediação semiocognitiva tem predominância no campo da semiótica. O pensamento se semiotiza nos signos exteriores que, por sua vez, determinam as formas de pensamento. Mas, para pensar esta circularidade, é preciso dissociar um pouco os termos e vê-los separadamente dos signos.

3.3 A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA

Aos tipos de mediação acima, acrescenta-se a mediação pedagógica, visto que, por ser a comunicação do tipo pedagógica uma forma particular de mediação, articula-se em torno das demais. Centra-se predominantemente no estudante, seu receptor por excelência. Os três elementos básicos que a compõem são:

- a mensagem veiculada, que consiste nos conteúdos de ensino próprios a cada disciplina, a cada matéria ou módulo;

- a relação social, que interfere em todas as formas de interação professor X aprendiz (ensino e exposição da matéria, enquadramento, formas de *feedback*, gestão das pessoas, etc.);
- o lugar de interação social, que são as situações determinadas para o uso institucional da comunicação que impõem as regras, papéis, estruturas e convenções próprias.

A figura 3.2 ilustra um modelo de comunicação pedagógica no qual se identificam os componentes clássicos do processo de comunicação, transpostos à análise da comunicação educativa.

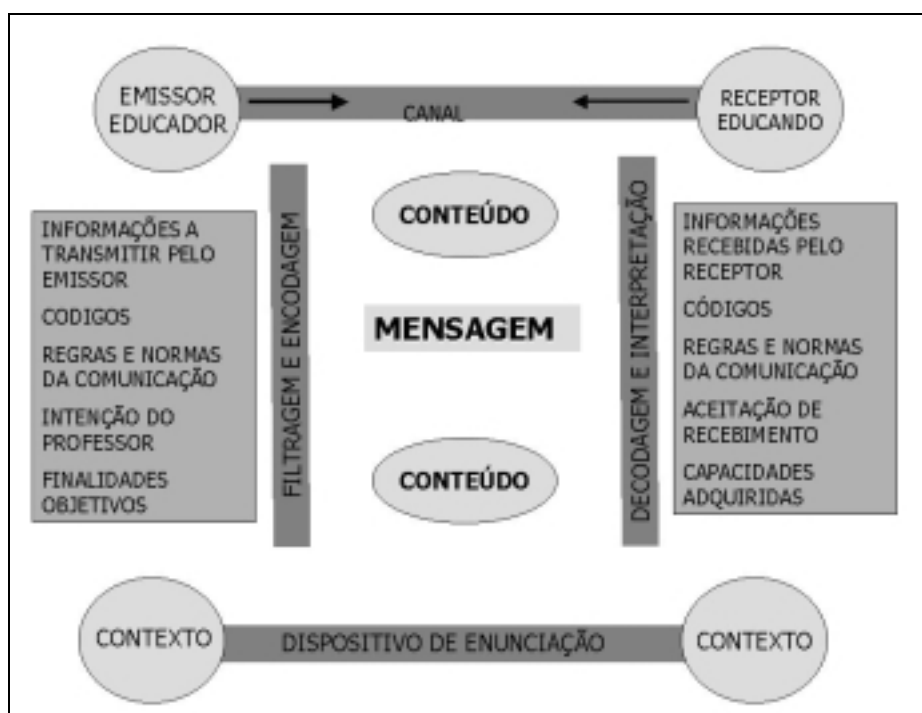


Figura 3.2 – O dispositivo de comunicação pedagógica (Adaptado de Peraya & Ott, 2000)

A comunicação pedagógica para Peraya (2000), corresponde a um uso particular de linguagem, de sistemas de comunicação conhecidos e estudados em outros contextos segundo três classificações: lingüística, não-verbal e audioscriptovisual.

Na primeira, o professor utiliza como meio de comunicação por excelência os documentos escritos, veículo fundamental da formação junto com a linguagem verbal.

Na segunda, as expressões corporais (mímica, olhar, gestos, etc.), e vocais (mudança de tom modulações e inflexões) oferecem importantes indicações não-verbais e pressupõem a presença do interlocutor.

Já a terceira, a linguagem audioscriptovisual, constitui o suporte de ensino principal mediante o uso de documentos sonoros e/ou visuais (ilustrações diversas, esquemas, gráficos, imagens fixas, cinema ou vídeo), de programas informáticos (*software* multimídia, hipermídia, Internet) e de livros e manuais (com um número crescente de ilustrações, imagens, fotografias, esquemas, gráficos tabelas de dados, etc.), compostos de linguagem verbal e de comunicação lingüística.

3.4 A INTERATIVIDADE NA COMUNICAÇÃO MEDIADA POR COMPUTADOR

A interatividade, em sentido amplo, forma uma interseção entre o humano e o mundo físico. No ambiente físico cotidiano, encontra-se uma variedade de artefatos tecnológicos concebidos pelo humano e para o humano. O receptor do telefone é um exemplo dado por Peraya (2000), levando em conta a sua forma, adaptada simultaneamente à orelha, à curva da face e à boca.

Em um sistema informático, a interatividade é de ordem física (teclado, *mouse*, monitor, etc.) mas também, e sobretudo, é simbólica. É a ação realizada pelo usuário sobre um objeto presente em uma interface que provoca uma reação do sistema.

No contexto de uma multimídia, a interatividade é, consoante Henri e Doré (1999), uma comunicação em diferentes níveis (sensorial, cognitivo e afetivo) que pode se estabelecer entre o homem e o sistema informático.

Quanto às formas e aos graus de interatividade na comunicação homem-máquina, os conceitos que a informática e a ergonomia contribuíram para desenvolver se referem à interatividade funcional e à intencional.

A primeira gera o protocolo de comunicação entre o usuário e a máquina e a segunda, a comunicação entre o usuário e autor ausente do ponto de vista físico, porém presente com a ajuda de programas.

No tocante à recepção pelo usuário, Peraya (2000) acrescenta ainda que há a interatividade do tipo transitiva, isto é, que permite retroagir sobre o programa e a do tipo

intransitiva que permite ao receptor e ao destinatário “desdobrar uma atividade sensorial, afetiva e intelectual, ao serviço da interpretação da mensagem” (Jaquinod, 1994, p.127, *apud* Peraya, 2000).

No que se refere aos graus de interatividade, é difícil avaliá-los, pois, conforme o autor (*op.cit.*), está sempre ligado à sua natureza ou a seus efeitos. A título de exemplo, cita uma escala de seis graus (KRETZ), a qual partindo do nível mais baixo, o autor classifica como mídias lineares as que permitem como única ação a interrupção do processo de difusão. Sobre o nível mais alto de interatividade, esta é representada pelo comando que permite a modificação e a manipulação dos objetos pelos usuários.

Para avaliar o grau de interatividade, muitos critérios são possíveis (Peraya, 2000 *apud* Peraya, 1994): a rapidez da resposta, porque a qualidade da interação é diretamente dependente deste fator, bem como da pertinência e individualização da resposta e da flexibilidade.

Para os ambientes de aprendizagem, a interatividade é descrita levando em consideração uma tipologia, sobretudo em sistemas de EAD, cuja preocupação para Hoffman e Mackin (1996) 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 a distância de alta qualidade, conseqüentemente, bastante interativos, conforme detalhado a seguir:

- a) **Aluno/conteúdo** acontece quando o entendimento, a percepção e as estruturas cognitivas do aluno são transformadas. A visualização dos conteúdos do programa de ensino é crítico 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 por Hoffman e Mackin (1996) como a associação de treinamento com entretenimento visando capturar a atenção e a imaginação dos estudantes.
- b) **Aluno/professor** ocorre quando compete ao professor dirigir o fluxo da informação para o estudante. Esse papel é desempenhado na hora de planejar e desenvolver as aulas, cabendo ainda a ele estimular e motivar o aluno, mantendo seu interesse, dando apoio e encorajando-o na sua aprendizagem.

- c) **Aluno/aluno** considerada por Hoffman e Mackin (op.cit.) como as mais produtivas experiências de formação. Essas interações, quando bem projetadas, oferecem aos estudantes a oportunidade de expandir e aplicar os conhecimentos de forma compartilhada, o que dificilmente ocorre no estudo solitário.
- d) **aluno/interface** é a linha vital entre o professor e o aluno. Se ela falha, o processo pedagógico (formação, aprendizagem, treinamento) também falha. Entre outras medidas, é necessário tornar a tecnologia o mais amistosa e transparente possível.

3.5 OS DISPOSITIVOS DE COMUNICAÇÃO EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

O conceito de educação a distancia hoje toma vários sentidos, dependendo dos fatores que a caracterizam: Formação a Distância- FAD, Aprendizagem Aberta e a Distancia- AAD, Campus Virtuais e outras. O termo EAD será utilizado neste trabalho para englobar as várias nomenclaturas.

A incorporação crescente das novas tecnologias da informação e comunicação ao processo ensino – aprendizagem a distância vem tornando essa modalidade educacional mais extensiva em público e audiência, rompendo barreiras culturais de língua, de espaço geográfico, de tempo, ao tempo em que dinamiza os modos de ensinar e aprender e de realizar as interações pedagógicas necessárias.

Os atuais estágios de desenvolvimento tecnológico, aliados aos recursos da informática e das telecomunicações, mudaram o conceito de distância e aumentaram os níveis de interatividade.

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

Atualmente, a comunicação mediada eletronicamente apresenta-se como uma poderosa ferramenta capaz de diminuir a barreira (mas não eliminar) da separação física e do

tempo entre professor e aluno, além de proporcionar um aumento substancial do nível de interatividade.

3.6 EVOLUÇÃO TECNOPEDAGÓGICA EM EAD

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

A história da formação a distância pode ser vista, segundo Peraya (2001), a partir da evolução das mídias e dos diferentes dispositivos que elas utilizaram. Nesta perspectiva cronológica, sinteticamente, definiram-se três grandes etapas em associação com os modelos pedagógicos predominantes.

O quadro abaixo, extraído de Peraya (2001), dá uma perspectiva mais sucinta e completa sobre esses diferentes períodos.

Quadro 3.1 – Evolução da EAD

	PAPEL DAS MÍDIAS	CONCEITO DE FORMAÇÃO A DISTÂNCIA	CENÁRIO PEDAGÓGICO
Impresso (metade do século IX)	Auxiliar Suporte substitutivo	Vencer a distância geográfica Ensino de substituição	Expositivo, primazia do discurso verbal eventualmente ilustrado
Multimídia (a partir dos anos 60)	Convergência e complementaridade Especificidade e eficácia própria de cada mídia Conceito de “mídiação”	Evolução do conceito de distância Vencer distâncias socio-econômicas mais que espaço-temporais Ensino da segunda chance Modularidade de ensino específico, andragogia	Complementaridade dos “recursos audiovisuais” Modalidades sensoriais, sistemas sociocognitivos, modos de tratamento distintos Focalização progressiva sobre a aprendizagem e o aprendiz.
Telemática CMC (a partir dos anos 80)	Dispositivo de comunicação e de formação 4 formas de mediação: tecnológicas, corporais, semiocognitivas e relacionais	Formações a distância aberta e flexível Sistemas mistos, híbridos	Ambiente integrado de trabalho Telepresença Campus Virtuais Atividades de aprendizagem e recursos

Fonte: Peraya, 2001

Mata (1995) afirma que hoje é amplo o leque de possibilidades que se oferece à EAD. O vídeo interativo, baseado em computador com uso de interfaces gráficas, o vídeodisco a *laser*, o hipertexto, as hiper mídias, o CD- ROM, junto com material impresso, além dos outros recursos como rádio, televisão, telefone, correio postal e eletrônico e fax, fazem parte dos possíveis materiais e ferramentas a serem utilizados. 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.

3.7 SUPORTES E FERRAMENTAS UTILIZADAS EM EDUCAÇÃO PRESENCIAL E A DISTÂNCIA

São inúmeros suportes e ferramentas tecnológicas, antigas e novas, utilizadas como meio e apoio ao processo ensino-aprendizagem, presencial e a distância. A tomada de decisão por uma ou várias tecnologias irá depender do que ela pode agregar para atender as necessidades de formação, visando sua eficácia pedagógica no tocante a apresentar, armazenar e manipular informação.

Os principais suportes utilizados comumente em educação presencial e a distância têm suas características definidas pelas soluções adotadas com integração das técnicas informáticas de multimídia na produção, codificação, tratamento e estocagem da informação, utilizados para a elaboração e apresentação de material pedagógico. O quadro 3.2 sintetiza os suportes e suas principais características:

Quadro 3.2 – Principais suportes e características utilizadas em educação presencial e a distância

SUPORTE	CARACTERÍSTICAS
Impresso	A produção de documentos impressos é facilitada por diferentes softwares aplicativos como editor de texto, planilha eletrônica, softwares de desenho que dão uma aparência e uma formatação melhor à apresentação impressa.
Transparência	Os softwares de apresentação eletrônica (como PowerPoint) e as impressões em cores permitem produzir, sem maiores complicações, transparências atraentes
Fitas cassete áudio/rádio	Os softwares de edição de som e os consoles eletrônicos dão acesso a funções e comandos que permitem registrar e produzir documentos áudio de qualidade conectando um gravador na placa de som do computador.
Televisão/Vídeo	Os softwares de edição de imagem, se som e os softwares de montagem eletrônica permitem construir filmes, animações e de registrar em formato vídeo conectando uma câmera vídeo na placa de vídeo do computador.
Disquete	Muito utilizado, o disquete de 3 ½ pode guardar até 1400 Ko (1,4 Mo), o equivalente a 500 páginas de texto ou algumas imagens, ou trinta segundos de som...
CD ROM	Uma tecnologia numérica que permite registrar uma informação pura e inalterável: 76 minutos de som aproximadamente, ou 650 Mo de informação diversas: imagem, som, vídeo, texto, jogos, simulação em três dimensões, etc.
Disco Ótico reutilizável	De grande capacidade, podendo ser reutilizável várias vezes.
Página Web	São documentos adaptados à consulta pela Internet. São escritos com duas linguagens preponderantes: HTML e JAVA. As páginas Web contém textos, imagens sons, vídeos, animações, aplicações interativas. Podendo ser ferramentas pedagógicas interessantes.
Documentos locais	Os arquivos colocados sobre unidades de estocagem de informação (geralmente o disco rígido) do computador permitem a consulta nas pastas do próprio.
Projetor eletrônico	Conectado a um computador, estes aparelhos permitem projetar sobre uma tela ou parede branca o que aparece na tela do computador.

Fonte: Adaptado de Kustcher & St-Pierre, 1999, pg. 57-58

A lista não pára ainda, ao contrário, é crescente a evolução dos suportes eletrônicos que vêm sendo adaptados e aplicados no processo ensino-aprendizagem. Exemplo

concreto são os programas de aplicação que funcionam em sistemas operacionais, popularmente conhecidos, tais como *Windows* ou *Macintosh*. Esses aplicativos constituem o primeiro grupo da classificação de *software* educativo citado por Mendelshon (1997), no item 2.5, do capítulo 2 deste trabalho.

Os *softwares* mais utilizados em meio educacional, segundo Kustcher & St-Pierre (1999), são:

- **Processamento de texto** – permitem elaborar textos mais facilmente e dar-lhes um aspecto profissional imediato. Alguns softwares de tratamentos de textos incluem modelos, dicionários ou corretores, ou comportam funções científicas (edição de equações e fórmulas), bem como opções de desenho;
- **Gráficos** – permitem criar e editar imagens, gráficos ou desenhos. O material micro-informático dos programas gráficos podem ser uma tela gráfica (alta resolução e cores) recursos de tratamento de imagens (criar, apagar, aumentar, etc.) e uma tabela marcadora para fazer edição em papel. Esses *softwares* são numerosos nos laboratórios de pesquisa. Ressalte-se que, para a concepção de PEIs, utiliza-se largamente a técnica do gráfico;
- **Base de dados** – permite criar arquivos informatizados, contendo informações necessárias a todas as tarefas que demandam a manipulação, a armazenagem e a consulta de dados;
- **Planilha eletrônica** – permite fazer uma organização rigorosa da informação numérica. Esta é estruturada em uma tabela possível de aplicar aos dados nos campos de operações (equações, cálculos, etc.) ou funções (inclusive modelo de textos). Uma das aplicações é o cálculo estatístico, bastante útil às tarefas administrativas como gestão da classe, faltas, atrasos, notas de avaliações, atualização de dados pessoais, etc.;
- **Produção de páginas Web** – permite criar páginas facilmente, sem necessariamente saber programar. Possibilita ao pessoal de uma instituição de ensino e aos estudantes disponibilizar informações interessantes e comunicar suas áreas de interesse.
- **Apresentação eletrônica** – podem ser úteis ao professor de duas formas: para desenvolver *slides* e transparências com grafismo, tipografia, cores e imagens e, na hipótese de a classe ser equipada, projetar eletronicamente a

informação a partir do computador, incluindo não apenas texto e imagem, mas também som, vídeo e uma certa interatividade.

Quanto às ferramentas, tanto os *softwares* quanto os ambientes virtuais de ensino, bem como a colaboração e aprendizagem pela Internet, geralmente utilizando uma plataforma de EAD, comercial ou desenvolvida pela instituição, priorizam uma ou várias funcionalidades que podem ser implementadas para garantir as relações de comunicação, a difusão e tratamento do conteúdo, a gestão e as interações necessárias ao processo educativo.

Class (2001) defende um grupo de ferramentas com funções de informação, comunicação, colaboração, gestão e aprendizagem e considera todas como partes de um ambiente de aprendizagem, integrado organizado segundo uma metáfora espacial, como no caso de campus virtuais. A figura 3.3 faz a representação destas ferramentas:

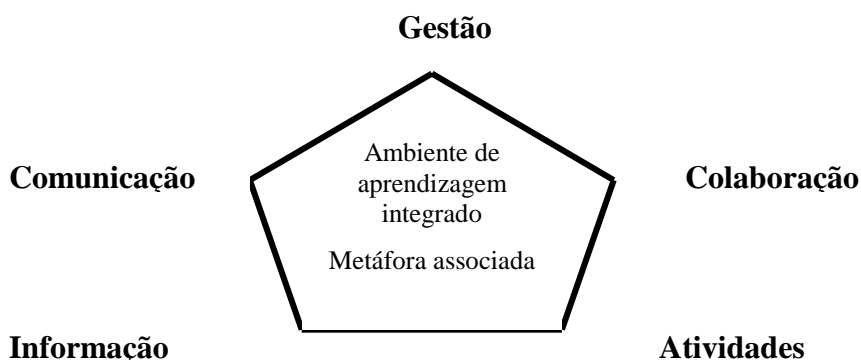


Figura 3.3 – Representação gráfica de um dispositivo de aprendizagem integrado (Class, 2001).

Complementando a representação do conjunto do dispositivo, existe uma camada conceitual que irá definir o cenário pedagógico e modelo de ensino do ambiente, levando em consideração o uso dessas ferramentas conforme sua relação com os objetivos de formação. Essa camada conceitual é constituída, de um lado, pelos modos de avaliação, modelo de ensino e estruturação e de outro, por outros instrumentos como tutoria, cenário pedagógico e formas de comunicação/colaboração, conforme representa a figura 3.4:

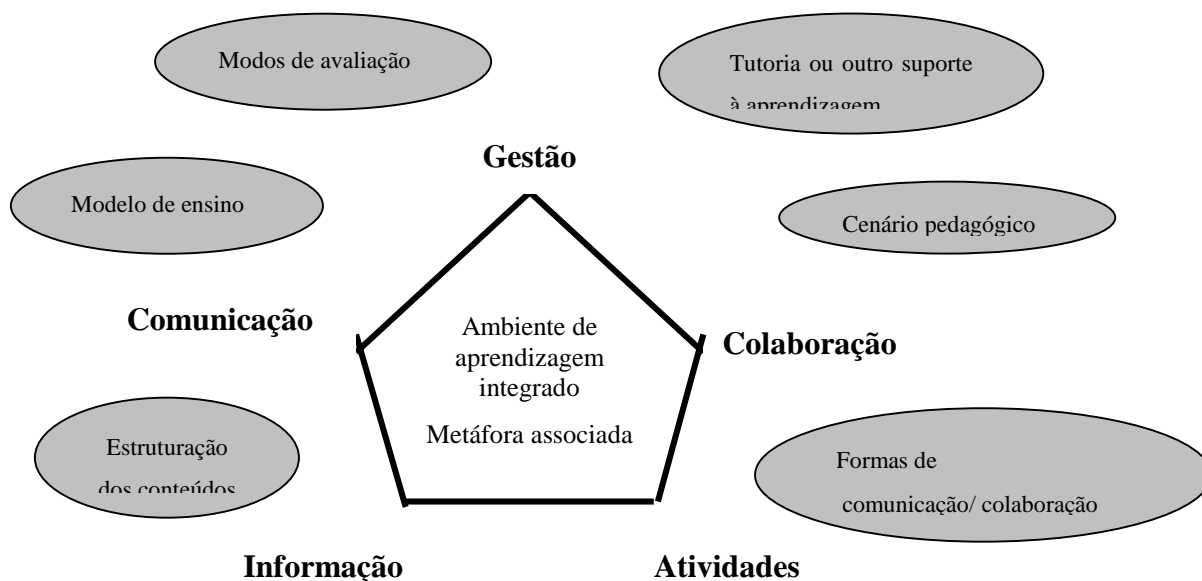


Figura 3.4 – Aspectos conceituais de um ambiente de aprendizagem integrado (Class, 2001)

Uma lista das principais ferramentas de organização, gestão, informação e comunicação para estas funcionalidades, utilizando como intermediário uma plataforma, é referida no *Guide Technique Learnett, 2001* (Manual Técnico Learnett)–e *Guides méthodologiques utiles pour la mise en place d'une plate-forme de téléformation, 2002* (Manuais metodológicos para aplicação de uma plataforma de teleformação) e no *Dictionnaire de l'informatique et de Internet 2001* (Dicionário de informática e internet 2001), a seguir citadas:

- Correio Eletrônico – ferramenta de base da comunicação em rede. Permite enviar e receber mensagens por via eletrônica a um endereço de uma rede local ou internacional. Essas mensagens são estocadas até que o destinatário as recupere. É possível enviar/receber não somente textos, mas imagens, sons, vídeos, programas, etc.
- Fórum – serviço de telecomunicações que registra as discussões entre pessoas distantes fisicamente. Um fórum conserva os traços do diálogo, permite consultas por autor, por tema, por data, etc. e podem ser de dois tipos: em tempo real (síncrono), quando os participantes discutem *on line* ou em tempo diferenciado (assíncrono), quando os interlocutores não estão

conectados na rede no mesmo momento, os chamados *newsgroup* ou lista de discussões.

- Motor de busca – permite fazer pesquisas por palavra-chave ou tema. Uma das dificuldades dessa ferramenta provém da massa de informação disponível na rede e da falta de um sistema de classificação universal, razão porque uma pesquisa feita por palavra-chave ou tema pode levar a *sites* que extrapolam o objeto pesquisado ou que nada tem a ver com o tema em pauta. Dessa forma, é necessário aprender a selecionar e objetivar a pesquisa.
- Bate-papo (Chat) – escrito, imagem e áudio – é um encontro virtual entre duas ou mais pessoas (de maneira síncrona) que ocorre em uma “sala” (canal) onde se pode conversar por escrito ou verbalmente e ainda trocar arquivos. Alguns dos programas mais populares atualmente são o mIRC, destinado ao PC, o MSN (messenger service do hotmail), o ICQ da AOL. Diversas plataformas desenvolvem seu próprio ambiente de bate-papo.
- FAQ (Frequently Asked Questions, ou seja, questões freqüentes) – reagrupam questões freqüentemente postas com referência a problemas correntes. Seu objetivo é garantir ajuda ao usuário novato. As respostas são geralmente completas e cobrem todos os temas, elementos materiais, programas, métodos, etc. Nos fóruns de discussões, os FAQs representam igualmente recursos de informação bastante ricos. O uso dos FAQs permite ainda poupar o tempo exigido para respostas personalizadas, concretizar interrogações habituais dos aprendizes, além de proporcionar a possibilidade de consulta autônoma.
- Avaliação assistida por computador – estes instrumentos são freqüentemente usados tanto em *softwares* educacionais como em cursos a distância. Na maioria das vezes, apresentam-se sob a forma de questionários de múltipla escolha e notação automática (QCM, QCU) como ferramentas de ajuda à correção dos trabalhos.

- Programa e plano de formação – ferramenta (s) necessária (s) para assegurar a unidade, gestão e controle do plano de ensino, acompanhamento e condições de aprendizagem pelo professor/tutor.
- Agenda/cronograma de atividades – Como na forma clássica, as agendas e cronogramas dão os indicadores de datas, prazos, resultados, enfim de toda a previsão das atividades, a fim de levar a termo o compromisso da formação entre professores/tutores e aprendizes.
- Recursos – podem ser de dois tipos: biblioteca, onde são disponibilizados *links* internos e externos, e espaço de trabalho, onde estudantes e professores/tutores podem compartilhar material pedagógico
- Radioconferência e videoconferência são tecnologias disponíveis na Internet que permitem transmitir, em tempo real, a palavra e a imagem de forma síncrona. Na data atual, possui ainda limitações tecnológicas considerando a capacidade de processamento desses sistemas. Do professor/tutor, exige-se um domínio das funcionalidades e dos aspectos técnicos do sistema, e.g., o preparo e a animação das seqüências de aprendizagem.

Existem ainda outras ferramentas não citadas nessa lista, porém é possível ter uma visão do que já é utilizado nos aludidos ambientes e projetar suas potencialidades, quando se trata de curso mais aberto e interativo e/ou sua avaliação, considerando os dispositivos de um ambiente de aprendizagem integrado a distância.

3.8 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE UM SISTEMA DE EAD

Com as novas tecnologias da informação e comunicação, o barateamento dos equipamentos, a demanda crescente de formação e o aperfeiçoamento profissional, fatores que se somam à 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, vez que evita deslocamentos e possibilita ao estudante aprender em seu ritmo, no tempo e local que lhe é mais conveniente.

Pelo lado do indivíduo, favorece também o desenvolvimento de habilidades e competências cognitivas como autonomia, criatividade, autodisciplina, responsabilidade com a própria formação, construção do conhecimento, aprendizagem cooperativa, entre outras habilidades.

A figura 3.3 sintetiza um modelo de EAD, descrevendo, sucintamente, as partes que o compõem, segundo propõe Silva (1998).

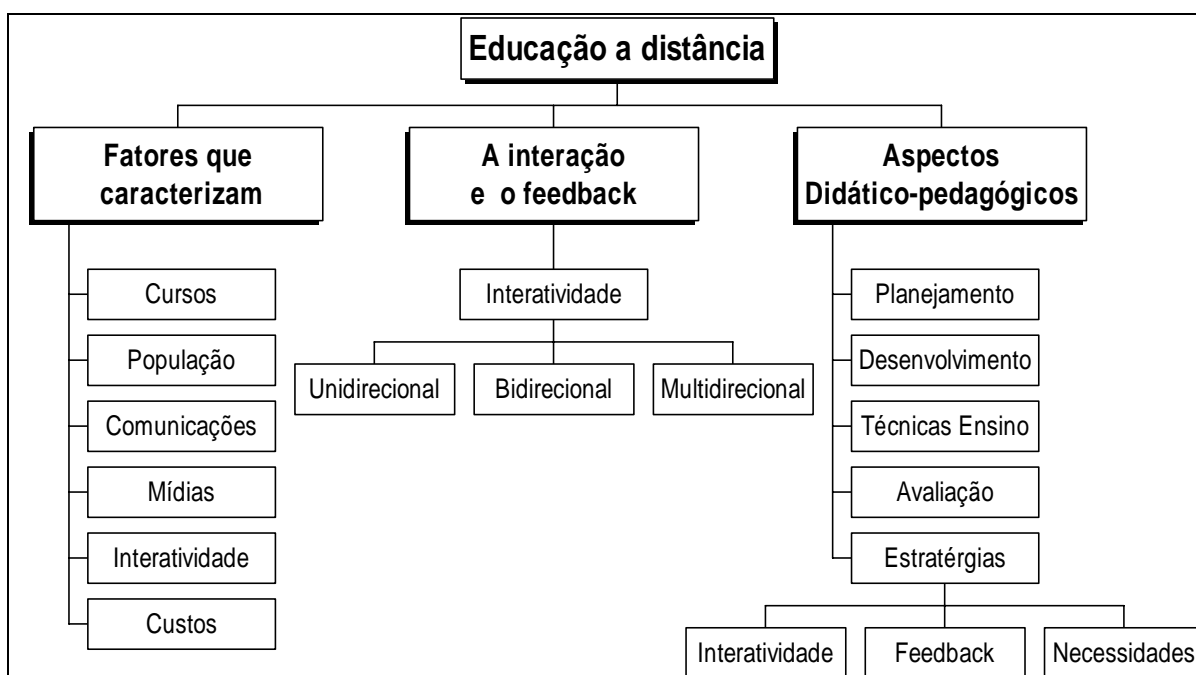


Figura 3.3 – Características de um modelo de EAD (Silva, 1998)

3.8.1 Fatores que caracterizam a EAD

Quiñones (1992), Willis (1992) e Willis (1993), Lezana (1995), Mata (1995), Gottschalk (1996), Moura Filho et alii (1997), Fialho (1998), Peraya (2000), para citar alguns, apresentam características de EAD, destacando como mais relevantes, os cursos, a população, as comunicações, as mídias, a interatividade e os custos.

Quadro 3.3 – Fatores que caracterizam um sistema de EAD

Os cursos	<p>são geralmente auto-instrucionais, mediante a elaboração de materiais para o estudo independente, contendo objetivos claros, auto-avaliações, exercícios, atividades e textos complementares;</p> <p>são pré-produzidos, utilizando-se, geralmente, textos impressos, combinados 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;</p> <p>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;</p> <p>tendem a adotar estruturas curriculares flexíveis, via módulos e/ou créditos para permitir uma maior adaptação às possibilidades e necessidades dos estudantes.</p>
População	<p>É relativamente dispersa, devido a razões de posição geográfica, de condições de emprego e incapacidade física ;</p> <p>é predominantemente adulta e o estudo é individualizado;</p> <p>possibilita a relação interpessoal de diferentes formações, cultura, raça, nações.</p>
Comunicação	<p>É massificada: uma vez preparado e testado, é conveniente e economicamente vantajoso utilizá-lo para um grande número de estudantes;</p> <p>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.</p> <p>processa-se por vários meios de comunicação (Ex.: palavra escrita, telefone, fax, rádio, videoconferências.);</p> <p>a forma mediadora de conversação é guiada, face a separação física entre professor e aluno condicionando as formas de comunicação;</p>
As mídias	<p>É crescente uso de novas tecnologias da informação e comunicação (computação, microeletrônica e telecomunicações);</p> <p>são utilizados variados suportes que vão desde os impressos (livro, manuais, apostilas.) aos simuladores <i>on-line</i>, em redes de computadores, avançando em direção à comunicação instantânea de dados, voz, voz e imagem, via satélite ou por cabos de fibras ótica.</p>

continua

Figura 3.3 – Fatores que caracterizam um sistema de EAD

		Conclusão
A interatividade	<p>alunos e professor não se encontram no mesmo espaço físico, mas podem se comunicar por vários meios (telefone, fax, correio eletrônico, videoconferência);</p> <p>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;</p> <p>o aumento da interatividade significa o aumento da compreensão do conteúdo, absorção e domínio do assunto, pelo estudante, em tempo mais rápido;</p> <p>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.</p>	
Os custos	<p>as tendências de preço por estudantes são decrescentes (em muitos casos gratuitos), depois de elevados investimentos iniciais;</p> <p>atinge audiência mais ampla;</p> <p>possibilita o envolvimento de professores, profissionais especializados e pesquisadores, altamente qualificados, diminuindo custos com tempo, deslocamentos e hospedagem</p>	

3.8.2 A interação e o *feedback*

A interatividade, em sentido básico supõe dualidade. Em um sistema interativo, a mediação é realizada forçosamente entre duas partes, dois pólos definidos em termos de emissor (res) e receptor (res).

O aumento da interatividade é o principal desafio da EAD, pois como afirma Barcia et al (1996), a comunicação é atualmente 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 faz a mediação os influencia, tanto no conteúdo quanto na forma.

Existem diferentes aspectos a considerar quando se pretende classificar e definir a interatividade, a exemplo do descrito no item 3.4. Entretanto, do ponto de vista da comunicação em EAD, ela é classificada de acordo com o grau de interação entre aprendiz-dispositivo, seja unidirecional, bidirecional e multidirecional. A interatividade entre eles alcança níveis baixo, médio e alto.

Segundo Silva (1998), a comunicação unidirecional é preponderante na primeira geração de EAD. Esse tipo de comunicação ocorre em uma única direção, do

professor para o aluno. Enquadram-se nesse nível os cursos por correspondência , rádiodifusão (TV educativa, emissões radiofônicas) audiocassetes, vídeo - aulas e outros meios que limitam a interação a uma “via de mão única”.

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

Na comunicação multidirecional o meio é enviado de qualquer local para outros, sem restrições. Esse 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, fóruns e discussões *on line*, *e-mail*, correio de voz e outras formas de interação como, em trabalhos cooperativos/colaborativos. Trata-se, pois, de uma cadeia de dados usada para conectar o professor e todos os alunos de forma que todos utilizam a mesma base de dados ou plataforma de EAD.

Outras evoluções no grau de interatividade é destacado por Peacock (1996 apud Silva (1998) como quarta geração de EAD, no qual o aluno obtém acesso direto às bases de dados, a vídeo e a material em forma de texto. Essa relação tem sido chamada de *empowered student* ou comunidade de estudiosos. Nela, os estudantes controlam seu tempo, lugar e ritmos de estudo, comunicam-se livremente com seus professores e colegas e possuem considerável controle sobre o escopo e a seqüência do material estudado.

3.8.3 Os aspectos didático-pedagógicos

O terceiro fator que caracteriza um modelo de EAD proposto por Silva (op.cit.) diz respeito aos aspectos didático-pedagógicos implicados nessa modalidade de educação. Ressalte-se que, o rápido crescimento das mídias de transmissão, o armazenamento de informações e a disponibilidade dos recursos de telecomunicações multimídias, têm multiplicado os modelos tecnopedagógicos, bem como as ferramentas de desenvolvimento e as plataformas de difusão de EAD.

Qualquer que seja o modelo tecnopedagógico, os aspectos didático-pedagógicos a serem considerados são: o planejamento, o desenvolvimento, a seleção e

aplicação das técnicas de ensino, a avaliação, as estratégias de interação, o *feedback* ao aprendiz e o atendimento às suas necessidades.

Willis (1992), Gottschalk (1996), Siantz & Pugh (1997) e Silva (1998) apresentam os estágios básicos do procedimento de planejamento, desenvolvimento, avaliação e revisão presentes nos compêndios de Didática aplicadas em EAD.

Como parte do planejamento, deve ser feito um levantamento prévio de todas as informações necessárias à realização do programa de formação, ou seja, das necessidades da clientela, e de suas características para, em seguida proceder-se ao estabelecimento de metas e objetivos, bem como à verificação de seus resultados pela avaliação contínua.

O aspecto avaliação possui o mesmo grau de importância que em qualquer sistema educativo e é realizada nos diversos momentos do processo ensino-aprendizagem, seja nas modalidades diagnóstica, de controle ou de classificação.

Para Silva (1998), a avaliação diagnóstica tem por função 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, como contribuição ao 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 (tema, tópico, unidade, curso, bimestre, semestre, 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 preestabelecidos.

Quanto às estratégias para melhorar a interação e o *feedback*, Silva (1998) assinala que qualquer que seja o nível de interação, especialmente o uso de estratégias sugeridas por Willis (1992) como a integração de vários meios de interação, contato freqüente com os locais e alunos, controle dos prazos, *feedback* constantes e consistentes, etc., permitem

ao professor/tutor/facilitador identificar e atender as necessidades individuais dos alunos, ao mesmo tempo em que possibilita um fórum de discussões e avaliações para o aprimoramento do processo de formação.

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

3.9 PLATAFORMAS DE EAD E MODELOS TECNOPEDAGÓGICOS

O advento da telemática fez evoluir os ambientes de aprendizagem a distância, favorecendo todos os tipos de mediação citadas neste capítulo, no item 3.2 que trata da comunicação pedagógica midiaticizada, que vai além dos aspectos tecnológicos, pois, em curto espaço de tempo, conforme observa Lamontagne (2001 apud Martin, 2001), rapidamente passou-se da formação a distância para a *on line* e depois para as plataformas de gestão das aprendizagens cada vez mais sofisticadas.

3.9.1 Plataformas de EAD

Segundo o *Etude Comparative technique et pédagogique des plate-formes pour la formation ouverte et a distance* (1999), um estudo com objetivo de comparar as plataformas para a formação aberta e a distância, verificou-se que reagrupa, geralmente, ferramentas necessárias a três principais usuários: professor, aprendiz e administrador – que tem por finalidade a consulta a distância de conteúdos pedagógicos, a individualização da aprendizagem e a tele-tutoria.

Na distribuição das funções dos usuários, o professor cria percursos pedagógicos típicos e individualizados de seu plano de ensino, incorpora recursos pedagógicos multimídia e efetua o acompanhamento e orientação das atividades dos aprendizes.

O aprendiz, dependendo de sua origem espaço-temporal, consulta *on line* ou armazena em seu computador os conteúdos pedagógicos recomendados, organiza e tem uma

visão evolutiva de seu trabalho, efetua os exercícios, auto-avalia-se e envia as atividades a corrigir.

Professores e aprendizes comunicam-se individualmente ou em grupo, criam temas de discussão e colaboram com documentos comuns.

Quanto ao administrador, este instala e assegura a manutenção do sistema, gera os acessos e os direitos de todos e cria *links* com sistemas de formação externos (instituições, empresas, catálogos, recursos pedagógicos, etc). Outras categorias podem se acrescentar nos papéis de administração, cabendo a outros profissionais de suporte, como administrador de material pedagógico, da escolaridade e formação, entre outros.

Lamontagne (2001) vem divulgando uma compilação de plataformas constantemente atualizadas, a partir do portal de informação sobre tecnologias da formação a distância denominado THOT (<http://thot.cursus.edu>). Atualmente, foram compiladas 186 anglofônicas e francofônicas, das quais, 10 são gratuitas. O autor afirma claramente que se certas plataformas são bastante onerosas, outras são capazes de transformar um servidor em um campi virtual por algumas centenas de dólares.

3.9.2 Modelos tecnopedagógicos

Os modelos pedagógicos de ensino a distância repousam sobre alguns pressupostos básicos como a individualização e a autonomia do estudante. As potencialidades das atuais tecnologias síncronas e assíncronas ampliaram também o caráter social da aprendizagem, valorizando as trocas e as colaborações e favorecendo a construção de verdadeiras comunidades virtuais.

Em essência, existe uma centena de modelos pedagógicos baseados em teorias e concepções de aprendizagem e correntes pedagógicas, elaborados situacionalmente, de acordo com a demanda do triângulo pedagógico (saber-conhecimento X professor-autor X aprendiz), pois cada instituição define sua política pedagógica e os instrumentos para avançar nas estratégias educativas. No caso da modalidade de EAD, é preciso considerar sobretudo a via tecnológica de tratamento pedagógico e a “entrega” do conteúdo.

A considerar ambientes de aprendizagem a distância mais abertos como os portais de aprendizagem, campos virtuais e plataformas de formação, é possível implementar modelos pedagógicos mais diversificados e evoluídos.

Paquette (2000) faz referência a seis modelos tecnopedagógicos que uma plataforma de formação deve manter, integrar e combinar:

- Classe tecnológica – modelo tradicional que reúne um conjunto de tecnologias instaladas e utilizadas de maneira permanente. Assim, computadores ligados em rede e acesso a Internet, equipamentos de projeção para apresentações e navegação, *softwares* e sistema de videoconferência integrada podem ser instalados nas estações de trabalho. *Links* bidirecionais na sala são suficientes para assistir a apresentações de pessoas situadas a distância. A classe é aberta às informações do exterior, mas não necessariamente distribuída em vários locais.
- Classe distribuída – sistema predominante utilizado no Laboratório de Ensino a Distância da Universidade Federal de Santa Catarina, constitui-se de uma classe tecnológica virtual dividida em vários locais, distantes e equipados com sistema de videoconferência e uma variedade de periféricos ligados ao computador (câmeras, microfones, câmera documentos, leitor de Cd etc.). Os eventos de aprendizagem se desenvolvem em tempo real, animados por um professor que utiliza uma variedade de instrumentos de apresentação da informação. Implica presença simultânea dos estudantes em outras salas ligadas por telecomunicações com a sala geradora.
- Hipermídia distribuída – com a Internet, proliferam cursos hipermídia sobre a Web. A aprendizagem se dá de forma autônoma pelo aprendiz e geralmente sem intervenção de um formador e não necessariamente por meio da colaboração entre aprendizes. Não há exigência de lugar ou tempo imposto pelo modelo de formação. Cada aprendiz acessa conteúdos pré-fabricados *multimidiatizados*. O material pedagógico pode ser inteiramente local (CD ROM ou instalado no posto de trabalho) ou *on line* via Internet, ou ainda de forma híbrida (local e *on line*).
- Formação *on line* – utiliza a Internet, mas de maneira diferenciada. É gerado por um professor que faz a apresentação e coordena as interações de modo assíncrono com um grupo de aprendizes. Estes podem progredir em seu ritmo, interagir entre si e com os materiais pedagógicos de acordo com etapas definidas pelo professor, por quem todas as atividades são

acompanhadas. Nesse modelo, as ferramentas tecnológicas principais são assíncronas como fóruns de discussão, correio eletrônico, transferência de arquivos para entrega e avaliação dos trabalhos.

- Comunidade de prática – como na formação *on line*, utiliza ferramentas assíncronas e também síncronas. O que caracteriza esse modelo é a troca de informações e a discussão entre um grupo de especialistas em torno de um trabalho em comum. A figura do professor é substituída pela do coordenador (animador) de rede que assume um papel semelhante ao de animador de grupo presencial. Diferente do papel do professor, o coordenador não possui, necessariamente, as informações dos participantes, mas dispõe de técnicas para facilitar as relações.

Paquette (op.cit.) assinala que esse modelo é particularmente bem adaptado em formação profissional continuada, quando se pretende aprender a utilizar tecnologias da informação, e em cursos universitários a distância, como nos casos em que vários módulos tomam a forma de oficinas em torno de uma tarefa a executar ou no aprofundamento de uma prática.

- Suporte a performance – (*Electronic performance support systems – EPSS*) são sistemas informatizados centrados sobre uma tarefa de trabalho de maneira diferenciada. A formação é individual, vez que se desenvolve em estreita relação com as atividades de trabalho, seja durante essa atividade, quando o aprendiz tem necessidade de formação para avançar na tarefa, seja depois dela para aprofundar questões postas no exercício da tarefa, seja antes da tarefa, por necessidade de uma formação suplementar.

Esse sistema integra-se estreitamente naqueles informatizados da organização, principalmente nas bases de dados institucionais. Neles se acrescentam diversos módulos de formação formais, ajudas a tarefa, FAQs mantidos por um gestor ou especialista de conteúdo, agentes conselheiros inteligentes. Enfim, o usuário obtém informações *just in time* em função das tarefas a resolver. A aprendizagem é vista como um processo de tratamento da informação.

Por fim, os diferentes recursos da tecnologia conjugados (internet, *softwares* aplicativos, multimídia interativa, hipermídia, videoconferência, áudioconferência, teleconferência, realidade virtual não-imersiva e imersiva, quando esta for possível e outros) provocam modificações substanciais nos paradigmas de educação vigentes, vez que se têm aberto ao estudante e professor inúmeras possibilidades de acesso à informação, formas de se comunicar com o meio ou através dele, novas formas de aprender e ensinar, requeridas por esse novo ambiente.

3.10 DISCUSSÃO

Na perspectiva de concepção e avaliação de PEIs, é importante considerar que a comunicação é de fato o princípio da Pedagogia, pois constitui uma ação que visa provocar efeitos precisos sobre a aprendizagem, presencial ou a distância.

Neste capítulo procurou-se dar destaque aos elementos de comunicação pedagógica midiaticizada, englobando conceitos, classificações, relações, implicações dos dispositivos tecnológicos, considerando a pluralidade das mídias que afetam a comunicação pedagógica e, ao mesmo tempo, visando elaborar um escopo conceitual para determinar um conjunto critérios mínimos necessários à avaliação que considere espaços de mediação entre usuário-leitor, a mensagem e o dispositivo tecnopedagógico.

O capítulo seguinte discute as questões de interfaces ergonômicas, modelos e técnicas de concepção e avaliação, com ênfase na avaliação de Interfaces Humano-Computador.

4 ERGONOMIA DE INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR

4.1 INTRODUÇÃO

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

A quantidade de usuários leigos em conhecimentos de informática é crescente. Diferentemente dos que possuem experiência, as dificuldades de interação com as máquinas apresentam-se evidentes nos que não a têm. Essas dificuldades são geralmente provenientes da falta de prática do uso da tecnologia informática, das diferenças individuais e das funções cognitivas exigidas na tarefa de interação homem - máquina, forçando, assim, o desenvolvimento de interfaces cada vez mais amigáveis e intuitivas, ou seja, mais ergonômicas.

4.2 AS INTERFACES HUMANO-COMPUTADOR – IHC

As interfaces são utilizadas como forma de registrar e transmitir informação desde os primórdios da civilização, isto é, a partir das 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, ser de fácil uso e o mais atraente possível para o usuário.

No caso de sistemas informatizados, a interface é considerada, segundo definição de Scapin *apud* Sperandio (1988), como concernente a todos os aspectos dos sistemas informáticos que influenciam a participação do usuário nas tarefas informatizadas, ressaltando que esta não se refere somente aos aspectos gráficos da camada imediatamente visível pelo usuário na tela do computador, mas também (e inclusive) aos objetivos de interação e ao 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. 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.)

Partindo dessa teoria, 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.

4.3 A ERGONOMIA DE SOFTWARE 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. Pode também 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 (Wisner, 1987).

O campo de estudos da ergonomia coloca em questão dois objetivos fundamentais: conforto e saúde dos usuários, no que tange ao segundo, os ergonomistas se inquietam na intenção de evitar os riscos de acidentes e de doenças e de minimizar a fadiga, ligada ao metabolismo do organismo, ao trabalho dos músculos e das articulações, ao tratamento da informação e à vigilância.

Para Falzon (1996), a eficácia e eficiência são as maiores preocupações nesse campo. A primeira mede a produtividade e a qualidade; a segunda é dependente da eficiência humana. Diante disso, a ergonomia visa conceber sistemas adaptados à lógica dos operadores.

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

Essa área de estudos, preocupada com a questão da qualidade dos produtos informatizados, procura conhecer como o usuário, percebendo 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:, ou seja, a adaptação do sistema informático à inteligência humana que começa com a adequação da ferramenta à representação do usuário.

4.3.1 Qualidade de interface

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

Trata-se, pois, de tarefa que envolve vários domínios do comportamento humano, correspondentes aos diversos processos mentais de tratamento da informação (percepção, raciocínios, representação mental) que são de domínio 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, entre outros.

A norma ISO 9241 define utilizabilidade como a eficácia, confiabilidade e satisfação com as quais usuários específicos atendem objetivos específicos em um ambiente particular, razão por que é necessário levar em consideração as características do usuário para a obtenção de um software “utilizável”. A psicologia cognitiva é o campo de conhecimento que mais contribui para a compreensão do funcionamento e comportamento do usuário. O resultado é a elaboração de regras ergonômicas que permitem avaliar a utilizabilidade de um produto.

4.3.2 Princípios da interface

Por ser um objeto complexo e havendo necessidade de se reduzir esta complexidade a uma definição de conceitos mais precisos de 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 atividade de interação.

4.3.3 Etapas para definição de interfaces

As grandes etapas-chave 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, estimativa de custos e benefícios, preparação de uma agenda com fornecedores);
- conceituações gerais do sistema;
- determinação dos objetivos e especificações de *performances* (exigências, regras) e das necessidades e características dos usuários;
- concepção dos aspectos semânticos (definição dos objetivos e estabelecimento das exigências, dos organogramas de tarefas, da organização das operações em unidades de tarefas, das estruturas de dados,

- dos aspectos de segurança, confidencialidade e 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 e periféricos), determinação do diálogo, concepção das entradas e saídas pelas quais as etapas de concepção são detalhadas;
 - facilitação da concepção (concepção de ajudas, manuais e treinamentos);
 - realização de testes;
 - criação e desenvolvimento do programa (modularidade, manutenção, etc.);
 - 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 voltada à concepção e à avaliação de interfaces.

4.3.4 Princípios e abordagens para concepção e avaliação de interfaces

De modo geral, Scapin (op.cit.) destaca três abordagens na perspectiva de avaliação de IHC: analítica, empírica e julgamentos de especialistas. Outras formas de classificação são apresentadas no item 4.4, no que se refere a métodos.

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

Scapin (1988) ressalta que essas abordagens, além de numerosas, podem variar segundo:

- o seu contexto (laboratório ou situação real), os tipos de medidas aplicadas (objetivas e subjetivas). As medidas objetivas consistem na duração da aprendizagem, da execução da tarefa, na frequência de utilização, de erros, na ocorrência e tipos de navegação (ajuda, documentação.). As medidas subjetivas são as opiniões sobre o conforto de utilização, a estética, as preferências no que tange à funcionalidades e os modos de entrada.
- as técnicas de coleta de dados e as situações experimentais, como a análise do trabalho, o estudo de caso, os incidentes críticos, entre outros. Também nessa abordagem incluem-se os testes e experimentações, tais 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 permite responder às questões de utilizabilidade, como se verá neste capítulo, com base nas propostas

metodológica de Valentin et al (1993) e nas recomendações ergonômicas.

- c) A terceira abordagem descrita por Scapin (1988) é a de Julgamentos de Especialistas apresentada como outra forma de analisar a utilizabilidade de uma interface, que, por razões de tempo e custos, exige uma intervenção de análise não detalhada dos usuários, dispensando estudos empíricos. Esses julgamentos são baseados na formação e na experiência acumulada do especialista e nos recursos e dados documentais disponíveis. Em geral, esses dados estão disponíveis na literatura, sob a forma de recomendações ergonômicas para avaliação de interfaces.

Os princípios, etapas e abordagens para concepção e avaliação de interfaces ergonômicas descritas por Scapin (1988) no item 4.3.4, 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) como também no da avaliação, ou seja, na realização de diagnósticos comparativos em relação a uma dimensão ou a um modelo, utilizando ferramentas de medida e de técnicas de avaliação de performances).

4.4 PANORAMA DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IHCS

A prática de avaliação em ergonomia é regularmente confrontada com contextos diferentes. Segundo Senach (1993), cada situação coloca questões originais ao avaliador e por isso exige a aplicação de métodos e técnicas idôneas. Balbo (1994) destaca quatro situações nas quais um método ou estratégia de desenvolvimento se inscrevem: o diagnóstico de uso de sistemas existentes, os testes realizados durante a concepção, a avaliação comparativa de *softwares* e o controle apriorístico da qualidade da interface. Daí deriva um vasto panorama de abordagens, modelos e metodologias, traduzidos em métodos e técnicas aplicáveis à concepção e avaliação de produtos e sistemas informatizados.

Além das abordagens para concepção e avaliação de interfaces descritas no item 4.3.4, outra classificação feita pela equipe do INRIA para o Projeto *EvalWeb* (1999) é

baseada em três famílias abaixo descritas: avaliação centrada sobre o usuário, em *expertise* e em métodos analíticos:

- a) Abordagem centrada sobre o usuário – consiste na coleta de dados representativos de interação com a ajuda de medidas ou observações provenientes da utilização de interfaces por usuários representativos da população final e na análise dos percursos de suas atividades. A avaliação deve ser realizada em um ambiente o mais próximo possível do meio natural do usuário sem lhe causar constrangimento. As técnicas para essa abordagem são o diagnóstico de uso, a estimativa da carga de trabalho e os testes de concepção.
- b) Abordagem centrada sobre uma *expertise* – é aplicada quando os dados relativos à utilização não podem ser registrados ou não são disponíveis porque a interface não existe ainda. Nesse caso, a coleta dos dados do modelo de IHC pode ser feita por abordagens *experts*, com a intervenção de especialistas do domínio. Os requisitos para essa abordagem são a *expertise* humana e a experiência de analista.
- c) Abordagem centrada nos métodos analíticos – baseia-se nos modelos formais, informatizados ou não, de interface ou de interação homem-máquina, bem como na aplicação progressiva de métricas objetivas. A avaliação é realizada comparando uma representação de interface a uma referência, descrevendo as qualidades de “uma boa interface”, segundo critérios ergonômicos predefinidos. As técnicas aplicadas a esses modelos são fundadas em uma teoria, modelos formais preditivos e modelos formais ditos de qualidade IHC.

Sobre estes últimos (Scapin et al., 1999 e Balbo, 1994), destacam os mais usuais que são: o *Cognitive Walkthrough*, explicitado no item 4.5.1, e *Cognitive Complexity Theorie-CCT*, que permite comparar os méritos relativos de várias alternativas de concepção em termos de transferência de conhecimento e de dificuldade de aprendizagem.

Quanto aos modelos formais preditivos, estes são centrados na modelagem da tarefa do usuário. Os mais conhecidos são o GOMS (*Goal Operator Method Selection rules*) e o MAD (*Méthode Analytique de Description*). O primeiro consiste em descrever a atividade cognitiva de um usuário experiente e decompõe-se em objetivos (Goals) organizados em uma

hierarquia de operações (*Operator*) elementares em métodos (*Methods*) ou em procedimentos de realização de um objetivo e regras de seleção (*Selection rules*) dos métodos, quando várias soluções permitem atender o mesmo objetivo.

O MAD consiste em descrever as tarefas a partir de dados oriundos da análise do trabalho de um usuário (lógica de tratamento da informação). Uma representação gráfica arborescente exprime as relações lógicas de composição e as ligações temporais de encadeamento das ações completado por um formalismo textual, que vai do estado inicial ao estado final da tarefa. Decompõe a tarefa em objetivos e subjetivos e estabelece as pré-condições (predicados a serem satisfeitos após a execução de uma tarefa). Esse formalismo permite dominar a diferença entre a lógica funcional e de utilização (características do usuário e de sua tarefa).

Quanto aos modelos formais de qualidade IHC, estes são complementares aos preditivos. Interessam-se pelas propriedades mensuráveis de interface, segundo critérios de utilizabilidade, formalizados, normalmente, sob a forma de regras.

Tipos de avaliação e técnicas de base

O objetivo das técnicas de avaliação e validação ergonômica é testar as funcionalidades do sistema, o efeito da interface sobre os usuários, a facilidade de aprendizagem e eficiência de uso e a atitude do usuário em relação ao sistema. Diversos autores organizam sua classificação em função da presença ou ausência do usuário por uma parte, e do sistema interativo, por outra. Balbo e Coutaz (1992) classificam as técnicas em função de vários parâmetros, tais como o grau de automatização, a consideração do usuário e o saber utilizado para a avaliação.

As técnicas não automatizadas são fundadas, segundo Balbo (1994), sobre métodos que se apóiam em conhecimentos formais como as recomendações ergonômicas, onde o saber heurístico domina (a esse respeito ver item 4.8), em exploração cognitiva (*cognitive walkthrough*) que se apóia em uma teoria de aprendizagem por exploração, inscrita na teoria da flexibilidade cognitiva (ver a respeito quadro 2.5, capítulo 2 e tópico 2 do item 4.5.1 seguinte) e em métricas que fornecem ferramentas quantitativas para ajudar a avaliação. Utilizam como suporte medidas objetivas do desempenho do usuário via coleta de dados por registros audiovisuais, entrevistas e questionários ou, ainda, segundo abordagens ligadas à

engenharia de *software* e ergonomia, sob a forma de uma lista de objetos ou atributos, em que um objeto sugere os aspectos que devem ser considerados na avaliação.

4.4.1 Tipos de avaliação

Cybis (1997) cita quatro tipos de avaliação que podem ser utilizadas no processo de validação de um produto:

1) Avaliação heurística

Representa um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas das interfaces homem-computador, sendo realizada por especialistas em ergonomia que examinam o programa aplicativo com o intuito de diagnosticar os problemas ou barreiras que os usuários provavelmente encontrarão durante a interação.

Dado o alto grau de subjetividade desse 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 de um conjunto de critérios ergonômicos como ferramenta de análise, e.g., as heurísticas de Nielsen (1993) (ver item 4.7.2).

2) Exploração cognitiva (*Cognitive Walkthrough*)

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 inserir teorias psicológicas na técnica informal e subjetiva de exploração cognitiva.

3) Inspeções ergonômicas via *checklists*

O *checklist*, ou lista de verificação, é uma ferramenta de 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. Essa ferramenta se

constitui em uma grade de análise e/ou lista de questões a responder sobre a ergonomia de projeto. Como os *checklists* já embutem o conhecimento ergonômico, fica dispensado o profissional de ergonomia, reduz-se o nível de subjetividade das avaliações e seus custos, além de facilitada a identificação de problemas de usabilidade.

4) Ensaios de interação

Representa a principal técnica de avaliação que conta com a participação direta de usuários e destina-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. Nessa 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.

4.4.2 Principais técnicas de registro e coleta de dados

As técnicas de avaliação centradas no usuário mais frequentemente utilizadas para coleta de dados são, segundo Scapin et al (1999), Bisseret et al (1999), as seguintes:

4.4.2.1 Questionários

Permite coletar por escrito um conjunto de apreciações de cunho subjetivo representativas de problemas encontrados pelos usuários sob uma forma estruturada, portanto, propícia a análise. Complementa outras técnicas como entrevista, ensaios de interação, testes de usabilidade, observações, etc. Diferentes tipos de questões são formuladas como fechadas (múltipla escolha), semi-abertas e abertas (permitem ao usuário se expressar livremente na sua própria linguagem). A vantagem dessa técnica é ser econômica, razão pela qual usada na maioria das situações, e permitir que usuário despenda menos esforço.

4.4.2.2 Entrevistas

Utilizado em complemento com outros métodos e técnicas, para obter uma visão de conjunto de problemas relacionados à utilidade e utilizabilidade. Segundo os fins visados, pode ser livre, dirigida ou semidirigida.

4.4.2.3 Registro em vídeo

Consiste em colocar em uma cabine um usuário potencial. Este fica só diante de uma câmera de vídeo e um computador e deve se exprimir livremente sobre todos os aspectos do sistema., isto é, sobre dados objetivos e subjetivos sendo-lhe assegurado o direito de decidir quando começar e/ou parar em uma sessão. Bastante usada em ensaios de interação e testes de usabilidade, essa técnica permite ter um bom retorno da parte de usuários representativos, porém requer uma quantidade suficientemente grande de usuários para que se obtenham resultados significativos, exploráveis posteriormente.

4.4.2.4 Incidentes críticos

O princípio da técnica é fazer observações em situação real de uso e entrevistar os usuários. Durante esse processo, coletam-se sistematicamente os disfuncionamentos da interface para, em seguida, oferecer um diagnóstico dos principais problemas do sistema (dificuldades de utilização, detecção das inadequações das ferramentas ou da lógica de trabalho, disfuncionamentos, etc.). Produz ainda uma classificação hierárquica dos tipos de incidentes, visando detectar as anormalidades e propor melhorias.

4.4.2.5 Traços escritos do trabalho

Esta técnica é baseada na análise dos traços escritos do trabalho do usuário. Podem ser notas tomadas durante a interação, documentos de instrução, lista de reclamações, etc. Com essa técnica, podem-se evidenciar indiretamente as lacunas de uma interface ou os problemas que afetam a execução de uma tarefa.

4.4.2.6 SUS (System Usability Scale)

Baseada em dez questões com escala de 1 a 5, esta técnica permite obter uma avaliação global e subjetiva da utilizabilidade, porém sem entrar em detalhes. A escala varia de “totalmente contra” a “totalmente a favor”. As questões são:

- Gostaria de usar o sistema freqüentemente.
- Não acho o sistema particularmente complexo.
- Acho o sistema é fácil de utilizar.
- Penso que terei necessidade da ajuda de um técnico para a utilização.
- Acho que as diferentes funções do sistema estão bem integradas.
- Acho que o sistema possui muitas inconsistências.
- Imagino que muitas pessoas aprenderão rápido a utilizar o sistema.
- Acho embaraçador utilizar o sistema.
- Sinto-me confiante ao utilizar o sistema.
- Tenho necessidade de aprender várias coisas antes de usar o sistema.

4.4.2.7 Protocolo verbal

Consiste em solicitar ao usuário que realize uma tarefa raciocinando em voz alta. O analista coleta os protocolos (registro em áudio ou vídeo), os traços da atividade, procedendo a anotações para, em seguida, recorrer a ajudas externas como documentos, calculadoras, softwares.

Enfim, existem muitas outras técnicas derivadas ou adaptadas que cada analista *expert* compõe e/ou utiliza de acordo com a focalização do objeto de estudo, sobretudo quando se trata das que se referem ao estudo do nível de funcionamento cognitivo do usuário durante a análise da atividade mental, para capturar as representações dos usuários, as estruturas de conhecimento e os procedimentos.

4.5 UM MODELO EMPÍRICO DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA

Os fundamentos teóricos dessa abordagem têm seus princípios centrados na análise da atividade, ou seja, possui forte base na ergonomia cognitiva, nos componentes da

atividade mental do usuário, principalmente no tratamento da informação: percepção, representação mental, raciocínios (Sperandio, 1988).

O modelo de intervenção ergonômica desenvolvido por Valentin et all (1993) *apud* Silva (1998), a seguir apresentado, aplica os princípios de análise do trabalho relacionados às regras de concepção e se dividem em cinco etapas principais, segundo esquematiza a figura 4.1

4.5.1 Reconhecimento do *software*

A etapa de reconhecimento do programa (*software*, sistema) tem 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.

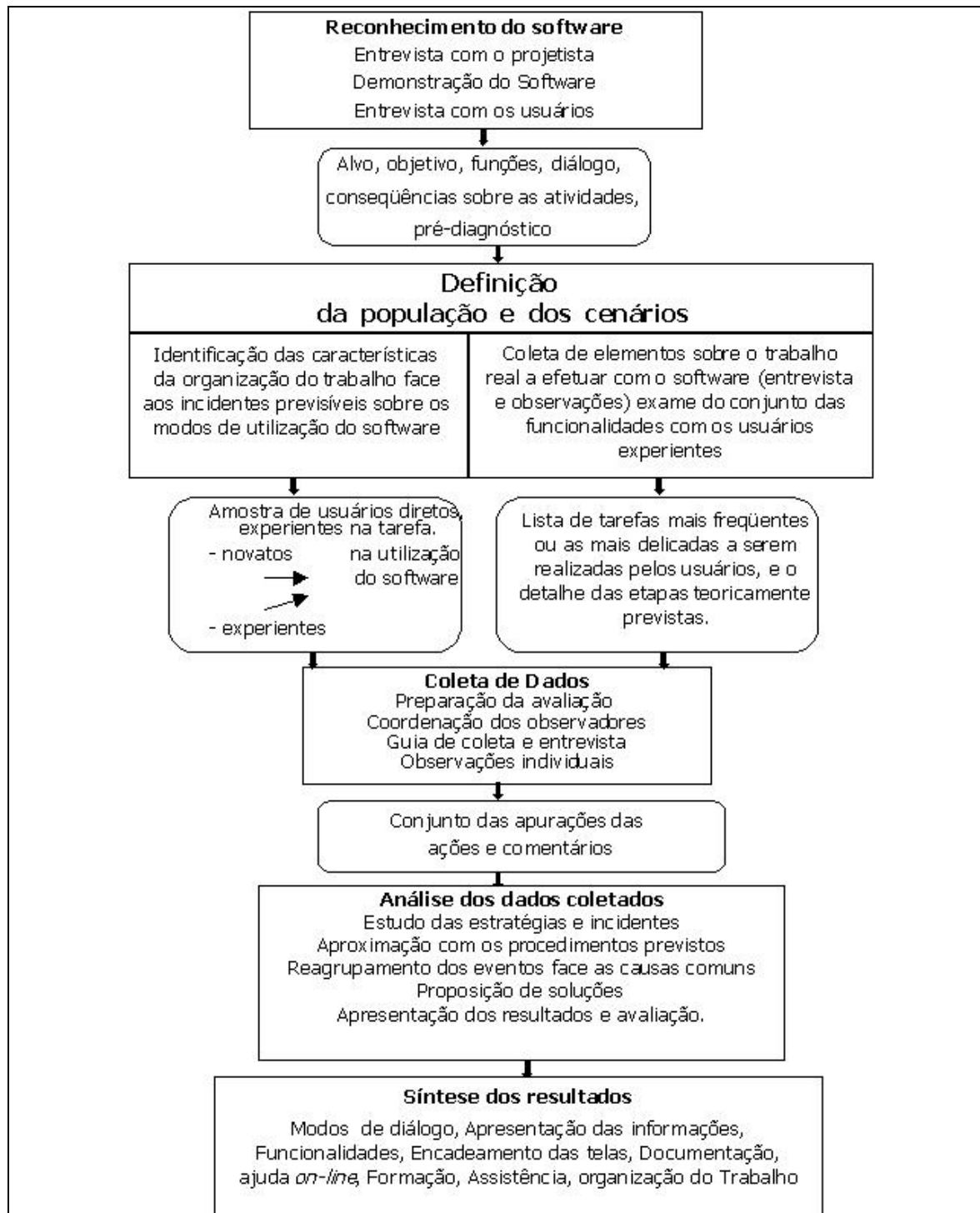


Figura 4.1 - Esquema geral do modelo de avaliação (Valentin et al., 1993, p. 26).

4.5.2 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. Nessa etapa, a definição da população e dos cenários são fundamentais para a todo o processo da avaliação:

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.

- 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.
- Os usuários experientes na tarefa – os autores afirmam que recorrer a usuários novatos não permitiria distinguir as dificuldades ligadas ao conteúdo do trabalho, e a ele mesmo dos que são gerados pelo *software*.
- 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.
- 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, razão por que o tamanho da amostra é limitado.

- Os limites explicitados – qualquer que seja a amostra escolhida, convém formalizar o modo de seleção e a descrição, procedimento que permite recolocar, em seu contexto, os resultados obtidos e melhor dominar o grau de generalização.

Cenários:

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

Nessa 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 isso, baseia-se tanto quanto possível no trabalho dos usuários diretos. Essas tarefas são determinadas a partir de quatro fontes principais:

- Hipóteses oriundas do pré-diagnóstico – 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.
- Objetivos fornecidos pelo projetista – os cenários devem ficar estruturados pelas tarefas a efetuar e não pelas regras de funcionamento do *software*.
- Elementos sobre o real trabalho a efetuar com o programa – quando se efetuam as observações, apuram-se diretamente as diferentes tarefas realizadas e seu encadeamento, os documentos utilizados, as funcionalidades dos programas correspondentes, as dificuldades, solicitando aos usuários as explicações.
- 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 solicitada uma apreciação a partir de uma escala de cinco pontos, segundo três critérios: frequência de utilização, incidente sobre o resto da atividade, ganho estimado em relação ao mesmo trabalho efetuado sem o programa.

Todos esses procedimentos permitem revisar o conjunto das funções do programa e previnem o esquecimento das funções pouco frequentes, das funções difíceis e das que apresentam riscos ao nível da gestão de dados. A partir dessa avaliação, introduzem-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 as orientações a serem dadas ao usuário.

Trata-se de descrever uma decomposição estruturada em objetivos e subobjetivos 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 demais. Isso pressupõe ter realizado previamente uma observação aberta da situação existente, para rever os parâmetros que têm uma relação importante com o usuário do programa (partilha das impressões, trabalho frequentemente interrompidos, entrega de documentos ao clientes).

4.5.3 Coleta de dados

Na etapa da coleta dos dados a realização das observações necessita 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), 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 por que ele efetua essas ações, o que ele pretende obter) e anotar os comentários correspondentes;
- anotar a que correspondem 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 encontradas;
- 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 permitem solucioná-las;
- evitar interpretar imediatamente a causa das dificuldades do usuário, cabendo-lhe simplesmente registrar o desenvolvimento da ação efetuada.

Nessa 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.

Seguem-se, nessa 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.

4.5.4 Análise dos dados coletados

Em situação de simulação, os usuários possuem a tendência de se reportar a situações de trabalho que eles conhecem (situação existente). Os registros formulados devem ser ressitoados 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) e os questionários submetidos aos usuários.

Os resultados dos dados são tratados e comparados e depois de analisados, servem de base a que se proponha o melhor compromisso possível entre as diferentes recomendações ergonômicas utilizáveis no domínio da IHC e determinem-se as exigências da situação de trabalho e as de natureza técnica ligadas às ferramentas de desenvolvimento ou a estrutura do projeto.

As recomendações interferem total ou parcialmente nos 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) e seu lugar na organização de trabalho;
- a documentação e ajuda *on line*;
- a formação dos usuários e a assistência que lhes deve ser dada;
- os locais e a organização do trabalho.

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

4.5.5 Síntese dos resultados

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

- a) **Identificação da demanda** – solicitante, tipo de demanda, objetivo da avaliação, exigências da avaliação (duração, carga etc.).
- b) **Descrição do produto** – ambiente técnico, contexto de utilização, descrição funcional.
- c) **Condições de avaliação** – condições materiais e técnicas, população e contexto de realização das avaliações.
- d) **Definição dos cenários da tarefa** – descrição de cada cenário e motivo da escolha.

- e) **Resultado das observações** – descrição sumária do desenvolvimento, síntese dos principais incidentes, de suas causas e de suas frequências e descrição das estratégias dos usuários.
- f) **Resultado dos diferentes questionários** – tabela recapitulativa dos diferentes questionários.
- g) **Recomendações e proposições** – modos de diálogo, apresentação das informações, funcionalidades, encadeamento das telas, documentação e ajuda *on line*, formação e assistência e locais com a organização do trabalho.
- h) **Conclusão** – realização da síntese dos resultados.

4.6 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS PARA A CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTERFACES HUMANO-COMPUTADOR

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

Existem diversas afirmações declarativas do domínio de ergonomia que fornecem regras, normas, critérios e guias de estilo para melhorar a concepção e avaliação de IHC. Dentre elas, destacam-se as recomendações de Ravden & Johnson (1989), Nielsen (1993), Vanderdonkt (1996-2000), Norma ISO 9241 e as recomendações e critérios de Bastien & Scapin (1992, 1993, 1995 e 1997)

4.6.1 Recomendações de Ravden & Johnson

Ravden & Johnson (1989) desenvolveram uma técnica de avaliação que se baseia na verificação da conformidade da interface com as recomendações ergonômicas. Em técnicas desse tipo, o avaliador ou o próprio projetista verifica a conformidade da interface com as recomendações constantes dos guias de recomendações. Esses guias são publicações

que agrupam recomendações derivadas empiricamente ou já validadas. Os critérios gerados pelos autores podem ser utilizado para avaliar a usabilidade durante e após o projeto e desenvolvimento da interface de um produto. São eles: clareza visual, consistência, compatibilidade, *feedback* informativo, controle explícito, funcionalidade apropriada, flexibilidade, prevenção e correção de erros, guia de utilização e suporte informativo e capacidade de utilização. Para cada uma lista de questões, é utilizado um dos critérios que juntos constituem um *checklist* de inspeção ergonômica.

4.6.2 Os dez princípios de J. Nielsen

Nielsen (1993) parte da técnica de avaliação heurística, uma variação das inspeções de utilizabilidade, em que especialistas julgam, em profundidade, se cada parte da interface segue seus princípios. Para aplicar esse tipo de avaliação, é necessário observar três estratégias:

1. reconhecer o sistema, concentrando a atenção nas tarefas mais comuns e importantes;
2. manter-se atualizado sobre os critérios e recomendações ergonômicas correspondentes aos componentes do sistema;
3. realizar uma revisão crítica do sistema e conhecimentos ergonômicos disponíveis.

A utilizabilidade, para Nielsen (op.cit), possui múltiplos componentes e é associada tradicionalmente a quatro atributos: aprendizagem, eficiência, gestão de erros e satisfação. Esses atributos dão origem às heurísticas (diálogos simples e naturais, uso da linguagem do usuário, redução do esforço de memorização, consistência, *feedback*, saídas claras, ações mínimas, boas mensagens de erros, ajuda e documentação).

A partir de muitos erros que foram encontrados por especialistas e para assegurar uma melhor relação custo-benefício, Nielsen apurou e analisou aproximadamente 300 problemas de uso e, em seguida, reagrupou-os em dez princípios que devem ser observados em uma interface:

1. Visibilidade do estado do sistema: deve manter o usuário sempre informado sobre sua localização através de marcações de percurso

apropriadas num tempo razoável. Nesse princípio, dois aspectos são importantes: os usuários devem saber onde estão e para onde devem ir.

2. Correspondência entre o sistema e o mundo real, ou seja, o sistema deve falar a língua dos usuários de tal maneira que as informações apareçam em uma ordem natural e lógica, em conformidade com palavras, expressões e convenções usuais.
3. Controle do usuário e liberdade: o sistema deve ser bastante fiel às ações do usuário e oferecer “saídas de emergência” claramente marcadas para operações executadas, mas não desejadas, assim como dar opções de fazer/desfazer as operações em um diálogo. É necessário também permitir ao usuário personalizar sua zona de trabalho com cores, tamanho de letras, largura da tela, versão do navegador, etc.
4. Consistência e padronização: seguir as convenções de plataformas é a maneira mais certa de respeitar esse princípio. Os usuários não devem se questionar se as diferentes palavras, situações ou operações querem dizer a mesma coisa. Títulos e cabeçalhos devem ser representativos do conteúdo.
5. Prevenção contra os erros: o sistema deve prever os erros que os usuários podem cometer e oferecer boas mensagens e instruções compreensíveis para corrigi-los, a fim de evitar que os problemas se repitam.
6. Reconhecimento em vez de lembrança: o sistema deve tornar os objetos, ações e as opções visíveis. O usuário não deve ter que se lembrar das informações completas, de um diálogo a outro. As diretrizes para o uso do sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperáveis toda vez que for necessário durante o diálogo (botões, mapas de navegação, bons rótulos e *links* descritivos, por exemplo).
7. Flexibilidade e eficiência de utilização: o sistema deve oferecer atalhos para usuários experimentados. Disponibilizar aceleradores permite aos usuários fazer e/ou recuperar as ações mais frequentemente utilizadas.
8. *Design* estético e minimalista: os diálogos devem conter somente as informações pertinentes e principais, devendo ser bem visíveis. As informações não pertinentes ou raramente utilizadas devem ser colocadas

em níveis mais baixos e os mais detalhados na hierarquia de distribuição do conteúdo. Cada unidade de informação suplementar em um diálogo rivaliza com as unidades pertinentes e diminui sua visibilidade relativa.

9. Funções de ajuda (reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros): as mensagens de erros devem ser expressas em linguagem clara, sem código, indicando precisamente o problema de maneira construtiva, clara e compreensível, visando oferecer uma solução aos problemas e/ou uma forma de resolvê-los.
10. Ajuda e documentação: o sistema deve fornecer ajudas e documentação. Todas as informações devem ser facilmente encontradas e concentradas na tarefa (por exemplo, tutoriais, especificações, agentes inteligentes, etc.)

4.6.3 As recomendações de Jean Vanderdonck

A definição dos critérios ergonômicos de Vanderdonck (1994 e 2001) é largamente inspirada nos trabalhos de Bastien & Scapin (1993). Os critérios descritivos são: compatibilidade, coerência, carga de trabalho, adaptação, controle do diálogo, representatividade, condução e gestão de erros. As condições sucintas para cada critério são:

1. Compatibilidade – uma interface é qualificada de compatível se e somente se a recodificação das informações e de tarefas do mundo real é reduzida em dados e ações do sistema. Ela é interpretada como uma coerência com o ambiente exterior à aplicação. Seu objetivo é reduzir a necessidade de traduzir, transpor e interpretar a informação em dados do sistema, de recorrer a interpretação da tarefa em ações e de minimizar as referências à documentação, quando da avaliação.
2. Coerência – uma interface é qualificada de coerente se e somente se as informações, dados e ações são facilmente identificáveis, reconhecíveis e utilizáveis. As informações são mais bem assimiladas e as ações efetuadas se são apresentadas de maneira estável e uniformizadas. O objetivo da coerência é recorrer aos mesmos meios para chegar aos mesmos resultados em contextos similares. A interface deve ser previsível.
3. Carga de trabalho – a interface humano-computador é eficaz em carga de trabalho se e somente se o volume de dados a manipular e de ações a

efetuar por unidade de tarefa é reduzido. Assim, a interação é mais rápida se o número de dados é curto, o que garante menos distração dos usuários. O critério possui dois objetivos: manter a carga de trabalho dentro dos limites da capacidade intelectual humana (particularmente a memória imediata e percepção) e garantir o bom desempenho do usuário.

4. Adaptação – Uma interface é adaptada se e somente se possuir a faculdade de mimetismo comportamental de seu usuário, isto é, ele será menos desorientado e adquirirá mais experiência se a interface puder ser adaptada aos diferentes contextos de trabalho. O objetivo é fornecer ao usuário diferentes modos para cumprir uma tarefa, o que tem muito a ver com a flexibilidade.
5. Controle do diálogo – uma interface possui controle explícito se e somente se o usuário a coloca sobre seu controle e suas ações se executam conforme as demandas explicitamente formuladas. Possui controle implícito se e somente se coloca o usuário sob seu controle e misto se comporta ambos os tipos de controle. O objetivo é deixar o usuário controlar o máximo possível o desenvolvimento do diálogo.
6. Representatividade – uma interface é qualificada de representativa se e somente se os códigos utilizados, os itens de menu e os índices facilitam a codificação e a retenção. O objetivo é expor o uso de denominações significativas no interior do diálogo.
7. Condução – uma interface é eficaz em condução (ou em *feedback*) se e somente se informa o usuário de maneira constante sobre a origem de suas ações e sobre sua posição no cumprimento de uma tarefa. O objetivo é fornecer uma ajuda sobre o que o usuário pode fazer na eventual situação em que se encontra e sobre os resultados das ações efetuadas.
8. Gestão de erros – uma interface é eficaz em gestão de erros se e somente se averigua os erros cometidos pelo usuário e se mostra amigável na maneira de corrigi-los. O desempenho na realização de uma tarefa é melhor quando são reduzidas as possibilidades de erros. O objetivo é evitar erros tanto quanto for possível.

4.6.4 As normas ISO 9126 e 9241

Quanto a normas ISO (International Organization for Standardization), duas se destacam para o objetivo deste item: a ISO/IEC 9126 e a ISO 9241. A primeira proporciona um modelo de avaliação para verificar a qualidade de sua produção. Apresenta e lista um conjunto de características que devem ser verificadas em um *software* para que seja considerado de boa qualidade (funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade). Já a ISO 9241 (Ergonomics requirement for office work with visual display terminals) trata de recomendações ergonômicas para o trabalho de escritório informatizado e relaciona-se com a 9126 à medida que trata mais pormenorizadamente dos aspectos referentes à usabilidade, principalmente na parte 10 a 17, que trata das recomendações sobre o sistema. Alguns dos critérios de análise para cada das partes são:

- **Parte 10** – *Princípios de projeto* : adequabilidade à tarefa, autodescrição, compatibilidade com as características do usuário, tolerância a erros, controle do usuário sobre o sistema, possibilidade de individualização, adequação a aprendizagem.
- **Parte 11** – *Especificação da usabilidade dos sistemas*: satisfação das necessidades do usuário dentro de um contexto de utilização determinado ; eficacidae na utilização dos recursos para atingir os objetivos e quanto ao grau de aceitação do *software* pelo usuário.
- **Parte 12** – *Apresentação visual das informações*: organização da informação na tela, gestão das janelas simplificada, consistência do formato e localização, demarcação dos grupos de informação, distinção visual dos campos de dados, compatibilidade do controle do cursor com o movimento do usuário, código de cores respeitados de acordo com as convenções.
- **Parte 13** – *Condução do usuário*: informações (mensagens) sobre o estado do sistema, mecanismos para evitar ou reduzir a ocorrência de erros, informação sobre as impropriedades cometidas e sobre como corrigi-las, ajuda *on line*, *feedback* ao usuário de forma rápida, com informações sobre a operação efetivada (tempo de processamento e resultado).

- **Parte 14** – *Estilos de diálogo por menus* : organização dos menus numa estrutura coerente, de acordo com o conjunto de convenções de interface, navegação fácil e funcional dentro da estrutura de menus, facilidade para selecionar e executar as opções de menus, utilização do teclado para navegar nas diversas opções de menus.
- **Parte 15** – *Diálogos por linguagens de comando*: estrutura e sintaxe dos comandos, representações dos comandos, entradas e saídas com o estilo de diálogo por comandos.
- **Parte 16** – *Diálogos por manipulação direta* : aparência dos objetos gráficos, manipulação dos objetos gráficos, de texto, de controle e de janelas.
- **Parte 17** – *Diálogos por preenchimento de formulários*: boa definição da estrutura dos formulários, das entradas, *feedback*, navegação pelos campos.

Observe-se que para aplicar a norma, os analistas devem lê-la por completo, bem como aquelas correlatas, conhecer o usuário, a tarefa, o ambiente e o sistema para então construir uma lista de tarefas e confrontar com as recomendações da norma.

4.6.5 As recomendações de Bastien & Scapin

As recomendações e critérios ergonômicos de D. Scapin & Bastien (1992, 1993 e 1995, 1997) têm origem em estudos realizados no Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), na França, constituindo-se em um conjunto de princípios ergonômicos a serem respeitados e que podem ser traduzidos em listas de verificação da conformidade ergonômica de uma interface.

Os referidos critérios foram construídos a partir da coleta de um grande número de dados experimentais (800), recomendações individuais (guias de estilos), tradução destes em regras e, por fim, realizada a distinção de classes de regras.

O conjunto de critérios apresentados a seguir consiste num conjunto de oito considerados principais e subdivididos em subcritérios (Scapin & Bastien, 1997). Serão detalhados no desenvolvimento conceitual do método, cap. 6 desta tese.

- 1. Condução** – refere-se aos meios disponíveis para aconselhar, orientar, informar e conduzir o usuário na interação com o computador (mensagens,

alarmes, rótulos, etc.). Quatro sub-critérios participam da condução: a *presteza*, o *agrupamento/distinção entre itens*, o *feedback imediato* e a *legibilidade*.

1.1. Presteza – Este critério engloba os meios utilizados para levar o usuário a realizar determinadas ações, por exemplo a entrada de dados. Engloba todos os mecanismos ou meios que permitem ao usuário conhecer as alternativas em termos de ações, conforme o estado ou contexto nos quais ele se encontra. A *presteza* diz respeito igualmente às informações que permitem identificar o estado ou contexto no qual o usuário encontra-se, bem como as ferramentas de ajuda e seu modo de acesso.

Justificativa (s): Uma boa *presteza* guia o usuário e poupa-o, por exemplo, do aprendizado de uma série de comandos. Permite, também, que o usuário saiba em que modo ou em que estado ele está, onde se encontra no diálogo e o que fez para encontrar-se nessa situação. Uma boa *presteza* facilita a navegação no aplicativo e diminui a ocorrência de erros.

1.2. Agrupamento/distinção de itens – diz respeito à organização visual dos itens de informação relacionados uns com os outros de alguma maneira. Esse critério leva em conta a topologia (localização) e algumas características gráficas (formato) para indicar as relações entre os vários itens mostrados, para indicar se pertencem ou não a uma dada classe, ou ainda para indicar diferenças entre classes. O critério *agrupamento/distinção de itens* está subdividido em *agrupamento/distinção por localização* e *agrupamento/distinção por formato*.

1.2.1. Agrupamento/distinção por localização – relativo ao posicionamento relativo dos itens, estabelecido para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou, ainda, para indicar diferenças entre classes. Este critério também diz respeito ao posicionamento relativo dos itens dentro de uma classe.

Justificativa (s): A compreensão da tela pelo usuário depende, dentre outras coisas, da ordenação dos objetos (imagens, textos, comandos, etc.) que são apresentados. Usuários irão detectar os diferentes itens mais facilmente se estes forem apresentados de uma forma organizada, isto é, em ordem alfabética, frequência de uso, etc. Além disso, a aprendizagem e a recuperação de itens será melhorada. O *Agrupamento/distinção por localização* leva a uma melhor condução.

1.2.2. Agrupamento/distinção por formato – especifica as características gráficas (formato, cor, etc.) que indicam se itens pertencem ou não a uma dada classe, ou que indicam distinções entre classes diferentes, ou ainda distinções entre itens de uma dada classe.

Justificativa (s): Será mais fácil para o usuário perceber o relacionamento (s) entre itens ou classes de itens, se diferentes formatos ou códigos ilustrarem suas similaridades ou diferenças. Tais relacionamentos serão mais fáceis de aprender e de lembrar. Um bom agrupamento/distinção por formato leva a uma boa condução.

1.3. Feedback imediato – relacionado às respostas do sistema e às ações do usuário. Essas entradas podem ir do simples pressionar de uma tecla até uma lista de comandos. Em todos os casos, as respostas do computador devem ser fornecidas de forma rápida, com tempo (*timing*) apropriado e consistente para cada tipo de transação. Respostas rápidas deve ser fornecidas com informações sobre a transação solicitada e seu resultado.

Justificativa (s): 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. Estes fatores possibilitam que se tenha um melhor entendimento do funcionamento do sistema.

A ausência de *feedback* ou sua demora podem ser incômoda. Os usuários podem suspeitar de uma falha no sistema e podem realizar ações prejudiciais para os processos em andamento.

1.4. Legibilidade – diz respeito às características lexicais das informações apresentadas na tela que possam dificultar ou facilitar sua leitura (brilho do caráter, contraste letra/fundo, tamanho da fonte, espaçamento entre palavras, espaçamento entre linhas, espaçamento de parágrafos, comprimento da linha, etc.). Por definição, o critério *legibilidade* não engloba mensagens de erro ou de *feedback*.

Justificativa (s): A performance melhora quando a apresentação da informação leva em conta as características cognitivas e perceptivas dos usuários. Uma boa legibilidade facilita a leitura da informação apresentada. Por exemplo, letras escuras em um fundo claro são mais fáceis de ler que letras claras em um fundo escuro; texto apresentado com letras maiúsculas e minúsculas é lido mais rapidamente que texto escrito somente com maiúsculas.

2. Carga de trabalho – relaciona todos elementos da interface que têm um papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário e ainda no aumento da eficiência do diálogo. A carga de trabalho divide-se em Brevidade e Densidade Informacional.

2.1. Brevidade – diz respeito à carga de trabalho perceptiva e cognitiva, tanto para entradas e saídas individuais, quanto para conjuntos de entradas (conjuntos de ações necessárias para se alcançar uma meta). *Brevidade* corresponde ao objetivo de limitar a carga de trabalho de leitura e entradas e ao número de passos. O critério de *brevidade* está subdividido em dois critérios: *Concisão* e *Ações Mínimas*.

2.1.1. Concisão – diz respeito à carga perceptiva e cognitiva de saídas e entradas individuais.

Justificativa (s): A capacidade da memória de curto termo é limitada. Conseqüentemente, quanto menos entradas, menor a probabilidade de cometer erros. Além disso, quanto mais sucintos forem os itens, menor será o tempo de leitura.

2.1.2. Ações mínimas – diz respeito à carga de trabalho em relação ao número de ações necessárias à realização de uma tarefa. O que temos aqui é uma questão de limitar tanto quanto possível o número de passos pelos quais o usuário deve passar.

Justificativa (s): Quanto mais numerosas e complexas forem as ações necessárias para se chegar a uma meta, a carga de trabalho aumentará e com ela a probabilidade de ocorrência de erros.

2.2. Densidade informacional – diz respeito à carga de trabalho do ponto de vista perceptivo e cognitivo, em relação ao conjunto total de itens de informação apresentados e não a cada elemento ou item individual.

Justificativa (s): Na maioria das tarefas, a performance dos usuários é piorada quando a densidade de informação é muito alta ou muito baixa. Nesses casos, é mais provável a ocorrência de erros, razão por que os itens que não estão relacionados à tarefa devem ser removidos.

A carga de memorização do usuário deve ser minimizada ao contrário, este não deve ter que memorizar listas de dados ou procedimentos complicados, bem como não deve precisar executar tarefas cognitivas complexas quando estas não estão relacionadas à tarefa em questão.

3. Controle explícito – diz respeito tanto ao processamento explícito pelo sistema das ações do usuário, quanto do controle que estes têm sobre o processamento de suas ações pelo sistema.

3.1. Ações explícitas – refere-se às relações entre o item da informação e as ações do usuário. Essa relação deve ser explícita e o computador deve processar somente as ações solicitadas pelo usuário, ou seja, somente quando solicitado a fazê-lo.

Justificativa (s): Quando o processamento resulta de ações explícitas dos usuários, estes aprendem e entendem melhor o funcionamento da aplicação e menos erros são observados.

3.2. Controle do usuário – refere-se ao fato de que os usuários deveriam estar sempre no controle do processamento do sistema (e.g., interromper, cancelar, suspender e continuar). Cada ação possível do

usuário deve ser antecipada e opções apropriadas devem ser oferecidas.

Justificativa (s): O controle sobre as interações favorece a aprendizagem, e assim diminui a probabilidade de erros e, como consequência, o computador torna-se mais previsível.

4. Adaptabilidade - diz respeito à capacidade de o sistema reagir conforme o contexto, as necessidades e preferências do usuário. Dois subcritérios participam da adaptabilidade: a *flexibilidade* e a *consideração da experiência do usuário*.

4.1. Flexibilidade – refere-se aos meios colocados à disposição do usuário que lhe permitem personalizar a interface, a fim de levar em conta as exigências da tarefa, de suas estratégias ou de seus hábitos de trabalho. Corresponde também ao número de alternativas disponíveis ao usuário para alcançar um certo objetivo. Trata-se, em outros termos, da capacidade de a interface adaptar-se às variadas ações do usuário.

Justificativa: Quanto mais formas existirem para efetuar uma tarefa, maiores serão as chances de o usuário escolher e dominar uma delas no curso de sua aprendizagem.

4.2. Consideração da experiência do usuário – A consideração da experiência do usuário diz respeito aos meios implementados que permitem o respeito do sistema ao nível de experiência do usuário.

Justificativa: O grau de experiência dos usuários pode variar. Eles tanto podem se tornar especialistas pela utilização continuada, como menos especialistas após longos períodos de não utilização. A interface deve também ser concebida para lidar com as variações de nível de experiência. Usuários experientes não têm as mesmas necessidades informacionais que os novatos. Todos os comandos ou opções não precisam ser visíveis permanentemente. Diálogos de iniciativa somente do computador podem entediar e diminuir o rendimento dos mais experientes. Os atalhos, ao contrário, podem lhes permitir rápido acesso às funções do sistema. Podem-se fornecer aos inexperientes diálogos fortemente conduzidos ou mesmo passo a

passo. Em suma, meios diferenciados devem ser previstos para lidar com diferenças de experiência, permitindo que o usuário delegue funções ou se aproprie da iniciativa do diálogo.

5. Gestão de erros – diz respeito a todos os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros e a correção deles quando houver. Os erros são aqui considerados como entrada de dados incorreta, isto é, com formatos inadequados, com comandos sintáticos incorretos, etc.

5.1. Proteção contra os erros – diz respeito aos mecanismos empregados para detectar e prevenir os erros de entradas de dados ou comandos ou possíveis ações de conseqüências desastrosas e/ou não recuperáveis.

Justificativa: É preferível detectar os erros no momento da digitação a fazê-lo no momento da validação, tendo em vista que pode evitar perturbações no planejamento da tarefa.

5.2. Qualidade das mensagens de erro – refere-se à pertinência, à legibilidade e à exatidão da informação dada ao usuário sobre a natureza do erro cometido (sintaxe, formato, etc.), bem como sobre as ações a executar para corrigi-lo.

Justificativa: A qualidade das mensagens favorece o aprendizado do sistema quando indica a razão ou a natureza do erro cometido, considerando o que foi feito de errado, o que deve ser feito para o corrigir.

5.3. Correção dos erros – diz respeito aos meios colocados á disposição do usuário com o objetivo de permitir a correção de seus erros.

Justificativa: Os erros são bem menos ansiogênicos quando são fáceis de corrigir.

6. Homogeneidade/coerência (consistência) – refere-se à forma como as escolhas na concepção da interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são conservadas idênticas em contextos idênticos, e diferentes em contextos distintos.

Justificativa (s): Os procedimentos, rótulos, comandos, etc., são mais bem reconhecidos, localizados e utilizados, quando seu formato, localização ou sintaxe são estáveis de uma tela ou de uma seção para outras. Nessas

condições, o sistema é mais previsível, a aprendizagem mais abrangente e os erros diminuídos. É necessário escolher opções similares de códigos, procedimentos, denominações para contextos idênticos e utilizar os mesmos meios para obter os mesmos resultados. É conveniente padronizar tanto quanto possível todos os objetos quanto ao seu formato e sua denominação e padronizar a sintaxe dos procedimentos. A falta de homogeneidade nos menus, por exemplo, pode aumentar consideravelmente os tempos de procura.

7. **Significado dos códigos e denominações** – diz respeito à adequação entre o objeto e a informação apresentada ou pedida e sua referência. Códigos e denominações significativas possuem uma forte relação semântica com seu referente. Termos pouco expressivos para o usuário podem ocasionar problemas de condução que podem levá-lo a selecionar uma opção errada.

Justificativa: Quando a codificação é significativa, a recordação e o reconhecimento são melhores. Códigos e denominações não significativos para os usuários podem lhes sugerir operações inadequadas ao contexto, conduzindo-os a erros.

8. **Compatibilidade** – refere-se ao acordo que possa existir, por um lado, entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competências, idade, expectativas, etc.) e as tarefas e por outro, entre a organização das saídas, das entradas e do diálogo de uma dada aplicação e uma outra. Compatibilidade diz respeito também ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações.

Justificativas: A transferência de informações de um contexto a outro é tanto mais rápida e eficaz quanto menor é o volume de informação que deve ser recodificada.

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 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).

4.7 DISCUSSÃO

No que concerne às abordagens e aos métodos e técnicas de avaliação ergonômica apresentados, dá-se especial ênfase às recomendações de Bastien & Scapin. Os critérios ergonômicos representam um meio para realizar inspeções de conformidades maiores, segundo os quais um PEI pode ser avaliado, isso porque o conjunto de critérios foram validados ao longo de várias experimentações desde a sua proposição inicial (Scapin, 1990). As experiências de validação permitiram verificar se os critérios correspondiam bem aos problemas ergonômicos levantados (Bastien & Scapin, 1992), seguidas de testagem da eficácia e utilizabilidade dos critérios ergonômicos (Bastien, 1995) e da comparação dos critérios com os princípios de diálogo da ISO 9241 (Bastien *et al.*, 1997). Por fim, a adaptação dos critérios para avaliar ambientes Web (Bastien *et al.*, 1999).

Dessa forma, justifica-se utilizar esse conjunto de critérios em detrimento dos outros e assim inclui-los no método proposto neste trabalho.

O capítulo seguinte aborda mais particularmente o estado da situação em avaliação de *softwares* educacionais, procedimentos e ferramentas que darão suporte ao desenvolvimento do método.

5 AVALIAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS – O ESTADO DA SITUAÇÃO NA LITERATURA

5.1 INTRODUÇÃO

Avaliar a qualidade de um *software* educacional é uma tarefa das mais complexas porque envolve vários e diversificados atributos: técnicos, metodológicos, pedagógicos, e ergonômicos (Silva, 1998). Deve ser efetuada tanto na fase de concepção (projeto e produção), quanto na fase de utilização (uso educacional), requerendo uma visão multidisciplinar de todos os aspectos do processo.

Ao projeto da interface soma-se 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 ‘consumidor’ final – usuário/aprendiz/leitor - agregando valor a seu aprendizado e facilitando assim o processo ensino-aprendizagem.

5.2 A AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA

A avaliação pedagógica de PEIs consiste essencialmente em fazer julgamentos sobre o valor pedagógico do *software*, previamente determinado por seus objetivos de formação e aprendizagem, o conteúdo apresentado e as estratégias empregadas.

No domínio da informática educativa, são poucos os estudos de avaliação pedagógica e grande parte deles resume-se a estudos de caso de um ou mais *softwares* específicos. Entretanto, a partir desses estudos de caso, é possível a elaboração/identificação de um conjunto de paradigmas, teorias e de tipologias no qual é possível inserir diferentes tipos de aprendizagem informatizada e clarificar seu valor pedagógico potencial (a esse respeito, ver cap.II).

Instrumentos e metodologias de avaliação qualitativa, como análise de necessidades, questionários, instrumentos psicológicos, técnicas de observação e de entrevista estruturada, assim como métodos quantitativos de estatísticas de sistemas e testes de performance de usuários têm sido a tônica metodológica das avaliações.

Ainda que algumas pesquisas já venham sendo feitas desde a década de setenta, uma das maiores dificuldades de aplicação dessas metodologias continua sendo a dificuldade de comparar os fenômenos de aprendizagem tradicional com aquelas efetuadas por meio do uso de um dispositivo informatizado pela essencial razão de que o sujeito é apresentado ao programa de maneira diferenciada do tradicional. Em virtude dessas dificuldades, utilizam-se várias técnicas de observação e de medidas distintas a fim de examinar a atividade de ensino ou aprendizagem sob os diferentes ângulos, visando guardar o maior controle possível sobre as variáveis estudadas.

Diferente da análise técnica de um *software*, cujos fatores de qualidade são relativamente fáceis de mensurar, a análise pedagógica conduz a conclusões bastante diferentes. Por exemplo, para um determinado avaliador, um dado programa provoca muitas repetições em um mesmo nível de dificuldade e, por conseqüência, provoca monotonia no aprendiz. Curiosamente, para outro, ao contrário, estas repetições são benéficas, sobretudo para aqueles que têm necessidade de se exercitar mais longamente a fim de compreender melhor os conceitos. Os julgamentos devem, portanto, ser solidamente referendados por uma descrição do contexto pedagógico no qual o programa é utilizado. Se o contexto e o modo de utilização do avaliador são suficientemente próximos aos do leitor da análise, este pode julgar se as conclusões são ou não pertinentes.

As análises pedagógicas de um produto educacional devem explicitar claramente o ponto de vista pedagógico. Dessa forma, em lugar da subjetividade da crítica “ não gosto das formas utilizadas na tela”, que não ajuda as pessoas na tomada de decisão sobre o uso do *software*, a crítica “não gosto das formas utilizadas na tela porque elas são abstratas e

as crianças trabalham melhor com o que é familiar e significativo quando lhes apresentamos conceitos novos” é mais pertinente.

Em razão da subjetividade da análise pedagógica, da diversidade de abordagens de avaliação e da particularidade dos critérios referidos, visando à elaboração de um modelo descritivo devem ser adicionadas informações tais como as levantadas por Bitter & Wighton (1987), Depover (1998), Cronje (1998), Silva (1998) e Marton & Harvey (2001):

5.2.1 Quem avalia?

O *status* do avaliador e sua experiência é relevante porque irá condicionar, em uma certa medida de importância, o número de aspectos ligados às condições e aos métodos de avaliação. Assim, os atores da avaliação, seja equipe de projeto, editor, usuário ou comprador, especialista ou aprendiz terão interesses e objetivos convergentes e divergentes.

Assim, para a equipe de concepção preponderará reunir o máximo de informação sobre a qualidade e a pertinência do produto acabado ou em desenvolvimento, visando melhorá-lo diretamente ou em perspectiva futura. Ao contrário, o editor avalia em função dos pontos fortes na perspectiva do mercado e da publicidade a ser feita.

Os objetivos de usuários ou compradores, diferente dos anteriores, buscarão apreciar em que medida o dispositivo é adaptado às necessidades de formação e ao público a que se destina. Os métodos de avaliação, nesse caso, são diferentes, pois dificilmente poderão fazer uma experimentação sistemática ou mesmo um teste limitado do produto antes de tomar a decisão pela compra ou uso. Resta utilizar versões demonstrativas ou *sharewares*, análise dos manuais de acompanhamento e apresentação do produto na embalagem ou *on line*. No caso do comprador, este ainda pode fazer pressão junto ao editor para obter informações complementares ou testar o produto.

Outras informações podem ser coletadas junto ao aprendiz mediante questionário de opinião sobre o produto, utilizando escalas de medida.

Na avaliação feita por especialistas, com domínio do *software*, os aspectos a serem levantados referem-se predominantemente ao conteúdo.

5.2.2 O que avaliar?

Diversas formas de avaliação podem ser realizadas em qualquer estágio de desenvolvimento do produto até seu impacto na aprendizagem. Para Marton & Harvey (2001), dois fatores fundamentais são objetos da avaliação: o sistema e a aprendizagem.

Quanto ao sistema, dois elementos importantes são o ambiente tecnológico e a organização pedagógica.

Quanto à aprendizagem, as duas principais características referem-se multimídia em seus aspectos mais ligados às mensagens em si e à interatividade originada do conceito próprio da comunicação.

Conhecer o impacto de um produto sobre a aprendizagem em situação real de uso, ou seja, em interação com o sistema e com as mensagens, permite analisar a eficácia do dispositivo em nível cognitivo e da situação vivenciada que extrapola o programa avaliado, como as relações e interações com o ambiente externo ao programa, os novos papéis assumidos na interação professor-aluno e a inserção do curso, na instituição.

Para Depover (1998), a avaliação pode ser centrada também na qualidade do dispositivo através de sua capacidade de desenvolver no aprendiz certas competências que foram identificadas previamente desde a concepção. Trata-se da análise do comportamento final, das competências que o aprendiz deveria dominar após seguir a formação. Esse tipo de avaliação é mais comumente praticada no domínio.

Depover (op.cit.) menciona que, para avaliar, é necessário escolher/estabelecer critérios que sirvam como variáveis, que sejam capazes de favorecer a aprendizagem em um ambiente informatizado, critérios estes que, muitas vezes, dependem do modelo ensino-aprendizagem que servirá de referência para fundamentar uma avaliação direta. Na ausência de critérios préestabelecidos, o autor sugere outras formas de avaliação tomando por referência outros dispositivos com objetivos semelhantes ou por meio da comparação com outras ferramentas de formação.

Um estudo realizado por Bitter & Wighton (1987) sobre os principais critérios utilizados para analisar *softwares* educacionais foi feito com 28 membros do *Educational Software Evaluation Consortium*. A metodologia consistia na listagem, por cada membro, dos 20 critérios mais importantes. Foram levantados 320 critérios de 16 respondentes. Da triagem, 22 critérios foram mais freqüentemente citados, dentre os quais, destacam-se por ordem de importância os que se seguem:

1. correção da apresentação do conteúdo: o programa não contém erro no que tange ao plano do conteúdo, às informações, aos cálculos, ao conteúdo gramatical e sintático;
2. apresentação do conteúdo: o conteúdo pedagógico é apresentado de maneira clara, concisa, lógica, acessível e de maneira bastante aprofundada no tocante ao plano do ensino e/ou à prática de assegurar a aprendizagem;
3. utilização da tecnologia: utilização apropriada da tecnologia informática, de tal modo que o programa tire partido das plenas possibilidades do computador e ofereça aos aprendizes uma atividade de aprendizagem que não possa ser mais bem realizada por outro meio;
4. integração à prática de sala de aula: pode-se fácil e eficazmente integrar o programa à prática da classe, torná-lo apropriado ao uso nos horários de aula, possuir documentos de orientação eficazes e apropriados e fornecê-los ao professor, para que este possa facilmente utilizar o programa;
5. facilidade de utilização: o programa é de emprego fácil para o usuário;
6. adequação ao programa escolar: o programa contribui diretamente para o processo de ensino;
7. interação: uma interação efetiva com o público visado, suficiente em quantidade e qualidade para favorecer a aprendizagem;
8. encadeamento e nível do conteúdo: existem múltiplos níveis de dificuldade com uma passagem gradual apropriada entre os níveis. Neste caso, a seqüência de desenvolvimento e a dificuldade dos níveis devem ser apropriados ao público-alvo;
9. confiabilidade: o programa é isento de erros de programação ou erros técnicos;
10. controle do programa pelo usuário: o usuário (aluno ou professor) pode fixar o ritmo, o volume e a ordem da apresentação;
11. retroação (geral): o programa avalia corretamente o trabalho do aluno e reage por mensagens apropriadas e eficazes;
12. objetivos: os objetivos são claramente enunciados e realizados;

13. motivação: o programa é motivante;
14. ramificação: existem ramificações que permitem oferecer a cada aluno um ensino individualizado, segundo suas necessidades;
15. retroação negativa-(ajuda): o programa reenvia ao usuário mensagens corretivas ou telas de ajuda, se necessário;
16. modificação do conteúdo: o professor pode modificar o conteúdo;
17. distorções do conteúdo: o conteúdo é isento de distorções de raça, sexo, cultura, preconceitos, estereótipos, violência, etc.;
18. documentação do professor: a documentação é completa, de fácil compreensão e bem organizada;
19. documentação de orientação do usuário: existem documentos de orientação ao usuário, apropriadas e eficazes;
20. cores, som, gráfico, animação: estes elementos são suficientemente empregados para melhorar o programa;
21. imagens de tela: as imagens de tela são apresentadas sob uma forma eficaz e apropriada;
22. sistema de gestão: existe um sistema de gestão que permite controlar arquivos e/ou gerenciar as tarefas previstas de maneira eficaz.

O resultado desse estudo demonstra uma insistência sobre o conteúdo e a pedagogia, em oposição aos critérios de natureza técnica, constante da maioria dos métodos de avaliação de produtos informatizados para a educação disponíveis na época da pesquisa. Nota-se que os cinco primeiros critérios tratam do conteúdo pedagógico e medem o valor educativo do produto. Uma preocupação com a usabilidade é destacada nos itens 7, 10, 11, 15 e 22, como fatores importantes a considerar no aspecto “educativo” da expressão “tecnologia educativa”.

Importante ressaltar, que pesquisas como esta deram e ainda dão sustentáculo ao estágio evolutivo da tecnologia quanto a observância da qualidade ergopedagógica destes produtos. Guardam, portanto, sua atualidade e pertinência na escolha de critérios de avaliação influenciado também na construção do módulo de avaliação do método proposto para esta tese.

5.2.3 Quando avaliar?

A avaliação pode ser feita antes, durante e após o ciclo de desenvolvimento do produto. Uma avaliação que ocorre no projeto, antes do desenvolvimento, comporta uma descrição apriorística do que será o dispositivo de formação. A fase de desenvolvimento em que é feita a avaliação determinará o que será avaliado.

Para Depover (1998), a avaliação realizada antes do desenvolvimento será restrita ao pré-projeto, ou seja, a uma descrição do que será o dispositivo de formação em comum acordo com a equipe de concepção.

Durante o desenvolvimento, a avaliação possui um papel de ajustamento contínuo do produto segundo as exigências dos interessados, parceiros e equipe de projeto. Essa avaliação é do tipo formativa ou regulativa (ver item 5.5.4 deste capítulo sobre processo de avaliação de software multimídia de Cronje (1998), que descreve essa modalidade de avaliação).

A avaliação *a posteriori* ou validação do produto é feita com especialistas do conteúdo e em pedagogia, usuários potenciais e testes de funcionalidade variados assim, como são utilizadas diversas outras técnicas (Silva, 1998).

5.2.4 Como avaliar?

Depover (1998) deixa claro que o “como avaliar” dependerá diretamente das respostas às questões quem, o que e quando avaliar. Sendo as metodologias, as ferramentas e os critérios delas decorrentes.

O autor propõe um modelo para ajudar a sistematizar os questionamentos e as decisões, apoiando-se em um modelo tridimensional que permite definir o nível de interatividade conforme mostra figura 5.1. Níveis de intervenção, critérios e elementos estruturais são os diferentes componentes de um sistema e podem ser aplicados para a análise e avaliação de sistemas interativos.

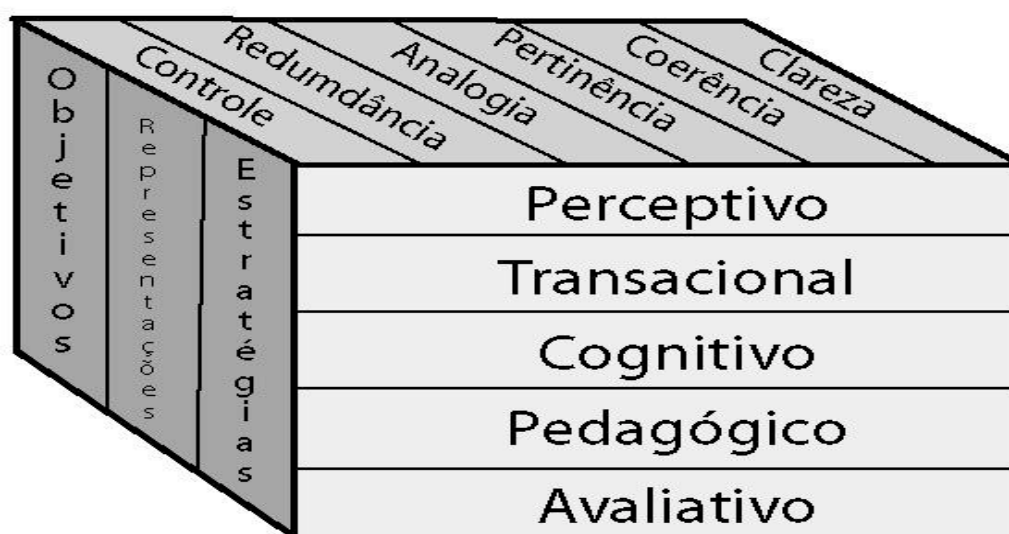


Figura 5.1 – Modelo tridimensional que permite definir o nível de interatividade (Depover, 1998, p.145)

5.2.4.1 Níveis de intervenção

São cinco os níveis de intervenção, segundo o modelo tridimensional (figura 5.1), descritos a seguir:

1. **Nível perceptivo:** refere-se aos aspectos físicos das mensagens transmitidas pelo sistema por meio de diversos canais (imagem, som, texto...) e possui relação com os diferentes sentidos. Representa o aspecto sensorial de um sistema multimídia no qual procura-se o equilíbrio otimizado entre os dispositivos de interface e a percepção que o indivíduo possui dos instrumentos que lhe são apresentados;
2. **Nível transacional:** neste nível, a preocupação maior consiste em verificar como o sistema informa ao aprendiz que uma ação está em curso, é ativável ou foi ativada. Trata-se de saber qual canal é privilegiado para instaurar o diálogo mais rico entre o indivíduo e o sistema;
3. **Nível cognitivo:** visa-se, aqui, identificar as ferramentas cognitivas disponibilizadas ao aprendiz a fim de facilitar e de otimizar seu trabalho intelectual. A escolha das estratégias, a organização do conteúdo, a

representação dos conhecimentos e os procedimentos de modelagem e de intervenção retêm particularmente a atenção de quem avalia neste nível;

4. Nível pedagógico: procura-se identificar e avaliar, neste nível, as escolhas dos projetistas quanto à natureza do objeto a aprender e à maneira a qual a aprendizagem pode ocorrer. É, portanto, no discurso pedagógico que se centra sua preocupação, sua orientação, seus possíveis reajustamentos e suas diferentes manifestações;
5. Nível avaliativo: para ter uma significação mais próxima das trocas de informação entre um aprendiz e um sistema midiaticizado, necessita-se de dados sobre as ações do aprendiz e sobre o estágio de seu conhecimento em um momento preciso. O recurso para determinar os meios mais pertinentes para assegurar a qualidade e a quantidade de informações coletadas através de interações de diferentes natureza ocorridas entre o aprendiz e o sistema. A partir desses dados, fazem-se inferências concernentes à distância entre o que é observado e o que é desejado. Essa estratégia implica a operacionalização de mecanismos diagnósticos capazes de analisar uma configuração de interações, visando determinar qual poderá ser a natureza das trocas propostas ao aprendiz.

5.2.4.2 Os critérios

Depover (1998) destaca seis critérios gerais identificados a partir de modelos existentes:

- Clareza: é a qualidade facilmente inteligível, associada a um recurso de precisão e transparência;
- Coerência: é definida pela homogeneidade e ausência de contradição entre os diversos elementos constituintes do ambiente de aprendizagem;
- Pertinência: constitui-se na adequação das abordagens e meios aplicados em relação aos objetivos perseguidos;
- Analogia: é definida pela semelhança estabelecida pela percepção ou pela imaginação entre dois ou vários objetos de pensamento diferente;

- **Redundância:** é caracterizada pelo fato de portar uma informação já dada sob uma outra forma. É a abundância nos discursos, isto é, o aumento ou a diversificação dos signos sem aumento correlativo da quantidade de informações contidas no sistema;
- **Controle:** faz referência às possibilidades ofertadas aos usuários de agir sobre o ambiente para obter certos efeitos ou certos resultados.

5.2.4.3 Os elementos estruturais

As estratégias de aprendizagem, as representações e os objetivos são os três elementos estruturais do modelo proposto por Depover para ajudar a sistematizar os questionamentos e as decisões na análise e avaliação de sistemas interativos.

As estratégias de aprendizagem são os processos ativáveis pelo aprendiz quando ele quer interagir com um ambiente de aprendizagem. Ao conceptor, concerne prever as condições e a aplicação pelo aprendiz dessas estratégias. Os tipos de estratégias de aprendizagem são a descoberta, a indução, a experimentação, a analogia, a transferência, a sistematização e a memorização. Quanto às **estratégias de ensino**, estas são sistematizadas nos modos de comunicação pedagógica de um conteúdo e sua organização geral, permitindo apresentar, informar, sensibilizar, complementar, questionar, etc. Já as **estratégias cognitivas** são inter-relacionadas com as duas anteriores, mas se referem de maneira mais precisa aos processos internos utilizados pelo aprendiz para fazer a representação, estruturar e armazenar a informação que ele recebe.

As representações visam determinar como uma realidade é representada a fim de levar o aprendiz, com as estratégias apropriadas, a construir suas próprias representações.

Os objetivos descrevem a maneira com a qual o aprendiz transformará, no curso de sua interação, o sistema. Os objetivos do sistema devem constituir um conjunto articulado e coerente ao qual o avaliador poderá se referir permanentemente.

Nesse modelo, o resultado de uma avaliação dá-se pelo cruzamento dos três eixos descritos na figura 5.1 conduzindo a uma matriz com capacidade para 90 aspectos (5 x 6 x 3) que dão, por sua vez, possibilidade a uma diversidade de outros enunciados os quais, conforme sua precisão, são passíveis de diminuir a subjetividade da avaliação, visto a complexidade de um ambiente educativo informatizado.

5.2.5 Com que avaliar?

A esses três conjuntos de informações acrescenta-se um quarto sugerido por Marton & Harvey (2001) em que destacam cinco tipos de instrumentos referentes a cinco maneiras de coletar dados para a avaliação. A aplicação desses instrumentos tem por objetivo coletar dados para melhor conhecer o impacto de um ambiente de aprendizagem sobre o aprendiz em situação de estudo, portanto, em interação com o sistema e suas mensagens, principalmente no que tange à sua eficácia ao nível cognitivo e à apreciação efetiva do contexto vivenciado.

Para cada um dos elementos referentes ao “que avaliar”, deve ser utilizado um método ou um instrumento de modo a obterem-se as informações o mais precisas e com o maior rigor possível. Esses instrumentos são os testes, as observações, as entrevistas, os questionários e as grades de avaliação utilizados tanto em avaliação do tipo pedagógica quanto ergonômica.

5.3 ABORDAGEM ERGONÔMICA E PEDAGÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE AMBIENTES EDUCATIVOS INFORMATIZADOS

Existem, atualmente, múltiplas e diferentes abordagens e programas concernentes ao ensino e aprendizagem. Para conhecer e determinar a qualidade e eficácia desses produtos, é conveniente avaliar três aspectos:

- didático e psicopedagógico dos programas para verificar as estratégias de aprendizagem, de ensino e cognitivas, as representações relativas aos objetivos educativos ou que são propostas para sua utilização;
- interface em relação à facilidade de utilização e adaptação à tarefa;
- eficiência, em situação de utilização real, da atividade em relação ao aprendiz no sentido mais integrado, podendo ser observado o desenvolvimento dos conceitos e habilidades no que tange ao domínio geral do conteúdo e o controle operacional do programa.

Neste último aspecto, a especificidade didática da aprendizagem pelo computador exige do aprendiz novas adaptações cognitivas e representações mentais no que

diz respeito à organização, ao funcionamento do programa e à interação conteúdo/habilidade requerida, isto é, quanto mais ênfase for dada à integração entre a aprendizagem e o controle operacional, mais o desenho do *software* será eficaz.

A aplicação de conhecimentos e técnicas da área de ergonomia na análise do trabalho pedagógico informatizado considerou as três posturas acima para que fosse possível propor um modelo de avaliação. Silva (1998), Silva & Vargas (1999) e Freitas (1999) demonstraram que, para garantir que os PEIs atendam seus objetivos satisfatoriamente como vetor ou ferramenta de apoio à aprendizagem, é necessário organizar convenientemente a concepção e avaliar eficazmente seus atributos pedagógicos e ergonômicos.

5.4 A ABORDAGEM DE USUÁRIO, APRENDIZ E LEITOR PARA A AVALIAÇÃO DE PEI

Nas IHCs educativas, o conceito de usuário-aprendiz-leitor adquire um sentido da maior importância visto, que, para interagir mais eficazmente com a máquina, é preciso dominar e compreender a lógica de utilização do ambiente de aprendizagem de tal forma que a interface seja transparente e harmoniosamente integrada à tarefa.

Essa abordagem integrada tem como princípio que o sujeito que utiliza um *software* educacional tem naturalmente um duplo estatuto: ele é aprendiz, mas igualmente um usuário de um dispositivo tecnológico.

Confrontado a um PEI, o sujeito deve aprender, ao mesmo tempo, a interface e o conteúdo veiculado pela interface, este último produto de uma comunicação midiaticizada. Essa dimensão é frequentemente subestimada pelos projetistas e, para resolver os problemas que poderiam evidenciar-se num PEI, várias soluções podem ser consideradas por esses profissionais:

O ambiente é concebido de tal maneira que **o sujeito aprenda primeiro a interface** e, após esta aquisição, aborde o conteúdo propriamente dito sobre o qual porta a aprendizagem. É a situação mais frequente. Os programas disponíveis são raramente eficazes sem uma aprendizagem prévia dos comandos e do modo de apresentação das informações. Para minimizar esse defeito, os projetistas elaboram em torno da atividade um sistema de ajuda que dá todas as informações úteis para o usuário dominar os principais comandos do programa.

Outra solução para um ambiente de aprendizagem consiste em **uma interface e um modo de interação que o sujeito já aprendeu em um outro contexto diferente**. É o caso das aplicações que são construídas segundo um modelo próximo dos padronizados ou mesmo diretamente de uso profissional, como um processamento de texto, uma base de dados, uma planilha. Os projetistas de tais aplicações se fundamentam na hipótese de que os sujeitos transferem suas atitudes de base para se orientarem em um *software* e apostam em uma padronização generalizada das interfaces. Se essa opção surge como solução eficaz para uma utilização imediata, ela reforça, não menos, os defeitos arcaicos dos programas e bloqueia a inovação.

Uma solução mais integrada consiste em associar mais estreitamente o conteúdo e a interface como ocorre em certos programas de simulação. **O sujeito aprende o conteúdo aprendendo a interface**. Essa é geralmente concebida de maneira a representar analogicamente a realidade que ela descreve a exemplo dos casos de simuladores de conduta ou de controle de processos (máquina, ferramentas, controle aéreo, pilotagem de avião, etc.). O desenvolvimento de máquinas de comando numérico e de postos de pilotagem com tela torna essa solução bastante adaptada às finalidades de aprendizagem eficaz.

A interface é concebida de tal maneira que ela **ativa no sujeito esquemas familiares**. Nesse caso, ela se apóia deliberadamente sobre um comportamento já conhecido: deslocamento no espaço, manipulação direta de objetos, interações com agentes virtuais. As realidades virtuais entram nessa categoria de aplicações.

Esse último é classificado dentro da proposição de Mendelshon (1997), como um sistema híbrido na interseção dos quatro grupos de *softwares* descritos no capítulo II, item 2.4. Trata-se de um ambiente inteligente de aprendizagem (EIAC), rico em situações e estratégias pedagógicas baseadas em diferentes modelos de aprendizagem que permitem ao aprendiz fazer uma imersão intuitiva e também tão natural quanto possível no domínio do conhecimento. Uma teoria aplicável a esses ambientes pode ser a aprendizagem distribuída, favorecida pelas arquiteturas IA ou de sistemas multi-agentes, sendo que estes constituem tecnologias e paradigmas evolutivos de ambientes de aprendizagem.

Depover (1998) explica que a tecnologia distribuída se sustenta sobre a oportunidade que o usuário aprendiz possui de acessar as diferentes facilidades e ferramentas cognitivas localizadas em sistemas fisicamente distantes. A aprendizagem distribuída é consequência dessas facilidades, pois é o próprio aprendiz que guia e decide seu percurso de

aprendizagem, um percurso não definido que está em função de seus interesses, suas atitudes e sua motivação em relação ao conjunto de informações disponíveis e recursos descobertos durante sua navegação na rede Internet.

Assim, Giardina & Duchastel (2001) explicam que o conceito de tecnologia distribuída é proveniente da Inteligência Artificial Distribuída (IAD) e se articula em torno de um sistema multi-agentes, ou seja, os agentes inteligentes oferecem a possibilidade de distribuir a inteligência entre si sem que sejam submetidos a um controle centralizado. Eles são dotados de autonomia e capazes de planejar, agir, trabalhar em um ambiente comum mesmo se conflitos eventuais ocorrem. Essa maneira de apreender a organização dos agentes se aplica a situações de aprendizagem em rede e de realização de objetos comuns.

Essa nova abordagem conduz a novos conceitos e aplicações da IA como a cooperação, a coordenação, a negociação, o engajamento e recursos repartidos material e funcionalmente.

5.5 PAPEL DA AVALIAÇÃO DOS AMBIENTES DE APRENDIZAGEM

À exceção dos programas de Realidade Virtual de tipo imersiva, na qual a interface é “eliminada” pela sensação da presença física, os demais tipos de produtos educacionais utilizam ambientes gráficos a fim de estabelecer a mediação entre usuário e sistema de modo mais interativo e fácil possível.

Face à crescente quantidade de usuários iniciantes em informática e/ou ocasionais, ao contrário daqueles que dominam a tecnologia, as dificuldades na interação com as máquinas são bastante evidentes (Silva, 1998). Elas são geralmente causadas pela falta de experiência e também pelas diferenças individuais e cargas cognitivas exigidas pela tarefa de interação e ainda pela baixa qualidade dos produtos de prateleira, fatos que obrigam o desenvolvimento de interfaces mais amigáveis, mais metafóricas, de tal maneira que as mensagens (textuais, simbólicas, verbais, icônicas, sonoras...) sejam compreensíveis para o usuário. Da mesma forma, aplica-se esse conceito para a ergonomia dos dispositivos de entrada e saída de dados (teclado, mouse, microfone, ...) e, ainda, para as zonas de comunicação como as teclas, os menus, a barra de ferramentas (Galvis, 1992) e as ajudas *on line*.

Os dispositivos de ajudas *on line* ocupam uma função das mais importantes nas interfaces desses ambientes para minimizar a carga de conhecimentos exigida para a tarefa de interação e aprendizagem dos mesmos. Elas oferecem uma complementaridade de ajudas que expressam a lógica de funcionamento e de utilização. Quando concebidas como dispositivo de ajuda à aprendizagem, são desenvolvidas como estratégias que privilegiam a exploração, a imitação, a reflexão, a avaliação das situações problemáticas, a pesquisa de soluções alternativas e a possibilidade de transposição das ações por analogia.

É neste cenário que se destaca a necessidade de utilizar métodos de avaliação para verificar a capacidade do programa em “ permitir” ao usuário atingir seu objetivo.

Note-se que determinar a qualidade da interface de um PEI é uma atividade das mais complexas e uma fonte inesgotável de pesquisas básicas, aplicadas e experimentais, pois envolve “uma quantidade e uma qualidade psicológica difícil de medir”, como citado por Scapin (1993) no capítulo III sobre a avaliação de interfaces.

A pesquisa em avaliação de PEIs depende de diferentes áreas disciplinares, sobretudo a ergonomia cognitiva, as pesquisas em IA, as ciências humanas (e de educação) e, ainda, tecnicamente depende da especificação do processo didático modelado em agente de interação – as ajudas *on line* e controles do usuário e da máquina, dos meios de modelagem dos processos de ensino e de aprendizagem que determinam a apresentação e o tratamento da informação no sistema e, finalmente, da previsão das situações contextuais que caracterizam o uso do computador para a aprendizagem.

5.6 MODELOS, FERRAMENTAS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS

O projeto e avaliação de um PEI passa, necessariamente, pela verificação de sua qualidade ergonômica, mas, fundamentalmente, pela sua qualidade didática e pedagógica. Nesse sentido, Silva (1998) argumenta que 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 vários materiais educativos informatizados (exercício e prática, tutoriais, sistemas inteligentes de aprendizagem, ambientes ao modo híper - hipertexto,

hipermídias – Internet e web, realidade virtual), educadores, professores e outros profissionais se questionam:

- 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 ergonômica e pedagógica desses produtos educacionais?

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.

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

Existem instrumentos oficiais e/ou não oficiais que estabelecem normas, critérios, recomendações e requisitos para avaliação da qualidade de *software* tanto no desenvolvimento do projeto quanto do produto. Citam-se como documentos oficiais 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) e, ainda, a ISO 9241 definida por evidência empírica e a partir da literatura existente que lida com a apresentação visual das informações através de terminais de vídeo (detalhes no capítulo 4, item 4.7.4).

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

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 dos de natureza ideológica e psicológica.

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

A avaliação em *software* educacional é um processo de coleta e utilização de informações a fim de ajudar na tomada de decisão. Anderson (1985) salienta que, no ensino, a avaliação comporta um julgamento sobre o valor, o interesse, a pertinência e a utilidade das práticas, métodos, livros e recursos pedagógicos.

Os estudos sobre avaliação concernentes à aprendizagem assistida por computador são em número reduzido, de difícil acessibilidade e/ou são, muitas vezes, focalizados em situações específicas de uso (e.g. *softwares* profissionais) ou adaptações de metodologias existentes para formas de aprendizagens tradicionais. Para o propósito deste capítulo, coletou-se algumas ferramentas e abordagens de avaliação que serão utilizadas como escopo para o objetivo deste trabalho.

5.6.1 Modelo de avaliação de Campos

O modelo de avaliação de Campos (1994 e 1996) propõe, na forma de um manual para avaliação da qualidade de *software* educacional, um instrumento para auxiliar a avaliação tanto durante o processo de desenvolvimento de programa como na sua seleção.

Nesse manual, são apresentados os objetivos, fatores, subfatores, critérios e processos de avaliação para que seja realizada a verificação da qualidade. A figura 5.2 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).

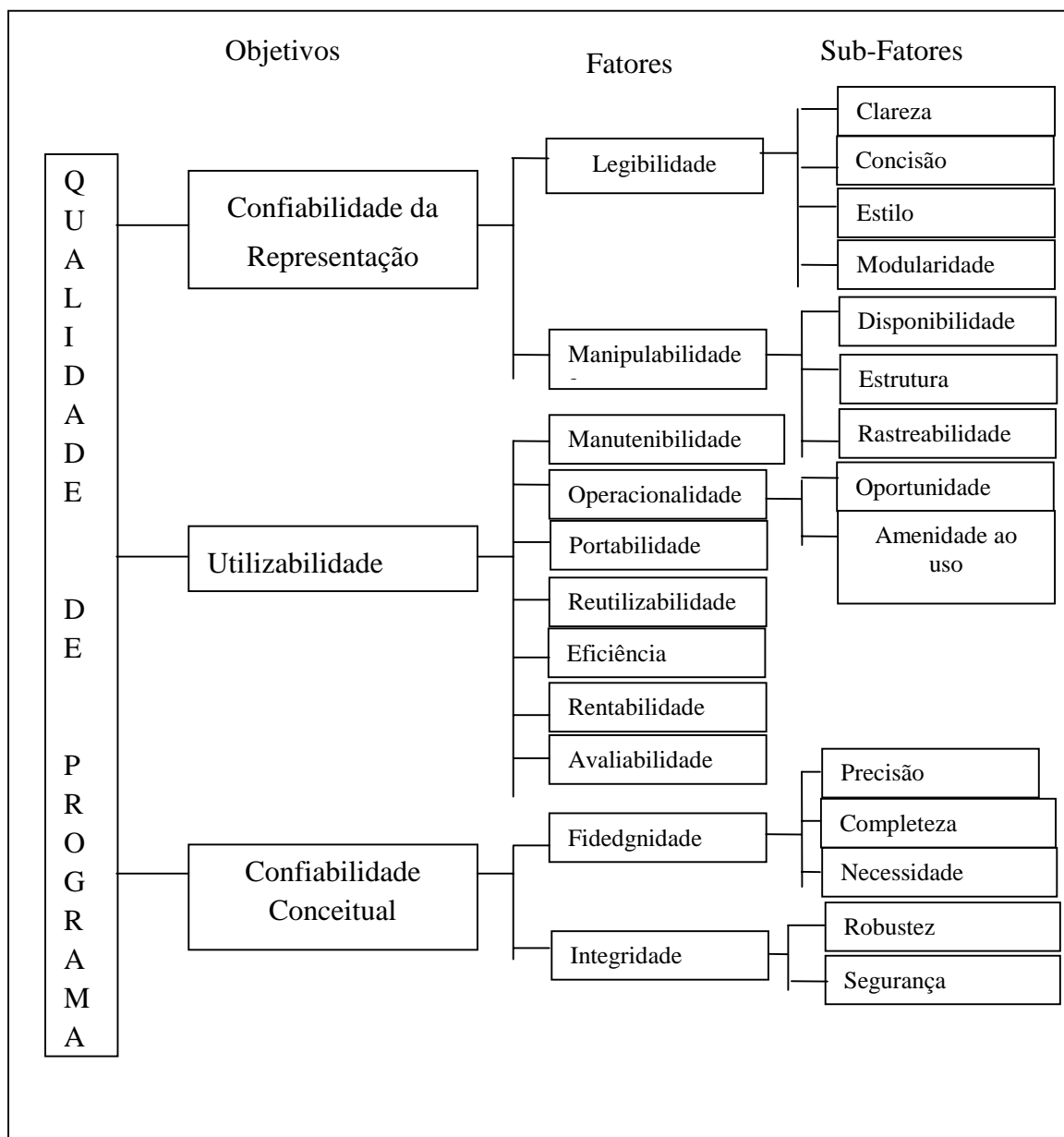


Figura 5.2 – Objetivos , fatores e subfatores de qualidade de programas (Campos, 1996, p.31).

5.6.2 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, também 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: formativa e 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.

Os critérios para a avaliação de *software* educacional estão direcionados para as características técnicas e pedagógicas do programa, sendo que as primeiras levam em consideração critérios relativos à máquina, ao programa, aos acessórios e à rede de software e as segundas destacam a qualidade como determinante do seu valor. Em se tratando do processo ensino-aprendizagem, a seleção e a avaliação do *software* é uma tarefa educativa e ao mesmo tempo técnica, pois avaliar o material instrutivo requer a compreensão do contexto do ensino e da aprendizagem.

Os critérios pedagógicos que devem ser avaliados em um *software* são os objetivos, os conteúdos, a didática, a capacidade interativa e a apresentação dos conteúdos.

5.6.3 O modelo *JIGSAW* de Squires & 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 construir seus próprios conceitos de como costuma aprender (esquemas mentais).

Dessa concepção, tiram-se duas conseqüências para a avaliação *a priori*, conforme os autores:

- a) Aprendizagem auxiliada pelo *software*, interpretada do ponto de vista da teoria construtivista e pesquisas sobre como o indivíduo constrói conceitos nos domínios de temas relevantes.
- b) 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.

Nesse 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 ao 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 necessidade de o aluno compreender, de forma integrada, a aprendizagem e o controle operacional.

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

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

A figura 5.3 descreve a aprendizagem, o controle operacional e a integração dessas atividades, essenciais para o uso eficiente do programa.

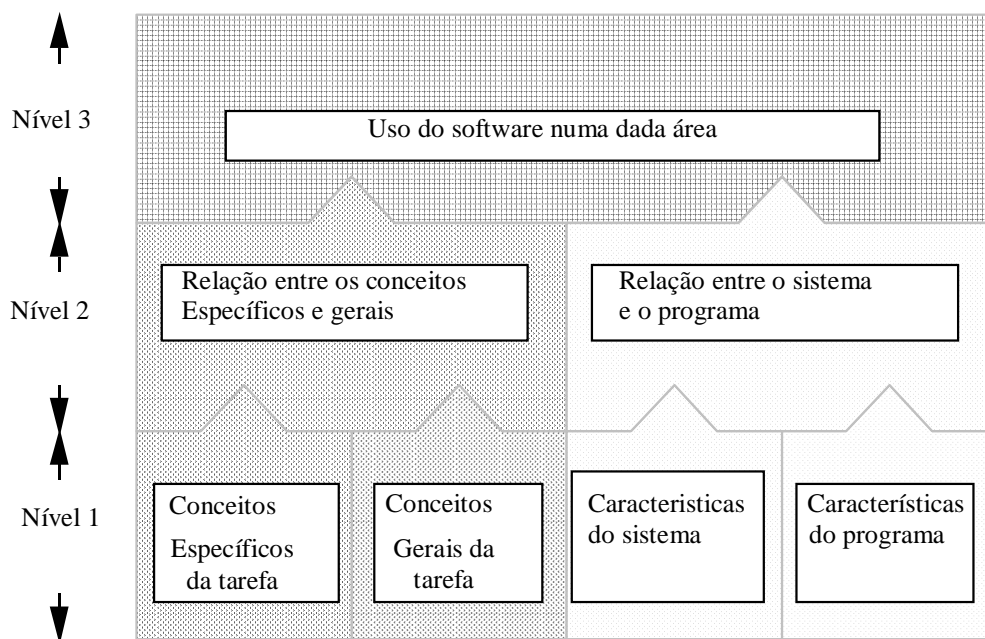


Figura 5.3 – Nível das tarefas no modelo Jigsaw (Squire & Preece, 1996 p.19)

Em regra geral, tem-se que:

- as tarefas de aprendizagem são simples e específicas a um dado tópico de conteúdo ou relacionadas com a área de estudo;
- os conceitos específicos e os conceitos gerais da tarefa, as características do sistema e as do programa são considerados independentes uns dos outros. Considera-se a integração entre a aprendizagem específica e geral e o controle tanto do programa quanto do sistema operacional;
- a integração entre a aprendizagem e o controle do programa deve dar-se por completo, revelando o quanto o design do *software* compreende a necessidade do usuário e a maneira como deveria funcionar.

Esse modelo pode ajudar a construir a integração das tarefas operacionais e de aprendizagem auxiliando os avaliadores a focarem sua atenção na integração desses dois fatores por fornecerem um suporte significativo na abordagem da avaliação *a priori* com uso de *software* educacional.

O sentido do referido modelo 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 ao funcionamento do *software* e a interação deste com o conteúdo/ habilidade a ser aprendido.

5.6.4 A ferramenta MEDA 97

O MEDA 97 é uma ferramenta multimídia de ajuda à avaliação de produtos educativos. Permite a cada ator do domínio de formação (projetista, difusor, usuário/professor) construir uma grade de avaliação sob medida, adaptada às necessidades de avaliação identificadas por cada um.

O público-alvo da ferramenta é vasto: professores, especialistas em conteúdo, especialistas em comunicação, avaliadores, diretores de centros de recursos, responsáveis institucionais, consultores, produtores, distribuidores, diretores de *marketing*, grafistas, programadores. Isto porque os três campos de uso dos resultados são voltados para as práticas de concepção, de utilização e de difusão do produto, elementos constitutivos dos pólos de interesse para realizar uma avaliação.

O modelo de organização dessa ferramenta considera a heterogeneidade das preocupações identificadas pelos autores. As preocupações são reagrupadas em torno de três pólos de interesse que remetem à concepção, à utilização e à difusão de um *software*. Cada pólo de preocupação reúne um conjunto de objetivos de avaliação reconhecidos como pontos de passagem estratégicos mesmo quando se trata do produto sob essa ótica, de seu uso ou de seus efeitos, a resposta a essas diferentes preocupações organiza-se em torno desses pontos de passagem.

Dessa forma, o conteúdo do MEDA97 apresenta-se dividido em três partes: pólos de interesse, etapas e aspectos. O quadro abaixo apresenta os pólos de interesse e suas preocupações:

Quadro 5.1 – Pólos de Interesse do MEDA97

PÓLOS DE INTERESSE	
PÓLOS	PREOCUPAÇÕES
criação	dominar as etapas de criação de um produto; testar tecnicamente um produto; validar pedagogicamente; certificar a conformidade do produto com a descrição feita pelo autor; testar durante a concepção; mensurar a relação qualidade/custo de produção; considerar os critérios ergonômicos.
utilização	recensar as características de um produto (e.g., para alimentar um banco de dados); analisar um produto, sua utilização, seus efeitos (e.g., em formação de formadores); avaliar um produto, seu uso, seus efeitos (e.g., para tomar decisão d. compra;
difusão	mensurar a relação qualidade/preço do produto; decidir a comercialização; avaliar a qualidade da documentação; melhorar o produto; definir os produtos complementares.

Seguidas à definição dos pólos de interesse, seis etapas de avaliação definem os aspectos a serem considerados, conforme abaixo relacionados:

1. Estudo preliminar
 - objetivo do produto;
 - características da população a formar;
 - inserção no contexto da formação.
2. Concepção/desenvolvimento do produto
 - Definição dos objetivos;
 - Definição dos pré-requisitos;
 - Estratégias pedagógicas;
 - Critérios de produção;
 - Implementação;

- Custo de produção;
 - Atividades solicitadas para o aprendiz;
 - Condução;
 - Carga de trabalho;
 - Controle explícito;
 - Adaptabilidade;
 - Gestão de erros;
 - Homogeneidade;
 - Significação dos códigos e compatibilidade;
 - Navegação: ajudas pontuais;
 - Navegação: ajudas estruturais;
 - Navegação: ajudas históricas;
 - Avaliação do trabalho do usuário
 - Concepção desenvolvimento do produto - diversos.
3. Características do Produto
- Organização interna;
 - Interatividade (lado usuário)
 - Interatividade (lado *software* de formação);
 - População-alvo do produto;
 - Gestão da tela (texto/grafismo/cores/som/organização das telas);
 - Legibilidade;
 - Analisador de respostas;
 - Conteúdo;
 - *Feedback*;
 - Conteúdo pedagógico;
 - Características técnicas (material, manipulação, assistência técnica, proteção);
 - Validação do produto;
 - Traços de passagem do usuário;
 - Organização do conteúdo;

- Gestão da tela (animação e vídeo);
 - Características do produto – diversas.
4. Difusão do produto
- Adaptabilidade pedagógica;
 - Portabilidade (técnica);
 - Custo de uso (preço do software + custo de utilização);
 - Documentação de acompanhamento;
 - Preço do produto;
 - Apresentação do produto;
 - Difusão do produto – diversas.
5. Utilização do produto
- Inserção pedagógica;
 - Condições de utilização;
 - Papel do formador;
 - Autonomia;
 - Papel do aprendiz;
 - Rapidez de utilização;
 - Utilização do produto – diversas.
6. Efeitos do produto
- Aprendizagens realizadas em situação de formação;
 - Transferências em situação profissional;
 - Atitude dos aprendizes;
 - Efeitos sobre o formador;
 - Efeitos – diversos.

A ferramenta apresenta-se segundo um sistema de entradas múltiplas. Sua concepção modularizada permite a cada avaliador, a partir de seus próprios objetivos, construir a trama de sua própria avaliação. A figura 5.2 mostra a interface de inicialização da ferramenta.

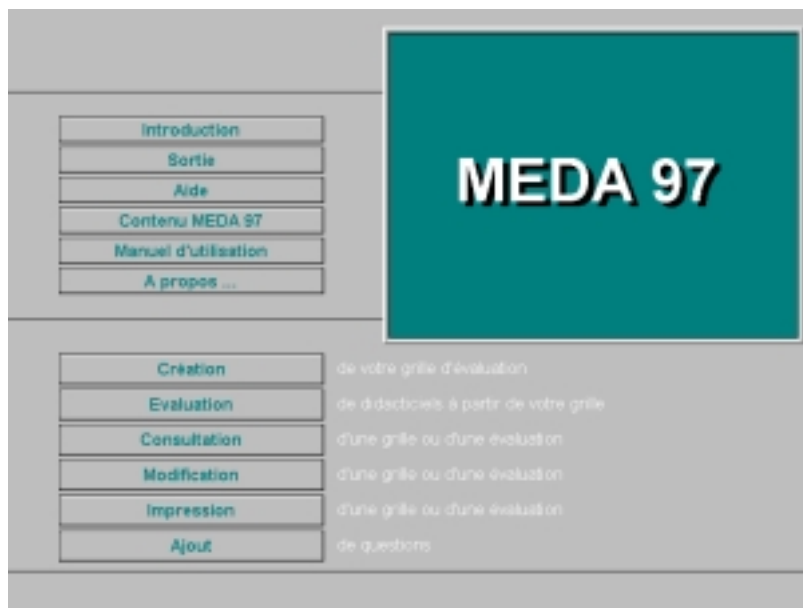


Figura 5.4 – Interface de inicialização do MEDA97 (MédiaScreen, CD-ROM, Université de Liège, 1997).

Ressalte-se que as pesquisas de origem da ferramenta foram iniciadas em 1990 e resultam do trabalho conjunto de pesquisadores da Bélgica, França, Alemanha, Inglaterra e Itália pertencentes a *Réseau Européen de Recherche em Éducation et Formation*. A atual versão foi completada pelo *Service de Technologie de l'Education da Université de Liège*.

5.6.5 O método E.M.P.I.

O E.M.P.I (Hû *et all*, 2001) é um método de avaliação de aplicações multimídias cujo princípio consiste em obter a opinião subjetiva dos usuários não especialistas sobre as características das interfaces. O objetivo do método é encontrar um equilíbrio entre a avaliação, considerando os dados objetivos e aqueles orientados para os critérios subjetivos. O público-alvo é o professor não especialista, um gerente ou qualquer pessoa que deseje aprender a avaliar. O método apresenta-se sob a forma de questionário dinâmico e enquadra vários temas tais como:

- a) Qualidade técnica – reflete a problemática oriunda da engenharia de *software* e avalia as suas características funcionais. Os metacritérios e critérios deste tema são:

- Configuração: compatibilidade material, compatibilidade do *software*, instalação;
 - Funcionamento: utilização, inovação, rapidez, *bugs*;
 - Assistência técnica: documentação, manutenção;
 - Aspectos Web: apresentação, vista do site, conexão.
- b) Aspectos ergonômicos – correspondem à avaliação da facilidade de utilização da interface. Os critérios utilizados se baseiam nas recomendações de Scapin (1995) e Vanderdonckt (1994). Esses trabalhos estão detalhados no item 4.8 do capítulo 4.
- Condução: presteza, localização, formato, retorno;
 - Carga de trabalho: concisão, ações mínimas;
 - Manipulação: prevenção, controle, correção;
 - Homogeneidade: gráfica, funcional;
 - Adaptabilidade: flexibilidade, experiência.
- c) Documentos multimídia – textos, imagens, sons são considerados os vetores da informação. Excluindo o aspecto do conteúdo, o tema avalia a pertinência de utilização e a apresentação dos documentos:
- Textos: redação, apresentação, tipografia;
 - Documentos visuais: imagens didáticas, imagens reais e artificiais;
 - Documentos sonoros: locução, ruído, música;
 - Interdependência: escolha, concorrência, complementaridade, redundância.
- d) Cinarização – procedimento particular que consiste na estruturação dos documentos de maneira a preparar a leitura, de modo que se dê a apropriação pelo usuário. Avalia a qualidade da apresentação e agenciamento das informações:
- Estrutura: interna e externa;
 - Ferramentas de navegação: percurso, constituição;
 - Ficção: roteiro, ambientação, personagens.
- e) Ferramentas pedagógicas – os critérios são orientados para a caracterização do *software*. A pertinência dessas ferramentas são utilizadas

para a avaliação dos aprendizes, acompanhamento e assistência pedagógica:

- Situação: comunicação, enquadramento, tempo, relação com os estudantes, relação com os suportes;
 - Conteúdo: validade, impacto social;
 - Personalização: informação, parametragem, adaptação, acompanhamento;
 - Atividade: exposição, resolução, experimentação, recreação;
 - Assistência: acessos, recursos de *software*, recursos humanos;
 - Avaliação: técnica, critério, posicionamento.
- f) Impressões gerais – capitaliza as percepções subjetivas que o avaliador tem do *software*. Para este tema utilizam-se adjetivos neutros oriundos de outras análises e da teoria da percepção visual.
- Tranqüilizador/desorientador;
 - Luxuriante/despojado;
 - Lúdico/acadêmico;
 - Ativo/passivo;
 - Simples/complexo;
 - Inovador/tradicional

As notações do questionário são de cinco tipos: uma nota calculada, oriunda da avaliação das questões; uma nota instintiva, inicialmente fornecida pelo avaliador; um índice de correlação que mede as semelhanças entre a nota instintiva e a nota calculada; um índice de coerência que mede a coerência da nota instintiva entre um nível e seus subníveis e uma nota final que é uma combinação entre a nota calculada, a nota instintiva global e o índice de coerência.

5.6.6 Processo de avaliação de *software* multimídia de Cronje

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

Nesse 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 ferramentas utilizadas (instrumentos e ações para levantamento de dados). As fases cíclicas do processo prevêem 10 fases de avaliação do *software* e seus efeitos na aprendizagem:

1. análise das necessidades;
2. produção do protótipo;
3. avaliação formativa;
4. reajustes/revisões;
5. pré-teste;
6. implementação;
7. pós-teste;
8. avaliação somativa;
9. decisão;
10. impacto a longo prazo.

Dá-se destaque à terceira e oitava fase desse processo. A avaliação formativa trata de descobrir se o *software* contempla os objetivos determinados na análise das necessidades e se isso pode ser feito de modo mais eficiente, agradável e efetivo. Quem se envolve nessa 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, a observação, os testes de usabilidade, os testes *alfa* e *beta*, os testes de campo, as listas de verificação (*checklist*), os questionários e os grupos de enfoque.

No que se refere à avaliação somativa, procura-se determinar a adequação do multimídia interativo às necessidades da organização e dos estudantes. Os participantes são público alvo, treinadores, pesquisadores e *experts*. As questões para essa fase são as seguintes: O produto é adequado aos objetivos propostos quanto aos aspectos instrucionais, de currículo, estéticos e técnicos? Esse *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, os questionários e os grupos de enfoque. Ambas as fases demonstram que as formas de adequação para a avaliação formativa e somativa são relativas aos aspectos da instrução, do currículo, da estética e da técnica. Essas formas foram subdivididas em subaspectos, conforme o quadro 5.2:

Quadro 5.2 – Aspectos e sub-aspectos da avaliação formativa e somativa

ASPECTOS	SUB-ASPECTOS
INSTRUÇÃO	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.

Fonte: adaptado de Cronje (1998)

O conjunto desses subaspectos constitui-se dos critérios de avaliação os quais estabelecem a descrição de cada um em forma de orientações e/ou questões de verificação.

5.6.7 A escala de avaliação desenvolvida por Reeves & Reeves

Originariamente, o modelo de avaliação da qualidade de *software* educacional desenvolvido por Thomas Reeves (*apud* Campos, 1996) lista, para análise, quatorze critérios pedagógicos, conforme demonstra a figura 5.5:

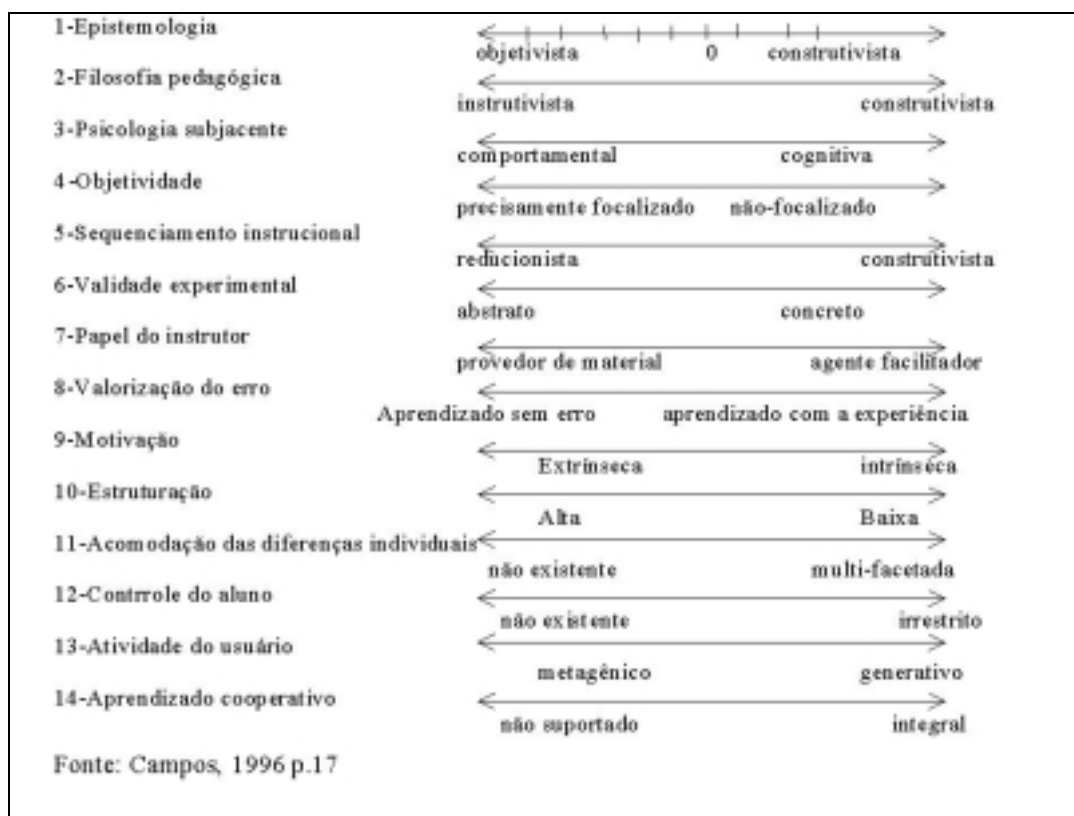


Figura 5.5 – Critérios pedagógicos (Reeves, *apud* Campos, 1996)

Dez critérios sobre a interface foram também listados por Reeves *apud* Campos (1996), gerando a mesma escala. São eles:

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)

O método de avaliação desenvolvido por Reeves & Reeves (1998) é uma adaptação do modelo descrito e focaliza a importância do cenário pedagógico, principalmente, em formações baseadas na web.

Os critérios são avaliados por meio de procedimento gráfico, em que se faz 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, situam-se, à direita, o conceito mais positivo e, à esquerda, o conceito mais negativo.

A conclusão da avaliação é obtida graficamente, analisando-se a disposição dos pontos marcados nas setas e que devem ser ligados colocando-se as setas umas sobre as outras, como demonstra a figura 5.6 para os critérios *valorização do erro* e *motivação*

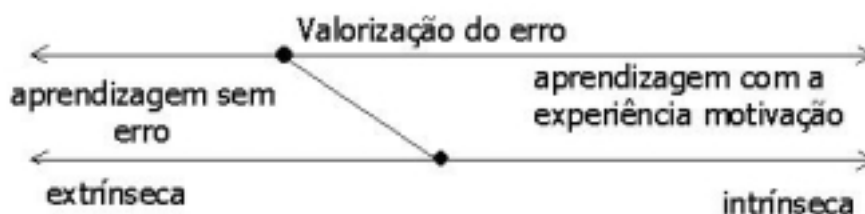


Figura 5.6 – Procedimento gráfico segundo a metodologia de Reeves *apud* Campos (1996)

As diferentes dimensões mencionadas em Reeves & Reeves (1998) são:

- a) **Filosofia pedagógica** – *instrutivista*: divide o material de aprendizagem em módulos hierárquicos que o aprendiz deve assimilar; *construtivista*:

acentua as estratégias cognitivas do aprendiz e a construção do saber em função dos conhecimentos anteriores;

- b) **Teoria da aprendizagem** – *behaviorista*: os fatores críticos de aprendizagem são comportamentos e não etapas internas e a educação leva o aprendiz a um comportamento dado por estímulo-resposta-*feedback*-reforçamento; *cognitiva*: acentua a importância das etapas mentais internas. Segundo essa teoria, as diferentes estratégias de aprendizagem a serem utilizadas dependem do tipo de conhecimento a ser adquirido;
- c) **Objetivo de aprendizagem** – *bastante preciso ou geral*, segundo a tarefa de aprendizagem ;
- d) **Orientação da atividade** – *acadêmica*: tarefa orientada ao intelecto; *aplicada*: tarefa orientada à prática ;
- e) **Fonte de motivação** – *extrínseca*: externa ao ambiente de aprendizagem; *intrínseca*: integrada ao ambiente de aprendizagem ;
- f) **Papel do professor** – *didático ou facilitador* ;
- g) **Suporte metacognitivo** – *sem suporte ou suporte integrado*. Esse ponto refere-se à orientação dada ao aprendiz quanto aos objetivos, à avaliação das estratégias e à capacidade de gerenciar a progressão da aprendizagem para adaptá-la às necessidades ;
- h) **Aprendizagem colaborativa** – *inexistente ou exclusiva*, segundo o tipo de aprendizagem promovida ;
- i) **Sensibilidade cultural** – *desconsiderada ou considerada* ;
- j) **Flexibilidade espaço-temporal** – *nenhuma ou máxima*.

Sobre essas dimensões, Class (2001) comenta que, segundo o tipo de cenário pedagógico adotado, o tipo de aprendizagem requerida, os objetivos de uma aprendizagem precisa, o grau de implicação de uma dimensão e de sua tendência variam, sendo essa escala de grande interesse pela sua dimensão indicativa.

5.6.8 Técnica de Inspeção Ergonômica de **Software** Educacional – TICESE

Em Silva (1998) e Silva & Vargas (1999) descrevem a técnica desenvolvida por Gamez (1998) para apoiar os processos de avaliação de *softwares* educacionais, o que

contempla um conjunto específico de critérios de análise baseados em aspectos cognitivos, ergonomia, psicologia da aprendizagem e pedagogia. Aos três módulos que a compõem (classificação, avaliação e contextualização) estão associados critérios e um conjunto de questões que visam orientar o avaliador na difícil tarefa de inspecionar as qualidades ergonômicas e pedagógicas do *software* educacional:

- a) **Classificação:** o objetivo é determinar a modalidade do *software* educacional (tutorial, exercício e prática, simulador, hipertexto ou outra classificação), identificar a abordagem pedagógica subjacente (construtivista, behaviorista, construcionista ou outra) e, por fim, identificar as habilidades cognitivas exigidas (aplicação, análise, síntese, e avaliação – extensão da taxinomia de Bloom);
- b) **Avaliação:** consiste no principal módulo da técnica e avalia a conformidade do *software* educacional aos padrões ergonômicos de qualidade, procurando vincular a capacidade do *programa* ao auxílio do aprendiz específico. Por meio desse módulo, é possível verificar os recursos pedagógicos e de apoio à aprendizagem utilizados e sua forma de operação. Nesse caso, o módulo apóia também a avaliação da facilidade de uso do sistema e dos materiais impressos que o acompanham. Os critérios definidos para efetuar essa inspeção foram desenvolvidos a partir de uma abordagem de convergência e de extensão dos critérios ergonômicos para interface de *software* em geral e propostos por Scapin e Bastien (1993). Nessa etapa, procura-se verificar a qualidade da apresentação da informação como por exemplo, a abrangência dos dados de identificação (do produto e dos objetivos e pré-requisitos técnicos e pedagógicos), a organização e apresentação da documentação impressa (presteza, agrupamento de itens, legibilidade e densidade informacional), a organização e apresentação da informação *on line* (presteza, legibilidade, agrupamento/distinção de itens, *feedback* imediato), o significado dos códigos e denominações e a homogeneidade/coerência. É avaliada também a qualidade dos recursos como a motivação e compreensão dos conteúdos, a avaliação do aprendizado; a gestão de erros (correção, qualidade das mensagens e proteção contra os erros); a ajuda *on-line*. Ainda é avaliada a

qualidade da operação como 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) e compatibilidade;

- c) **Contextualização:** esse módulo é complementado pelos anteriores e busca auxiliar no processo de tomada de decisão sobre uma provável aquisição mediante o estudo da adequação do produto ao contexto específico do programa de ensino. Considerando que cada programa de ensino possui características e contextos próprios, com projetos político-pedagógicos distintos e recursos financeiros variados, a decisão sobre a aquisição do *software*, além de levar em conta a qualidade do produto, deve fundamentar-se em critérios de análise que apontem a pertinência e adequação do uso do *software* educacional no referido programa.

5.6.9 Ensaios para a construção de um modelo integrado de Silva

Para originar o método em análise proposto por Silva (1998) e Silva & Vargas (1999), elaborou-se um modelo de avaliação que agrega aspectos pedagógicos e ergonômicos na mesma ferramenta, visando contemplar um projeto educacional, comunicacional e computacional que atendesse as exigências de um produto educacional informatizado e que pudesse ser estruturado de modo a auxiliar tanto projetistas como educadores na concepção, avaliação e utilização (seleção e uso). A figura 5.7 mostra a estrutura desse modelo:

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

Fonte: SILVA (1998)

Figura 5.7 – Proposta para um modelo integrado de avaliação (Silva & Vargas, 1999)

A estratégia inicial para construir esse modelo baseou-se no levantamento dos objetivos pedagógicos e ergonômicos, reunindo o maior número de informações significativas sobre essa interdisciplinaridade de forma que o avaliador pudesse ter uma visão geral dos elementos que deveria observar, facilitando-lhe a pesquisa sobre esses pontos e a aplicação das várias tipologias de PEIs.

A partir desse modelo, desenvolveu-se um *checklist* básico para avaliação de um *software* educacional na área da construção civil (Silva & Vargas, 1999). A figura 5.8 mostra a sua estrutura. Composta de três (3) partes, teve por objetivo qualificar o *programa* a partir das características desejáveis. Dessa forma, o percentual de cada tópico apresentado significa o grau de satisfação em relação a essas características. O *checklist* não se aplicou a algumas questões devido a tipologia do programa, por isso não foram consideradas na avaliação. Nos quesitos relacionados à parte ergonômica, foram adaptados os critérios desenvolvidos por Bastien e Scapin (1997).

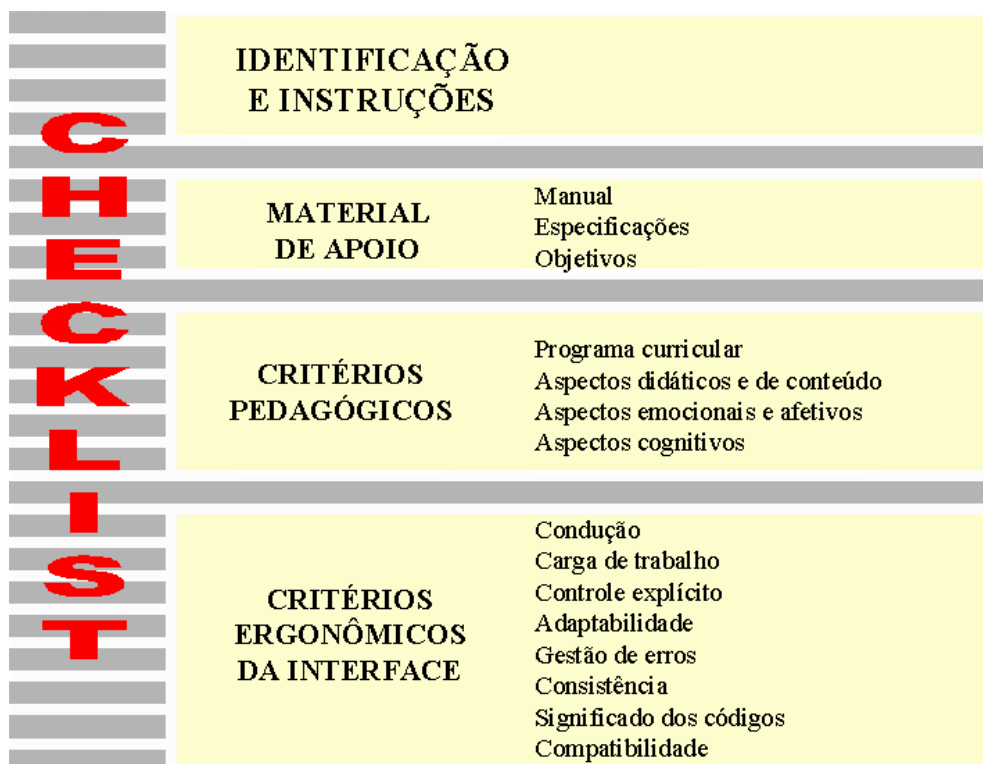


Figura 5.8 – Estrutura do *checklist* (Silva & Vargas, 1999)

A partir desse modelo, de sua validação em uma situação real de uso e da constatação de lacunas quando da aplicação em outros ambientes, como PCO (1999) e CIVIX (1999) obtiveram-se parâmetros, limites e possibilidades para futuro desenvolvimento e elaboração de um método de avaliação ergopedagógico, objeto deste trabalho.

5.7 DISCUSSÃO

Os modelos, métodos e ferramentas apresentados, bem como os debates sobre a avaliação de *software* educacional, assunto discutido ao longo dos capítulos, demonstram quão ampla e complexa é a tarefa de se estabelecer parâmetros gerais de avaliação nos seus diferentes aspectos, reforçando a necessidade de aprofundar e criar mecanismos integradores que facilitem esse processo e o torne menos custoso para avaliadores não especializados nesse domínio.

São claras, nesses modelos, as ferramentas e abordagens apresentadas e a tendência de estabelecer critérios para a avaliação de PEIs. Assim, cada proposta procura dar ênfase a um conjunto de temas. Vê-se, particularmente, o enfoque da avaliação de Campos

(1994) e Gamez (1998) que inclui a integração entre os aspectos ergonômicos da interface e os aspectos pedagógicos. Em Campos (1994) esses critérios estão presentes nos fatores e subfatores muito próximos de uma avaliação de cunho mais técnico. Em Gamez (1998), os itens de cada módulo são 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 a usabilidade. Para eles, não se pode negligenciar a relação entre esses dois aspectos e utilizam como argumento o fato de que, sendo a interface de fácil utilização, 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.

As ferramentas MEDA97 e E.M.P.I. propõem um quadro de critérios mais abrangente e utilizável, permitindo, até mesmo, um certo grau de subjetividade e tomada de decisão pelo usuário-avaliador.

Em verdade, a utilização de critérios que medem a utilizabilidade de uma interface pedagógica implica uma definição clara do objeto de avaliação e a utilização de medidas que traduzam os resultados de forma qualitativa e quantitativa. Essa associação de critérios e medidas é ainda um problema difícil de resolver porque dados quantitativos servem bem para obter informações gerais e úteis sobre a qualidade do produto, mas ainda limitam a explicação, a contextualização e os problemas encontrados pelo usuário-aprendiz quando interage só com o produto.

O método proposto, iniciado por Silva (1998), Silva & Vargas (1999) procura integrar as contribuições dos modelos, ferramentas e abordagens de maneira a obter um conjunto articulado de critérios ergonômicos, pedagógicos e de comunicação mediados por computador, todos esclarecidos por definições e questões pertinentes de modo a facilitar a tarefa do avaliador.

O método em questão é batizado de MAEP – Método ergopedagógico interativo de avaliação para Produtos Educacionais Informatizados.

O capítulo seguinte apresenta o desenvolvimento conceitual e operacional do método.

PARTE II – APLICAÇÃO

6 DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DO MÉTODO

6.1 INTRODUÇÃO

A nova tecnologia educacional, revestida de todo artefato de *hardware* e *software* e de redes telemáticas, exige outras tarefas, competências e deveres para as pessoas e profissionais que lidam com o processo de ensino-aprendizagem computadorizado. O desafio é maior para estudantes, professores, pedagogos, administradores e especialistas em ensino em virtude de não estarem suficientemente familiarizados com os recursos da informática e para projetistas, programadores, *designers*, vendedores e outros que desenvolvem e distribuem esses produtos, por não conhecerem as necessidades destes consumidores.

Essas tarefas, competências e deveres referem-se aos cuidados especiais que a nova tecnologia requer, sejam de ordem ergonômica, pedagógica ou comunicacional.

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.

Pedagógica, para que as estratégias didáticas de apresentação das informações e tarefas cognitivas exigidas estejam em conformidade com o objetivo educacional e as características do aprendiz/usuário.

E comunicacionais, para que os dispositivos midiáticos de comunicação entre os interlocutores (professor x aluno) sejam eficazes do ponto de vista da interatividade permitida e da qualidade da informação representativa da realidade do leitor/usuário/aprendiz.

Freqüentemente, o profissional de educação não tem a oportunidade de selecionar e experimentar um *software* antes da sua utilização. A escolha de PEIs geralmente é influenciada por questões de ordem prática: indicação de colegas, catálogos, produtos disponíveis em miimatecas, imposição da organização escolar, divulgação em artigos, jornais e revistas, 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. Nesse contexto, é necessário dispor de uma ferramenta que lhes permita efetuar uma avaliação *a priori* do programa, de maneira que tenham uma orientação clara na identificação de como o dispositivo trata a aprendizagem e de como os usuários irão compreendê-lo e operá-lo, ou seja, trata-se de avaliar a integração da usabilidade com o conteúdo e a forma de aprender.

Silva (1998) afirma que 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, o que exige desses profissionais, e também dos alunos, um esforço extra para a descoberta e o domínio da lógica de utilização desses 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 apresenta condições de conhecer o usuário-aprendiz é o professor e/ou o pedagogo ou especialista em ensino, além do próprio aluno, pois conhecem suas necessidades curriculares e de aprendizagem, seus ritmos, características pessoais e de grupo, especificidade dos conteúdos da aprendizagem e outros atributos pedagógicos.

Por isso, faz-se necessária a integração do projeto ergonômico e pedagógico na concepção e avaliação de PEI's. Um não pode prescindir do outro para a garantia de uma qualidade que contemple ao mesmo tempo as diversas competências técnicas, de interfaces e educacionais.

A premissa máxima que sustenta o desenvolvimento de tal método é que um ambiente de aprendizagem informatizado, para ter qualidade, deve ser centrado no sujeito que o utiliza, ou seja, desde sua concepção, devem ser consideradas as perspectivas ergonômicas, que adaptam o dispositivo à inteligência humana, pedagógicas e comunicacionais, conciliando, as três funções avaliativas, abordadas no item 5.2 do capítulo cinco.

Sabe-se, em termos gerais, que a qualidade de uma interface pedagógica repousa, principalmente, sobre a organização da informação (textual e gráfica), sobre a flexibilidade da navegação e sobre a interatividade permitida. Mas esta é apenas uma das questões de desenvolvimento de uma interface apropriada. Por outro lado, também refere-se aos mecanismos cognitivos que o usuário deve assimilar, ou seja, o conteúdo pedagógico específico do domínio do *software* e/ou conteúdos gerais, como estratégias heurísticas, exploração de formas de pensamento, práticas culturais....

Cada domínio de competência utiliza suas próprias ferramentas de avaliação - pedagogia: formativa, somativa, diagnóstica ; informática : testes de funcionalidade e métodos da engenharia de *software* ; comunicação : análise do discurso etc. O que existe em comum entre elas é que a maioria pode ser transformada em guias de análise que contenham critérios gerais e específicos verificados a partir de recomendações. A questão é estabelecer quais critérios gerais serão definidos (o que avaliar ?) à luz da ergonomia, da pedagogia e da comunicação mediada por computador.

O método que se propõe tem origem nos métodos de avaliação de Interfaces Humano-Computador (cap.IV), contemplando os aspectos ligados à utilizabilidade de *software* e, também, integrando os aspectos ligados ao conteúdo e a seu tratamento didático (componente pedagógica) e de comunicação mediada não abordado naqueles. Uma exceção é feita ao CD-MEDA 97 (cap. V) que propõe 71 critérios de avaliação que, mesmo aplicados em contexto de avaliação de *software* utilizado em formação profissional, apresenta questões de ordem ergonômica e pedagógica.

6.2 ORIENTAÇÃO METODOLÓGICA PARA A CONCEPÇÃO DO MÉTODO

Quatro etapas constituirão a organização do método, conforme descritas a seguir:

a) Abordagem descendente e genérica

Define-se a abordagem descendente como a decomposição da ergonomia de IHC adaptada para a IHC educacional, tomando-se como três eixos integrados a ergonomia, a pedagogia e os aspectos comunicacionais dos dispositivos de comunicação homem-máquina.

A partir de uma lista de temas susceptíveis de serem avaliados num sistema de formação, a primeira tarefa é identificar, para cada tema, os critérios, fatores ou aspectos que podem servir como características de uma boa performance (fatores de qualidade). Grades de análise com questionários são um exemplo de métodos baseados em abordagem descendente e constituem o instrumento de aplicação do método, considerando sua otimização, automatização, objetividade e facilidade de utilização pelo usuário-avaliador.

Genericamente, os módulos de avaliação são construídos em associação às duas categorias principais (ergonômica e pedagógica) e a uma terceira, de comunicação mediatizada por computador, sendo cada uma subdividida em seus respectivos critérios secundários. A estrutura por módulos e sua definição permitem compreender o conteúdo de um critério e seus respectivos desdobramentos de maneira a incluir conhecimentos específicos e especializados de cada categoria e do conjunto.

b) Perfil multicritério

Em princípio, a qualidade de PEI não pode ser apresentada sob a forma de um perfil multicritério, mas torna-se indispensável considerá-lo por três razões básicas:

1. a diversidade de tipologias descritas nos capítulos dois e três;
2. os campos disciplinares do método sistematizando adaptam, sobretudo, às técnicas de avaliação do campo da ergonomia de IHC, transpondo os modelos para a avaliação de PEIs;
3. a variedade, diversidade e multiplicidade de temas e teorias aplicadas nesses produtos leva a sintetizá-las para o objetivo desse método. Por essa razão, será detalhado o desenvolvimento conceitual das categorias, critérios e questões pertinentes.

As agregações dos módulos de avaliações parciais por categorias de critérios inspiram-se na abordagem do tipo monocritério, a fim de obter/fornecer saídas parciais e sintéticas ao final do método e ainda, uma informação sobre a qualidade sintética, isto é, valorizar as apreciações objetivas e verificáveis a todo momento mas que podem ser exploráveis pelo avaliador que se interesse por seus resultados.

c) Organização das entradas e saídas do método

A primeira etapa do desenvolvimento do método consiste em identificar e organizar suas entradas e saídas mediante a definição da arquitetura geral e a elaboração das grandes linhas e alternativas possíveis para atender aos objetivos de utilização e dos resultados esperados. A elaboração de uma estrutura modular por categorias de critérios e sua decomposição em subcritérios geradores de questões é a estratégia utilizada para a organização do método. O desenvolvimento conceitual, apresentado nos próximos itens, explica os procedimentos utilizados como estratégia metodológica.

d) Estratégia para o desenvolvimento conceitual

O desenvolvimento conceitual constitui o escopo do método, o seu conteúdo. O processo de estudo para a construção do método começa por definir precisamente as categorias de critérios principais e sua decomposição que geraram as listas de verificação. A resposta positiva às questões determinam o parâmetro desejável de qualidade.

Um estudo prévio e analítico de recursos bibliográficos, métodos e modelos já desenvolvidos foi necessário e representou uma parte preponderante do trabalho de construção dos módulos de avaliação por categoria e seleção dos critérios principais e subjacentes.

Cada critério é específico e particular e se refere, geralmente, a domínios de estudos bem especializados. Entretanto, muitos dos critérios de um domínio, como a ergonomia, traduzidos em recomendações ergonômicas, aplicam-se ao domínio da pedagogia, assim como critérios de Comunicação Humano-Máquina aplicam-se aos dois.

Dessa forma, o desenvolvimento conceitual do método é dividido em três subfases:

1. definição das categorias, dos critérios pertinentes e de e seu conteúdo;
2. estudo e sistematização de métodos de avaliação à base de recomendações que se apóiam sobre grades de análise de tipo questionários visando à diminuição da subjetividade por embutirem nas questões o conhecimento de especialista que formam as respostas quantificáveis;
3. elaboração da estrutura geral do critério.

Na primeira fase, parte-se do princípio de que, apesar de estruturado em módulos, o método não pretende ser apenas uma justaposição de critérios independentes (mesmo com a opção de ser utilizado separadamente, a critério do usuário-avaliador em situações pontuais). Uma vez que é considerado o conceito de usuário /aprendiz/ leitor, as três categorias consideradas no método contemplam essa visão.

Na segunda fase, consideram-se os estudos e experimentações já realizados por pesquisadores, tendo em vista o caráter interdisciplinar do trabalho de tese, sendo que alguns dos grupos de critérios e subcritérios são específicos de um domínio de conhecimento especializado (ergonomia, pedagogia, informática, teoria da comunicação, psicologia da aprendizagem etc.)

As fontes e recursos bibliográficos analisados referem-se a dois tipos: os especializados, que permitem analisar a situação atual de conhecimentos conforme abordagens dos três domínios disciplinares e ainda os métodos e ferramentas existentes, a fim de adaptá-las ao quadro metodológico proposto para o objetivo desta tese.

O propósito é, a partir destes dois tipos de fontes e recursos, construir o primeiro módulo conceitual e operacional para validar o conteúdo do método e a ferramenta de distribuição (eficacidade).

A terceira fase constitui o próprio desenvolvimento conceitual do método. A partir da definição do critério e de sua validação, estrutura-se o critério

principal, decompondo-o em secundários que originam as questões a eles referentes e geram uma grade de análise mais detalhada, visível e automatizável. Os resultados de aplicação serão quantitativos e deverão servir como parâmetros para julgamentos qualitativos.

O estudo dos recursos especializados permite fazer um recorte teórico e levantar o “estado da situação” para estabelecer o ponto de análise e seleção do conteúdo do método de acordo com o estado atual dos conhecimentos sobre o assunto com vistas a adaptá-los ao quadro metodológico proposto.

O estudo dos métodos, modelos e ferramentas atualmente disponíveis permitem analisar os critérios já trabalhados por outros autores, atualizando-os e acrescentando-lhes aspectos não considerados para fins de constituição da base de desenvolvimento conceitual e operacional dos módulos de avaliação.

6.3 ELABORAÇÃO DA ESTRUTURA GERAL DOS CRITÉRIOS

Uma vez definidas as categorias e a seleção dos critérios, mesmo levando em consideração as tipologias de PEIs existentes, o método concentra-se na avaliação da usabilidade pedagógica do programa como ambiente de aprendizagem mediados por computador. A avaliação da qualidade é tomada, pois, do ponto de vista da utilizabilidade ergopedagógica. Por isso, busca-se, mediante a definição dos critérios e das questões, minimizar a subjetividade da avaliação para que possa ser adaptada às circunstâncias particulares do avaliador e do tipo de programa.

Como os critérios variam em tipo e conteúdo, a exemplo dos critérios ergonômicos, optou-se por seguir a mesma estrutura para os critérios pedagógicos e comunicacionais, decompondo-os em subcritérios e questões pertinentes. As decomposições obtidas são apresentadas nas figuras 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5 na seqüência deste capítulo.

6.4 DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS E DOS CRITÉRIOS ESTUDADOS

O estudo dos recursos bibliográficos, dos métodos analisados e das diferentes grades revisadas propõe famílias de critérios de diferentes naturezas, seja tecnológica, ergonômica ou pedagógica. Por uma série de itens de avaliação, as grades são, na maioria construídas de maneira similar para que se aprecie sua qualidade. O problema causador de dificuldades para os avaliadores é o fato de a maioria das ferramentas, à exceção do MEDA97, não ser descrita e definida a partir dos critérios de apreciação que facilitariam a sua elaboração e informariam sobre o que está sendo realmente avaliado. A figura 6.1 sintetiza o conjunto de critérios que serão priorizados na avaliação segundo a categoria:

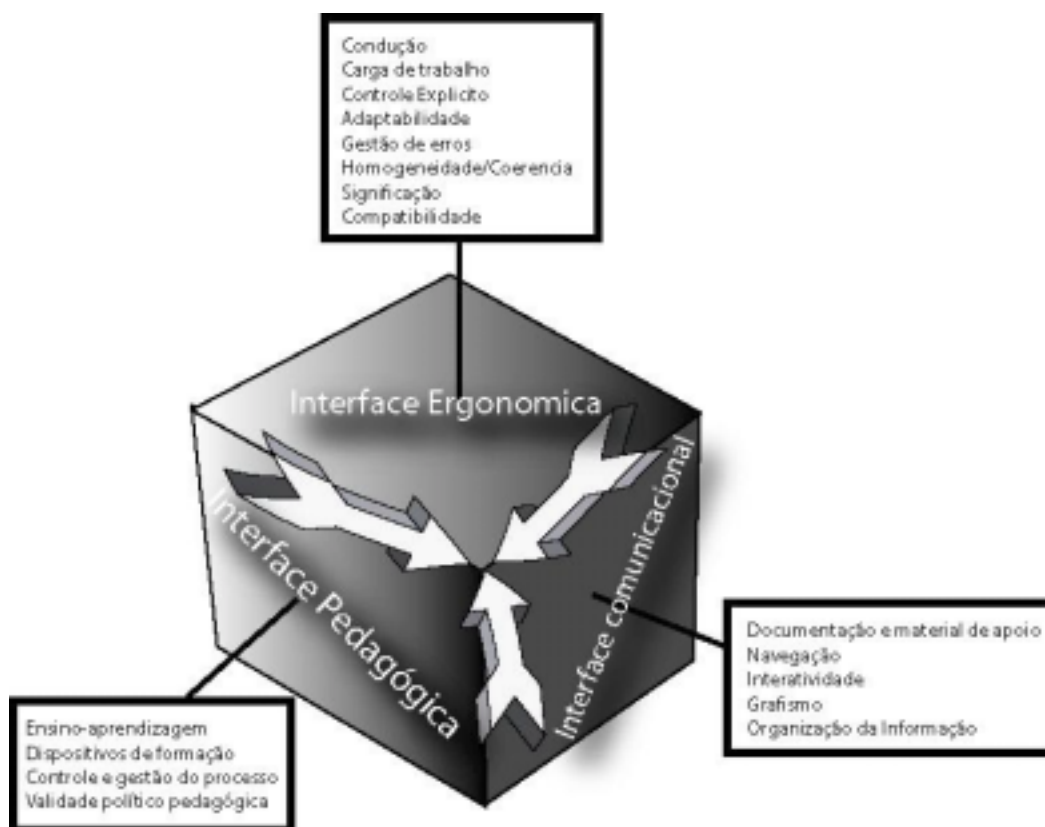


Figura 6.1 – Critérios por categoria

6.5 CATEGORIA DE CRITÉRIOS ERGONÔMICOS

A ergonomia de Interface Humano-Computador (IHC), na avaliação *a priori* e /ou *a posteriori* de sistemas informatizados, tem papel primordial, pois trata ao mesmo tempo da utilidade (adequação à tarefa), da usabilidade (facilidade de uso) e da utilizabilidade (usabilidade + utilidade) dos produtos e sistemas informáticos, de modo a favorecer a adequação dos dispositivos, 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.

Para a delimitação dessa categoria, buscar-se-á uma síntese dos vários enfoques, sobretudo ao da perspectiva analítica de validação ergonômica de um produto, e julgamentos de especialistas (Scapin, 1988), os quais baseiam-se na formação e na experiência acumulada desses profissionais e nos recursos e dados documentais disponíveis na literatura sob a forma de princípios, normas e recomendações ergonômicas para avaliação de interfaces. As recomendações (capítulo IV, item 4.6) serão a base da construção dessa categoria e do respectivo módulo.

Os critérios a serem trabalhados nessa categoria levarão em consideração as recomendações ergonômicas de Bastien & Scapin (1992, 1993, 1995, 1997, 1998 e 1999), detalhados no capítulo IV, conforme figura 2. Diversas questões foram consideradas nos trabalhos de Silva e Resin (2001), Silva e Vargas (1998) e Gamez (1998).

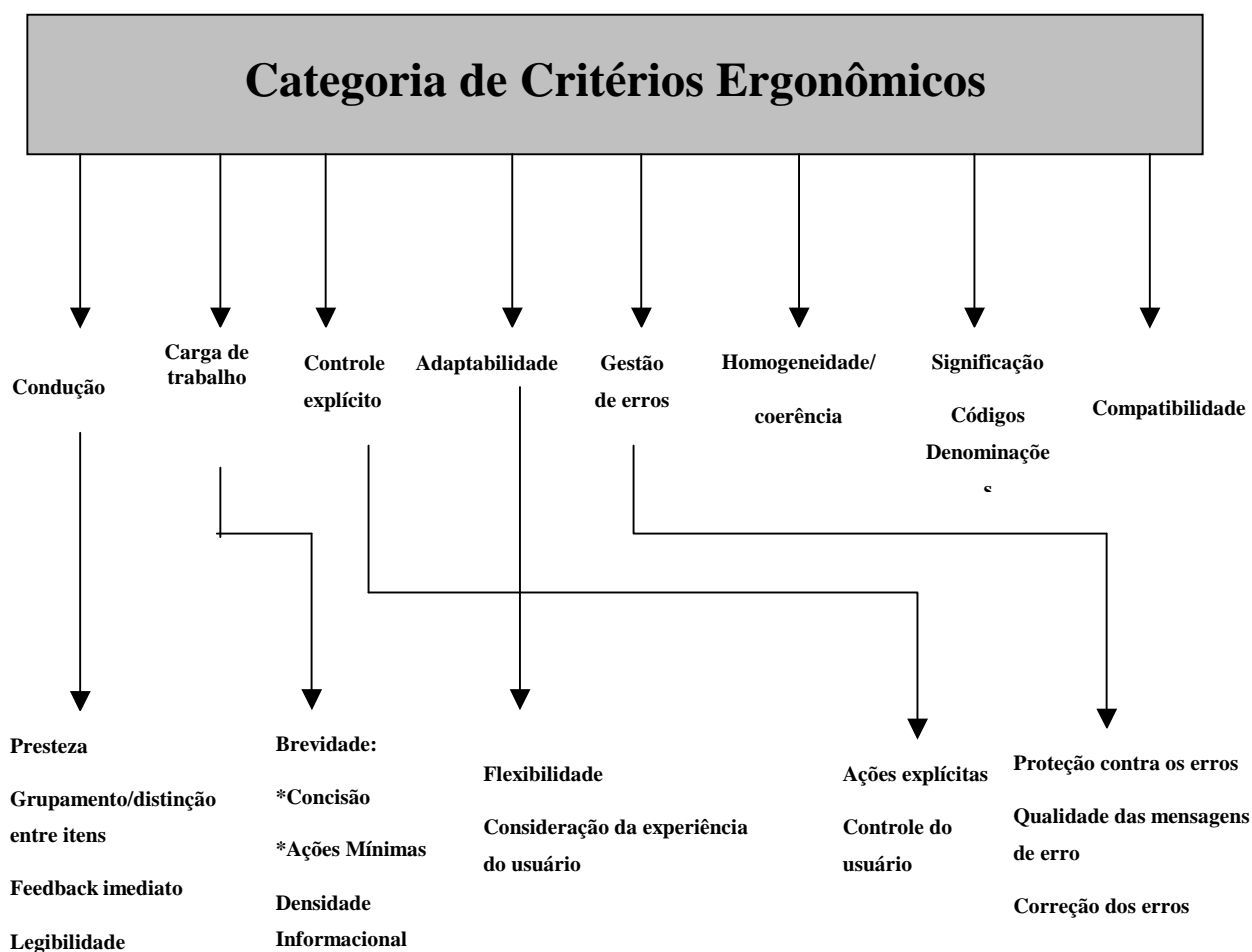


Figura 6.2 – Decomposição dos critérios ergonômicos

6.5.1 Decomposição e definição dos critérios ergonômicos

a) Conjunto dos critérios e subcritérios

I. Condução (P, C)

Refere-se aos meios disponíveis para aconselhar, orientar, informar e conduzir o usuário na interação com o computador (mensagens, alarmes, rótulos, etc.). Quatro subcritérios participam da condução: a *presteza*, o *agrupamento/distinção entre itens*, o *feedback imediato* e a *legibilidade*.

Uma boa condução facilita a aprendizagem e a utilização do sistema, permitindo ao usuário saber, a qualquer momento, onde ele se encontra

numa seqüência de interação ou na execução de uma tarefa, conhecer as ações permitidas bem como suas conseqüências e obter informações complementares.

A facilidade de aprendizagem e de utilização conduz a melhores desempenhos e ocasionam menos erros.

Questões associadas à presteza:

- O programa disponibiliza informação necessária, poupando o usuário de aprender por tentativa e erro as tarefas e operações de comando requeridas?
- O programa disponibiliza um glossário para auxiliar o usuário na compreensão de termos técnicos?
- Existem recursos como hipertexto, áudio e vídeo apropriados que facilitem a compreensão dos conteúdos?
- O programa disponibiliza recursos visuais como ampulheta, relógio ou barra de progressão para informar o usuário dos resultados de uma ação de forma que ele possa acompanhar sua evolução?
- O programa apresenta títulos, nas caixas de diálogo, formulários, campos de entrada de dados, janelas, etc. localizados no alto da tela, centrados e justificados à esquerda?

Questões associadas ao agrupamento/distinção entre itens por formato e localização:

- Os objetos da interface (como opções de menu, botões, imagens, comandos, cores, textos) estão adequadamente organizados, ordenados, posicionados, agrupados por formato e/ou localização em todas as telas do programa?
- O programa apresenta uma distinção visual clara das áreas que possuem diferentes funções como áreas de mensagens, área de comandos, barra de navegação e área de menus?
- Sinais visuais ou sonoros que exijam atenção imediata do usuário são diferenciados do conteúdo para alertar sobre situações críticas ou anormais (cor vermelha, !, pisca-pisca, *banner* etc.)?

- Os itens de menus (e botões) estão agrupados hierarquicamente segundo uma ordem lógica?
- Em caso de presença de listas de seleção, as opções da lista estão organizadas segundo uma ordem lógica e coerente?
- As informações na tela possuem boa organização entre os itens, divididas em capítulos, módulos, seções?
- Em caso de módulos teóricos e práticos, estes estão divididos de forma balanceada?

Questões associadas ao *feedback* imediato:

- Diante de respostas inadequadas ou de situações-problema, o programa emite *feedback* encorajador, variado e isento de carga negativa?
- O programa emite algum sinal sonoro ou visual quando o usuário entra com respostas inadequadas na resolução de exercícios?
- O programa fornece informações sobre o processamento da informação?
- Quando o processamento da informação é concluído, o programa informa sobre o sucesso ou fracasso da informação?
- O programa fornece informações sobre o tempo total requerido ao processamento da informação quando este é demorado?
- Nas operações interativas, o tempo de resposta é adequado e homogêneo em todas as operações (carregamento das telas, de imagens, de dados, de arquivos etc)?

Questões associadas à legibilidade:

- A apresentação das informações é clara, bem redigida e livre de equívocos conceituais?
- As cores utilizadas favorecem boa leitura na tela?
- Os ícones são legíveis e representam suas funções?
- O tipo e tamanho das letras, na apresentação do texto, é de fácil legibilidade?

- A redação das informações textuais estão corretas, livre de erros gramaticais e de pontuação?
- As áreas livres na tela são usadas para separar grupos lógicos em vez de tê-los todos de um só lado da tela, caixa ou janela?
- A cor do fundo em relação à cor da letra permite uma leitura confortável?
- O vocabulário utilizado é de fácil compreensão ao público-alvo?
- O uso de recursos como maiúsculas, negrito, itálico, sublinhado é feito de maneira ponderada e não atrapalha a legibilidade do texto?
- Os objetos de interação (botões, menus, campos de edição...) estão alinhados vertical e horizontalmente?
- Os parágrafos de texto são separados por uma linha em branco, pelo menos, e possuem margens bem definidas?
- A informação é bem organizada na zona de trabalho?

II. Carga de Trabalho (P)

Relaciona todos os elementos da interface que têm um papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário e no aumento da eficiência do diálogo. Divide-se em *Brevidade (concisão)* e *Densidade Informacional*.

Quanto mais a carga de trabalho é elevada, maior o risco de erros. Da mesma forma, quanto menos o usuário se distrai com informações não pertinentes, mais ele poderá efetuar sua tarefa eficazmente. Além disso, quanto mais as ações requeridas são curtas, mais rápidas serão as interações.

Questões associadas à brevidade:

- Os ícones são econômicos sob o ponto de vista do espaço nas telas?
- O programa oferece valores *default* (pré-selecionados) para acelerar a entrada de dados?
- Se existem abreviaturas, elas são curtas?
- Os nomes das opções de menus e bolhas de ajuda são concisos?

- Em caso do uso de senhas que o usuário deve memorizar, estas são em número de, no máximo, seis caracteres?
- Somente as informações necessárias e utilizáveis são apresentadas?

Questões associadas à densidade informacional:

- As informações estão bem distribuídas na tela e evitam “poluição” visual?
- Todas as informações contidas na tela são imprescindíveis para guiar ou auxiliar o usuário na compreensão dos conteúdos?
- A densidade global das janelas é reduzida?
- O programa evita apresentar um grande número de janelas que possam desconcentrar ou sobrecarregar a memória do usuário?

III. Controle explícito do usuário

Refere-se tanto ao processamento explícito pelo sistema das ações do usuário, quanto ao controle que este tem sobre o processamento de suas ações pelo sistema. Os subcritérios são as *ações explícitas* e o *controle do usuário*.

Quando as entradas dos usuários são explicitamente definidas por eles mesmos e estão sob seu controle, as ambigüidades e os erros são limitados. Além disso, o controle que os usuários possuem sobre o diálogo é um fator de aceitação do sistema.

Questões associadas às ações explícitas:

- Em caso de opções de preenchimento, é sempre o usuário quem comanda a navegação entre os campos?
- O processamento das ações é efetuado somente quando solicitado pelo usuário?
- O programa sempre exige uma ação do tipo <ENTER> para dar início ao processamento de dados?

Questões associadas ao controle do usuário:

- O programa permite interromper, cancelar, suspender, continuar, ir para a próxima tela/página, retornar ou parar em qualquer ponto da interação?
- O programa permite ao usuário controlar a apresentação por meio de opção de escolha entre diferentes níveis de complexidade?
- O programa permite ao usuário controlar a seqüência dos conteúdos?
- O programa oferece a opção CANCELAR que tem efeito de apagar uma mudança efetuada e trazer a tela para seu estado anterior?

IV. Adaptabilidade (P)

Refere-se à capacidade do sistema de reagir conforme o contexto, as necessidades e preferências do usuário. Dois subcritérios participam da adaptabilidade: a *flexibilidade* e a *consideração da experiência do usuário*.

Quanto mais diferentes são as formas de efetuar uma mesma tarefa, maiores são as chances de o usuário poder escolher e dominar uma delas no curso de sua aprendizagem. É necessário, portanto, fornecer-lhe processos, opções e comandos diferentes que permitam atender um mesmo objetivo.

Questões associadas à flexibilidade:

- O programa propõe formas variadas de apresentação das mesmas informações a diferentes tipos de usuários?
- O programa permite modificar ou eliminar itens irrelevantes das janelas?
- O programa permite modificar a ordem e a seqüência de entrada de dados, adaptando-os conforme a ordem de preferência?
- O programa permite a introdução de novos elementos, personalizando-o de modo a acomodar as diferenças individuais?

- Quando o formato de um texto não pode ser previsto com antecedência, o sistema proporciona meios para definir e salvar os formatos de que ele venha a precisar?

Questões associadas à consideração da experiência do usuário:

- Usuários mais experientes com o programa podem ter acesso direto a módulos mais avançados?
- O sistema fornece um tutorial passo a passo para novatos e a entrada de comandos mais complexos para os mais experientes?
- O programa permite ao usuário retornar ao exato nível em que parou no seu último acesso?
- O programa permite que usuários mais experientes contornem uma série de seleções por menu através da especificação de comando ou teclas de atalho/aceleração?

V. Gestão de erros (P)

Diz respeito a todos os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros e, quando eles ocorrem, favorecer sua correção. Os erros são aqui considerados como entrada de dados incorretas, entradas com formatos inadequados, entradas de comandos com sintaxes incorretas etc. Os subcritérios são: *proteção contra os erros, qualidade das mensagens de erros e correção dos erros.*

As interrupções provocadas pelos erros têm conseqüências negativas sobre a atividade dos usuários. De maneira geral, elas prolongam as transações e perturbam a planificação. Quanto mais os erros são limitados, menos ocorrem interrupções no curso da realização de uma tarefa e melhor é o desempenho o usuário.

Questões associadas à proteção contra os erros:

- O programa permite ao usuário interromper uma operação contornando uma ação não desejada?
- O programa permite ao usuário voltar atrás, informando-lhe sobre comandos que induzam a erros?

- Ao final de uma seção de trabalho, antes de fechar o aplicativo, o programa solicita a opção *salvar* e informa sobre a perda de dados?
- No caso da ocorrência de erros de digitação de um comando ou de dados, o programa permite que o usuário corrija somente a parte que está errada?

Questões associadas à qualidade das mensagens de erros:

- Na ocorrência de erros durante a resolução de um exercício ou tarefa interativa, as mensagens de erro auxiliam e informam o usuário na superação do erro?
- O *feedback* das respostas às dificuldades encontradas é encorajador e livre de conotação negativa?
- As frases das mensagens de erro possuem um vocabulário neutro, impessoal, não repreensivo e evitam o sentido de humor?
- As frases das mensagens de erro são curtas e construídas a partir de palavras curtas, significativas e de uso comum?
- As mensagens de erro estão isentas de abreviaturas e/ou códigos gerados pelo sistema operacional?
- As mensagens de erro têm seu conteúdo modificado quando há repetição imediata do mesmo erro pelo usuário?
- O usuário pode escolher o nível de detalhe das mensagens de erro em função do seu nível de conhecimento?
- As mensagens de erro ajudam o usuário a resolver os problemas, fornecendo com precisão local e causa específicos ou prováveis do erro, bem como as ações que ele pode realizar para corrigi-lo?

Questões associadas à correção dos erros:

- Na ocorrência de erros na resolução de um exercício, o programa orienta e fornece ao usuário a possibilidade de refazer o exercício?
- Persistindo o erro durante a resolução de um exercício, o programa conduz o usuário, fornecendo as seqüências explicativas para a correção das respostas inadequadas?

- O programa possui algum registro das dificuldades enfrentadas pelo usuário na resolução de uma tarefa/exercício?
- O programa permite a mudança automática de exercício se o usuário persiste no erro, conduzindo-o a outro tipo de exercício de nível de dificuldade mais baixo?
- Qualquer ação pode ser revertida através da opção DESFAZER/CANCELAR?
- A opção REFAZER também é disponibilizada?
- Os comandos para a opção DESFAZER/CANCELAR e REFAZER no diálogo estão diferenciadas?

VI.Homogeneidade/coerência

Refere-se à forma como as escolhas, na concepção da interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos etc.) são conservadas idênticas em contextos idênticos e diferentes em contextos diferentes.

Os procedimentos, cabeçalhos, comandos, etc. são melhores reconhecidos, localizados e utilizados quando seu formato, localização ou sintaxe são estáveis de uma tela à outra e de uma seção à outra. Nessas condições, o sistema torna-se previsível e as aprendizagens mais generalizáveis, conseqüentemente, os erros são reduzidos. A falta de homogeneidade pode aumentar consideravelmente o tempo de busca da informação, o que é também uma razão importante de recusa/rejeição de utilização.

Questões associadas:

- Os ícones são distintos uns dos outros e possuem o mesmo significado de uma tela à outra?
- Os formatos de apresentação dos dados são mantidos homogêneos de uma tela à outra?
- A organização dos termos da localização de várias características das janelas/páginas é mantida homogênea de uma tela à outra?

- A localização dos diferentes elementos funcionais é mantida de uma tela à outra?
- Os procedimentos de acesso às opções de menu são homogêneos?

VII. Significação dos códigos e denominações

Diz respeito à adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida e sua referência. Códigos e denominações significativos possuem uma forte relação semântica com seu referente. Termos pouco expressivos para o usuário podem ocasionar problemas de condução levando-o a selecionar uma opção errada.

Se a codificação for significativa, a lembrança e o reconhecimento serão melhores. Os códigos e denominações não significativos para os usuários podem lhes sugerir operações inapropriadas e assim conduzi-los a erros.

Questões associadas:

- As denominações dos títulos estão de acordo com o que eles representam?
- O vocabulário técnico utilizado é familiar para o público-alvo?
- Existe um glossário para os termos técnicos?
- O vocabulário utilizado nos títulos, convites e mensagens de orientação é familiar ao usuário e evita palavras difíceis?
- As denominações das opções de menu são familiares ao usuário?
- Os títulos das páginas são explicativos e refletem a natureza da escolha a ser feita?
- As abreviaturas são facilmente distinguíveis umas das outras, evitando confusões geradas por similaridades?
- No caso de gráficos, as denominações das linhas e colunas são significativas e distintas inclusive no uso das cores?
- Os significados usuais das cores são respeitados nos códigos de cores e definidos?

VIII. Compatibilidade

Refere-se ao acordo que possa existir entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competências, idade, expectativas, etc.) e das tarefas e a organização das saídas, das entradas e do diálogo de uma dada aplicação. Diz respeito, ainda, ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações.

A transferência de informação de um contexto a outro é tanto mais rápida e eficaz quanto mais reduzido for o volume a ser decodificado pelo usuário. A eficácia é acrescida quando as estratégias necessárias ao cumprimento de uma tarefa são compatíveis com as características psicológicas dos usuários, organizadas de maneira a respeitar suas expectativas ou hábitos e minimizadas as traduções, transposições, interpretações ou referências às documentações. O desempenho do usuário é melhor quando a informação é apresentada sob uma forma diretamente utilizável.

Questões associadas:

- Os procedimentos de diálogo são compatíveis com os definidos pelos padrões do ambiente em que roda o programa?
- O programa segue as convenções dos usuários para dados padronizados?
- O programa utiliza unidades de medidas familiares ao usuário?
- O programa funciona como os usuários acham que ele deveria funcionar?
- A organização e estrutura do programa coincide com a percepção que os usuários têm da tarefa?
- Conceitos específicos e terminologias utilizadas são familiares aos usuários?

6.6 CATEGORIA DE CRITÉRIOS PEDAGÓGICOS

A arquitetura pedagógica de um ambiente de aprendizagem informatizado, como todo sistema de ensino-aprendizagem, deve, desde o início do projeto, observar em sua implementação diversos fatores já consagrados no domínio da pesquisa pedagógica e psicologia da aprendizagem.

Segundo levantamento de Marton (2001), os fatores que mais influenciam positivamente a aprendizagem são: a motivação, o ritmo individual, a participação, a interação, a percepção, a organização das mensagens, a estruturação do conteúdo, a escolha dos métodos pedagógicos, a estratégia de organização dos recursos, a condução, a repetição de atividades variadas, os exercícios adaptados, a aplicação dos conhecimentos adquiridos, o conhecimento imediato dos resultados e o papel dos contatos humanos.

Em vista dos objetivos pedagógicos perseguidos, é necessário interrogar-se sobre a pertinência das ferramentas utilizadas. Assim, um objetivo do domínio relacional que não utilizasse simulação não seria pertinente em uma estratégia pedagógica. Uma aprendizagem de nível especialista que tivesse suporte só na exposição oral não corresponderia aos níveis das capacidades procuradas. Entretanto, não existe uma relação estrita entre uma ferramenta e um nível, mas uma junção incorreta desses dois elementos certamente compromete a aprendizagem.

Conforme essa perspectiva, qualquer que seja o modelo pedagógico implícito ou explicitado no ambiente a ser avaliado, deve-se levar em consideração os macroelementos de um dispositivo com função educativa. Propõem-se, para a construção dessa categoria, conforme figura 6.3, quatro grandes grupos de critérios e sua decomposição em subcritérios:

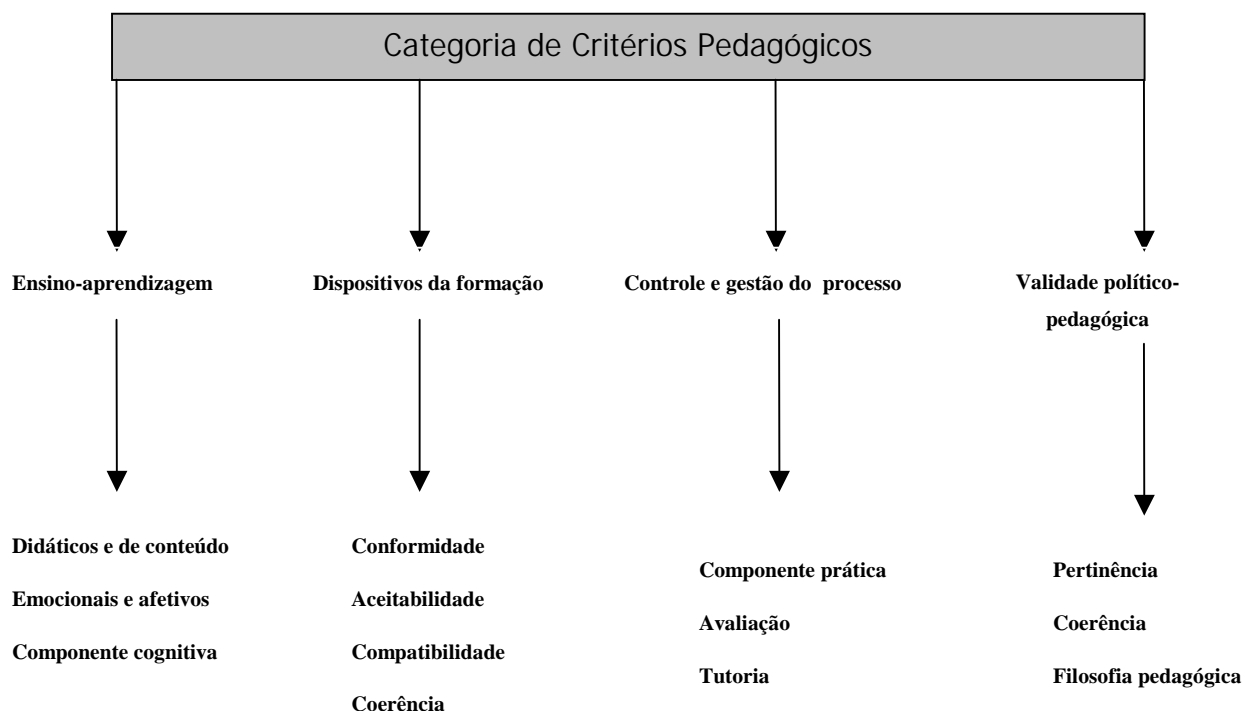


Figura 6. 3 – Decomposição dos critérios pedagógicos.

6.6.1 Decomposição e definição dos critérios pedagógicos

Esta categoria reúne um conjunto de quatro grupos de critérios principais, cada um reagrupando 13 subcritérios pertinentes. Desse modo, procede-se à definição dos componentes dos critérios:

6.6.1.1 Critérios de ensino-aprendizagem

Em uma situação de ensino-aprendizagem, ocorrem complexas interações, conforme observou Pastiaux (1997). O papel da pedagogia e da didática é dominar essas interações, prevendo-as e regulando-as para que sejam as mais eficazes possível. Esse equilíbrio é difícil de realizar e deve sempre se reconstruir em função dos objetivos e da situação educativa.

Com essa perspectiva, o critério ensino-aprendizagem reagrupa um conjunto de elementos da teoria pedagógica e da didática que influenciam na qualidade de *software* educacional e devem constituir a sistêmica desse processo.

O conjunto de subcritérios dessa classe foi definido a partir dos requisitos e fatores que devem conter os PEIs, sendo eles, segundo indicações sobre modelos pedagógicos (Lamontagne, 2001), a aprendizagem, as tipologias existentes, a base teórica modelada e os recursos tecnológicos implementados abordados no capítulo 2 desta tese. A figura 6.4 apresenta a decomposição do critério:

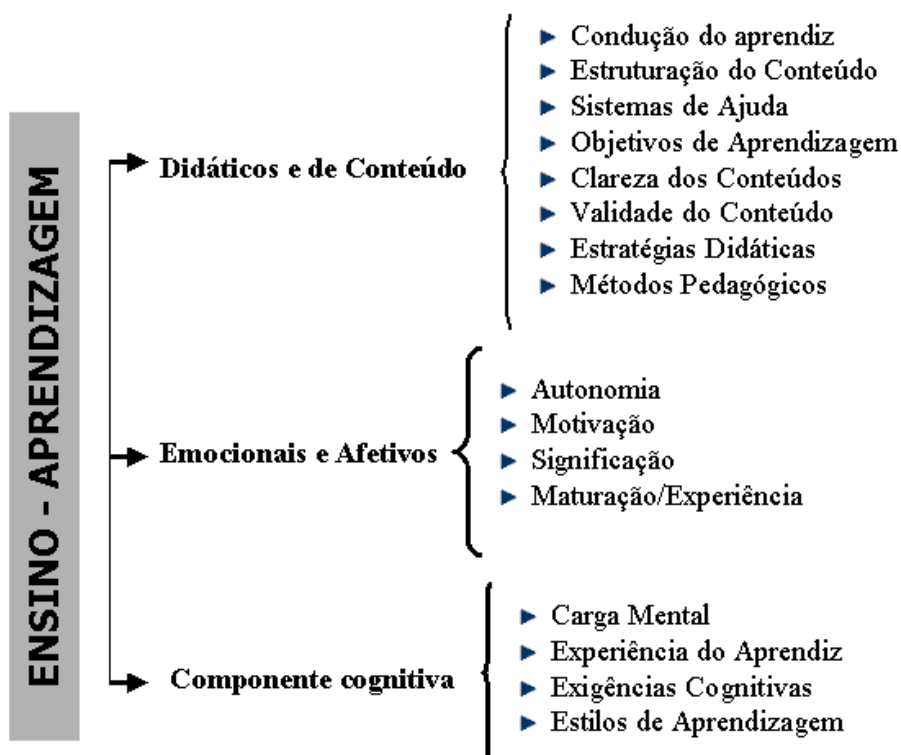


Figura 6.4 – Decomposição dos critérios de ensino-aprendizagem

a) Didáticos e de conteúdo

Ensinar não é o mesmo que aprender. Para Bordenave (1993), o ensino é um processo deliberado de facilitar que outra pessoa ou pessoas aprendam e cresçam intelectualmente e moralmente, fornecendo-lhes situações planejadas de tal modo que os aprendizes vivam as experiências necessárias para que se produzam nelas as modificações desejadas (aprendizagens) de uma maneira estável.

A didática assume um papel essencial na planificação, elaboração e transposição dos conteúdos, adaptando-os, o mais possível, aos níveis dos

alunos e objetivos da formação, bem como implementando estratégias e meios de ensino-aprendizagem para garantir que a aprendizagem ocorra eficazmente.

Oito subcritérios foram selecionados para compor o critério em referência: condução do aprendiz, estruturação do conteúdo, sistemas de ajuda, objetivos da aprendizagem, clareza dos conteúdos, validade científica, estratégias didáticas e métodos pedagógicos (Libâneo, 1992; Marton, 2001; Minder, 1999; Bordenave, 1993; Santos, 1994; Raynal & Reunier, 1997; MEDA97; Chalvin, 1999; Depover et al, 1998; Zellouf et al, 2001; Altet, 1997; Linard, 1996; Sternberg, 1992; Chesnais, 1998).

I Condução do aprendiz (E-C)

Um dos grandes princípios da pedagogia e da ergonomia, a condução refere-se às técnicas que permitem guiar o aprendiz-usuário em situação de aprendizagem. Trata-se de orientar, sinalizar, situar, delimitar os trajetos durante o percurso do aprendiz. A mediação e a facilitação como tutoria e sistemas de ajuda, dois subcritérios dessa categoria, representam suportes facilitadores da condução (ver também *condução na categoria de critérios ergonômicos*).

Questões associadas:

- O programa disponibiliza ajudas, tutoria e suportes para tornar certos conhecimentos mais acessíveis ao aprendiz?
- O aprendiz recebe informações claras sobre o modo de respostas solicitadas pelo programa e/ou exercícios?
- O aprendiz pode saber onde ele está na interação e o que falta fazer para atingir o objetivo?
- O aprendiz pode acessar as instruções de base em qualquer momento da interação?
- Existe um sistema de ajuda (*help*) em qualquer momento da interação com o programa?

II. Estruturação do conteúdo (C)

A estruturação do conteúdo deve fazer aparecer as principais ligações lógicas, as relações importantes entre diversos elementos e as articulações essenciais presentes no interior do conteúdo. Nesse nível, as diferentes técnicas de esquematização e de evidência ocupam um lugar privilegiado na organização e sinalização do conteúdo. O esquema facilita a percepção, compreensão e memorização, portanto, a aprendizagem.

Questões associadas:

- O programa apresenta uma introdução?
- A redação do conteúdo segue uma lógica clara para o aprendiz?
- O conteúdo é dividido em módulos, unidades, seções de forma lógica e homogênea?
- Existem esquemas, índices, sumários, *links*, mapas de navegação que facilitam a interação do aprendiz com o conteúdo?
- Os pontos essenciais do conteúdo são apresentados em evidência?

III. Sistemas de ajuda (E, C)

Existem diversos tipos de ajuda: a humana, como exercem os tutores e facilitadores presenciais ou a distância, e as ajudas *on line*. Estas acompanham a maioria dos *softwares* e são de dois tipos: as que seguem uma lógica de funcionamento (como as ajudas clássicas tipo hipertexto, os conselhos que aparecem no início de uma aplicação, a linha de estado e cursor de ajuda, as simulações, os tutoriais “passivos” ou as demonstrações tipo *slideshow* sobre as possibilidades do programa) e as bolhas de ajuda ou *post-it* que aparecem na passagem do cursor.

As ajudas que seguem à lógica de utilização caracterizam-se, como todas aquelas que apresentam a seqüência das ações a executar, por sua disposição no tempo e ordenação para fazer uma tarefa. Mais

pedagógicas, essas ajudas podem ser o próprio hipertexto de ajuda e os assistentes (*wizards*) que têm a função de acompanhar e dirigir o usuário na realização de uma tarefa, propondo-lhe questões e automatizando o trabalho conforme as respostas dadas. Outros tipos são as demonstrações explicativas que acompanham as ações de interação.

Questões associadas:

- O programa disponibiliza o recurso de ajuda (*help*) em todas as telas?
- As ajudas podem ser pedidas em qualquer parte do programa?
- As ajudas facilitam a realização da tarefa?
- A ajuda clássica tipo hipertexto está disponibilizada no programa?
- Quando iniciada a instalação de um programa, existem conselhos que orientam o usuário na instalação?
- Quando o cursor passa em um ícone ou item de menu aparecem “bolhas” de ajuda identificando sua função?
- Existem assistentes (animados ou estáticos) que colocam questões ao usuário visando acompanhá-lo e dirigi-lo na realização de uma ação?
- As demonstrações explicativas que acompanham as tarefas mostram ao usuário as diferentes etapas para completar uma tarefa com operações simples, bastando clicar para continuar?
- Existem corretores ortográficos e gramaticais para programas e atividades de edição de texto?
- Existem ferramentas de busca, pesquisa e glossário no programa?

IV. Objetivos de aprendizagem

Os objetivos referem-se às intenções pedagógicas traduzidas em fins, objetivos gerais e operacionais. A determinação dos objetivos deve ser

claramente explicitada no processo educativo e constitui o elemento fundamental em toda problemática de ação eficaz. Os fins definem de maneira geral as intenções perseguidas através de um programa de formação. Os objetivos gerais são enunciados, descrevendo em termos de capacidades do aprendiz, os resultados esperados de uma seqüência de aprendizagem e os operacionais são enunciados a partir da decomposição de um objetivo geral, descrevendo as competências que compõem essa capacidade. As taxinomia (como Bloom, Taba etc.), as listas de comportamentos cognitivos, socioafetivos e psicomotores permitem classificar os objetivos.

Questões associadas:

- Os objetivos são claramente anunciados nos documentos de acompanhamento e no programa?
- Os objetivos de aprendizagem são coerentes com as finalidades educativas do programa?
- Os objetivos são compreensíveis para os aprendizes ao iniciar o programa e com ele interagir?
- Os objetivos são relacionados explicitamente com o conteúdo e os resultados esperados?
- Os objetivos específicos das unidades de conteúdo/módulo/formação são coerentes com as necessidades de formação e nível do público visado?

V. Clareza dos conteúdos (E,C)

Os conteúdos referem-se ao conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, competências, valores, todos organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e aplicação pelos aprendizes na vida prática. Englobam conceitos, idéias, fatos, processos, princípios, leis científicas, regras, habilidades cognoscitivas, modos de atividades, métodos de compreensão e aplicação, hábitos de estudo, de trabalho e de convivência em grupo, valores, convicções, atitudes. Devem ser expressos claramente e organizados de modo

articulado com os objetivos, as atividades, as estratégias e, os métodos de ensino, além de utilizar recursos de comunicação facilitadores da aprendizagem.

Questões associadas:

- Os conceitos são introduzidos com clareza?
- Os conceitos disponibilizam exemplos?
- As seqüências de apresentação dos conteúdos são variadas?
- O conteúdo do programa recorre ao uso de metáforas?
- As metáforas e ícones são significativos para o conteúdo?
- A redação do texto está correta, sem a presença de erros gramaticais, de ortografia e de acentuação?
- O vocabulário está adequado ao público-alvo?

VI. Validade do conteúdo

Concerne às operações realizadas para demonstrar que o produto responde bem ao objetivo de formação suscitado pela sua criação. Procura determinar em quais medidas o conteúdo é representativo do domínio a ensinar e se os resultados obtidos correspondem aos objetivos e se inserem na organização da formação. É necessário também verificar a pertinência e a utilidade do conteúdo. A natureza do conteúdo pedagógico deve ser claramente explicitada logo na primeira página do produto. Referências, *link* e *hiperlinks* devem ser críveis e de fontes seguras. O direito do autor deve ser preservado e respeitado.

Questões associadas:

- O conteúdo do programa corresponde bem ao que foi proposto nos objetivos?
- O conteúdo é representativo do domínio a ensinar?
- O conteúdo é detalhado em profundidade, abundante e pertinente?
- A origem do conteúdo é mencionada nos documentos de acompanhamento e nos créditos do programa?

- O conteúdo é atribuído nominalmente a um autor ou editor do programa?
- Títulos, índices e sumários são claros e representam o nível de detalhamento do conteúdo?
- Existem palavras-chave que indicam na forma de *link* ou *hiperlink* o acesso a detalhes pertinentes ao conteúdo?
- Existe endereço de contato do autor/editor do conteúdo?

VII. Estratégias didáticas

São as estratégias aplicadas ao produto para atender aos objetivos de aprendizagem. Elas são avaliáveis em função de sua eficácia para motivar/manter o interesse, provocar aprendizagens e favorecer a retenção do conteúdo, competência ou habilidade (MEDA97). As estratégias mais utilizadas nos programas interativos são: a descoberta guiada ou livre, o diálogo interativo, a solução de problemas, o ensino dirigido, a indução etc.

Questões associadas:

- O tipo de estratégia é pertinente às competências esperadas?
- O tipo de estratégia é pertinente aos hábitos e características do público-alvo?
- O programa apresenta exemplos significativos e diversificados?
- É possível recorrer a várias estratégias de aprendizagem no interior do produto?
- Existem estratégias de individualização da aprendizagem como *feedback* diferenciado, orientação ao aprendiz usando diferentes abordagens pedagógicas?
- Para suscitar o interesse do aprendiz, o programa informa-o sobre o que ele vai aprender e por que é necessário fazê-lo?
- O programa utiliza recursos de reforço e/ou *feedback*?
- O programa considera os limites de atenção adequados ao público-alvo?

- As estratégias favorecem a memorização progressiva como repetição, redundância, reativação de enunciados, conceitos e regras?
- As estratégias favorecem a integração de novas informações com os conhecimentos anteriores?

VIII. Métodos pedagógicos

O método é o conjunto das estratégias, procedimentos ordenados e racionais que determinam e fixam o modo de intervenção (maneira ou abordagem para apresentar ou fazer descobrir a informação), fórmula pedagógica (maneira de proceder determinada por um modelo particular de atividades, passando das individualizadas às magistrais) e técnicas pedagógicas (maneira concreta de fazer a aplicação de regras e de procedimentos definidos nas atividades).

O método pedagógico é, geralmente, influenciado por uma ou várias teorias de aprendizagens existentes (do comportamentalismo ao cognitivismo, teorias de aprendizagem existentes ou ciência cognitiva emergente).

A aprendizagem será, dessa forma, possível por associação, por indução, por dedução, pela apresentação ou descoberta, por ensaio e erro, por solução de problema, por análise e síntese, por operação e interiorização das ações, pela simulação, pela representação e esquematização etc. Existem diversos métodos e abordagens disponíveis e possíveis de serem implementadas num programa informatizado. O mais difícil consiste em selecionar o que melhor convém para o tipo de aprendizagem visada: fatos, princípios, conceitos, regras, habilidades, atitudes, competências, etc.

Questões associadas:

- O cenário pedagógico e os conteúdos do programa favorecem um processo ativo interno do aprendiz como agente de sua própria aprendizagem?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos do programa são centrados no conhecimento a instruir/construir?

- Os métodos e procedimentos pedagógicos do programa são centrados na atividade do aprendiz?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos provocam no aprendiz um mínimo de motivação e de confiança diante das atividades de aprendizagem a realizar com o programa?
- As opções pedagógicas implementadas e o processo de ensino e de aprendizagem consideram diferentes maneiras de aprender?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos do programa permitem ao aprendiz realizar ações e tarefas do tipo “aprender fazendo”?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos do programa favorecem níveis crescentes de assimilação e acomodação de novos conhecimentos?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos permitem a acomodação de diferenças e ritmos individuais do aprendiz?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos prevêem etapas e seqüências de aprendizagens na qual cada uma constitui-se em subestrutura para a etapa seguinte?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos invocam no aprendiz sua experiência pessoal quando da manipulação e realização de tarefas, de modo a interiorizar rapidamente as informações e resultados esperados?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos valorizam o erro do aprendiz, favorecendo a retroação, a objetivação e a metacognição?
- Os métodos e procedimentos pedagógicos favorecem a recuperação de conhecimentos, idéias e experiências anteriores aplicadas a uma nova situação de aprendizagem?

b) Emocionais e afetivos**I. Autonomia**

Favorecer a autonomia do aluno implica criar situações pedagógicas com alto grau de liberdade para que ele rompa com estratégias rígidas de aprendizagem. A autonomia utiliza os mesmos ingredientes da motivação. Levar o aprendiz ao trabalho autônomo exige que o ambiente apresente facilidades de uso, adequada interação entre ele e os objetos do ambiente, tipos de ajudas diferenciadas e a possibilidade de interfaciamento com outros recursos e ambientes. Os ambientes abertos de aprendizagem favorecem a autonomia, por outro lado, em ambientes fechados, como alguns tutoriais, a autonomia do aprendiz fica restrita ao controle do programa pelo usuário.

Questões associadas:

- O programa permite o desenvolvimento da aprendizagem de forma autônoma?
- O programa possibilita ao aprendiz ser ativo no processo ensino - aprendizagem?
- Do ponto de vista da interação com o programa, o aprendiz possui o controle de suas ações como para finalizar uma seqüência de atividade e retomar um outro aspecto ou nível?
- O programa permite que o aprendiz possua certo poder de elaboração, gestão, controle e avaliação sobre seu trabalho?
- O aprendiz possui o controle do programa em qualquer momento da interação?
- O aprendiz pode identificar e organizar a ordem de trabalho com o conteúdo de acordo com suas preferências pessoais e níveis de experiência?
- O programa possibilita redefinir certos aspectos de modo a adequá-los às suas próprias necessidades, sem prejuízo dos resultados esperados?

II. Motivação intrínseca/extrínseca

A motivação é o aspecto dinâmico do comportamento, pois motiva-se um aprendiz dando sentido às suas aprendizagens. Ela é alimentada, reforçada e estimulada se houver informação, e exposição da situação que será vivenciada de forma a situá-la e relacioná-la ao que é conhecido do aprendiz para que ele crie uma expectativa e se estabeleça uma relação de compromisso desde o princípio da interação. A motivação é extrínseca quando provocada por uma força exterior ao aprendiz. *Feedbacks* são fatores motivadores. A motivação intrínseca diferente da estimulada provoca no aprendiz a passagem de “estar disposto a receber” para “estar disposto a responder”, ou seja, promove a busca e a construção do conhecimento. Depende do próprio indivíduo, de seus objetivos e expectativas.

Questões associadas:

- O programa possui elementos motivadores adaptados à idade e ao nível de experiência do público-alvo?
- O programa estimula o aprendiz a procurar recursos externos, tais como livros, pesquisa na internet, *links* internos/externos e outros materiais instrucionais?
- As seqüências ou módulos de apresentação do conteúdo são variados?
- O programa permite ao aprendiz selecionar o nível de dificuldade desejado?
- O programa favorece e estimula o trabalho cooperativo?
- O conteúdo e as atividades despertam no aprendiz a curiosidade científica e mantêm sua atenção e interesse, evitando que os elementos lúdicos interfiram negativamente na motivação?
- Os elementos lúdicos são apropriados ao conteúdo e possuem função agregadora à aprendizagem?

- Quando o aprendiz erra ou acerta, o retorno da resposta (*feedback*) vem destituído de carga emocional?

III. Maturação/experiência

Refere-se ao nível intelectual do aprendiz e liga-se a seu desenvolvimento orgânico que condiciona o tipo de experiência/atividade adequada para a base da aprendizagem em um sistema informatizado. A concreticidade ou abstração das experiências devem se adequar aos estágios de desenvolvimento do aprendiz.

Questões associadas:

- O cenário pedagógico, a apresentação do conteúdo e as atividades propostas no programa adaptam-se às estratégias naturais de aprendizagem do público-alvo?
- As escolhas pedagógicas do programa são adequadas ao estágio de desenvolvimento intelectual do aprendiz?
- As escolhas pedagógicas favorecem o desenvolvimento das capacidades intelectuais, psicomotoras e afetivas do aprendiz?
- Os ícones, metáforas e analogias com o mundo real e imaginário estão adequados à faixa etária e contexto vivencial do aprendiz?
- O programa favorece a realização do pensamento abstrato e lógico-matemático?
- O programa favorece a capacidade de desenvolver habilidades?
- O programa favorece a capacidade de solução de problemas?

c) **Componente Cognitiva**

I. Carga mental (E, C)

Quanto mais reduzido é o volume do conteúdo informacional a manipular e a quantidade de ações e tarefas a realizar, maior é a eficácia do programa em carga de trabalho. Em outras palavras, o critério tem por objetivo garantir a carga de trabalho em proporções razoáveis, tendo em vista as capacidades sensoriomotoras do usuário, além de

assegurar uma certa performance de assimilação, compreensão, intuitividade, etc. evitando assim a fadiga e o estresse característicos de desconforto físico e psíquico para o usuário.

Questões associadas:

- O programa possui uma carga informacional de conteúdo confortável ao aprendiz?
- O programa apresenta uma carga de trabalho prática confortável ao aprendiz?
- O programa estimula a memória do aprendiz de maneira confortável?
- O programa exige do aprendiz um nível confortável de atenção e concentração?
- Questões formuladas para exercícios e avaliações, bem como para conteúdo, estão num nível de dificuldade aceitável para um aprendiz?

II. Experiência do aprendiz (E)

Refere-se às variações de nível de experiência do aprendiz como usuário de um sistema informático. Pode variar de inexperiente a experimentado. Dessa forma, os meios implementados devem prever diferentes formas de diálogos que considerem essas diferenças.

Questões associadas

- O programa prevê estratégias didáticas diferenciadas para aprendizes iniciantes, intermediários e experimentados?
- O programa prevê estratégias contendo microssituações significativas de experiências concretas para aprendizes iniciantes?
- O programa apresenta estágios hierarquizados de níveis de dificuldades variados?
- O programa permite ultrapassar um estágio analítico de escolhas lógicas e aplicações de regras pelo aprendiz de modo que ele faça um

reconhecimento intuitivo instantâneo das relações que se estabelecem a partir de comparações automáticas entre experiências passadas e presentes?

- O programa permite a um aprendiz experimentado compreender inconscientemente a rotina, formato e percursos de aprendizagem e interação com os elementos da interface?

III. Estilos de aprendizagem (E,C)

Referem-se às características do produto de atender as diferentes necessidades individuais para superar a prática convencional e rígida de ensinar e/ou apresentar o conteúdo didático e estimular a aprendizagem mediante novas situações, desafios, oportunidades de exploração e aprendizagem. O estilo de aprendizagem de um indivíduo é sua maneira pessoal de tratar a informação, abordar e resolver um problema. Imagem, som, texto e manipulação de objetos são recursos influenciadores da aprendizagem com predominância para os visuais, auditivos, sinestésicos... Outras tendências que definem estilos de aprendizagem são os dependentes e/ou independentes do ambiente, reflexivos, impulsivos, centrados, exploradores, acentuados, produtores, consumidores, formalizadores, realizadores. Enfim, diversos fatores determinam aprendizagens de diferentes formas e estilos.

Questões associadas:

- O programa disponibiliza recursos multissensoriais como imagens animadas e fixas, textos, ilustrações, gráficos, vídeos e áudio, favorecedores dos diferentes estilos de aprendizagem?
- O programa apresenta atividades aleatórias e diferenciadas em diferentes níveis de dificuldade, diversidade e formulação?
- O conteúdo e as estratégias didáticas favorecem a recordação e a memorização de fatos e eventos por encadeamento de idéias e elementos cronológicos?
- As imagens utilizadas são representativas do conteúdo?

- O programa faz referência ao contexto social e afetivo da aprendizagem para que permita a utilização do que foi aprendido no meio ambiente?
- O programa apresenta níveis de modularização de conteúdo, explorando-o de diferentes formas?
- O programa promove no aprendiz a lembrança de idéias, materiais ou fenômenos memorizados através de verificações?
- O programa favorece a evocação de conhecimentos prévios específicos para a compreensão do conteúdo?
- O programa oferece a possibilidade de trabalhar com elementos ou partes e combiná-los entre si para favorecer a percepção de sua configuração e estrutura?
- O programa disponibiliza algum tipo de processo de julgamento acerca do valor de idéias, trabalhos, soluções, métodos, materiais etc., fazendo um julgamento qualitativo e quantitativo?

6.6.1.2 Critérios de dispositivos da formação

a) **Conformidade (E)**

Refere-se a todos os elementos da formação. Esse critério compara as práticas educativas com as normas de programas de formação previstas. Trata-se de estimar a diferença entre o que é previsto, prescrito e o que se faz realmente. Verifica-se se a proposta pedagógica do programa surte os resultados de aprendizagem desejados.

Questões associadas:

- O cenário pedagógico do programa e o conteúdo estão em conformidade com os objetivos previstos para a aprendizagem/formação?
- Os resultados da aprendizagem com o programa correspondem aos objetivos pré-fixados?
- Todos os elementos da formação propostos no programa observam as normas fixadas pelos parâmetros curriculares nacionais e/ou o

contexto de trabalho dos aprendizes, em caso de formação profissional?

b) Aceitabilidade

Refere-se ao grau de adesão dos aprendizes às escolhas praticadas pela formação, objetivos visados, práticas e procedimentos exigidos. A formação, assim como as atividades propostas, deve mobilizar a afetividade e a motivação dos aprendizes bem como dos professores, instrutores, facilitadores e tutores.

Questões associadas:

- Os objetivos visados para a aprendizagem/formação atendem as expectativas dos aprendizes?
- As práticas, procedimentos e atividades propostas no programa de formação consideram os hábitos, atitudes e experiências dos aprendizes?
- Para o aprendiz, a utilização do programa oferece vantagens que um outro dispositivo não agregaria?

c) Compatibilidade (E)

Estima o grau de adaptação da formação ao contexto do usuário. Os diferentes parâmetros e processos do dispositivo de formação devem ser adaptados de forma compatível com as características do contexto de aprendizagem. Essa compatibilidade refere-se a fatores como horário, disponibilidades e local de estudo, condições de acesso aos recursos, características culturais do público e conteúdos valorizados pelos participantes de modo a motivar seus esforços.

Questões associadas:

- Os diferentes parâmetros didáticos do programa e do processo de formação são adaptados, de forma compatível com as características do contexto de aprendizagem?
- Os horários correspondem bem às disponibilidades do aprendiz?

- Os locais de estudo e as condições de acesso a computadores e laboratórios são adaptados aos usuários para trabalho individual e/ou em grupo?
- Em caso de programa com acompanhamento de professores, tutores e/ou facilitadores, de forma presencial ou a distância, os profissionais conhecem as características culturais do público-aprendiz?
- Os objetivos de uso do programa, pela escolha do professor ou instituição, é compatível com as reais necessidades de aprendizagem dos participantes?

d) Coerência

É definida pela homogeneidade e ausência de contradição entre os diversos elementos constituintes de um ambiente de aprendizagem, tanto no que se refere à coerência global da estrutura da formação (plano da formação) quanto à coerência interna a cada nível/módulo/sessão de ensino.

Questões associadas:

- Globalmente, o dispositivo de aprendizagem é coerente com a política e o processo de formação planejado?
- Internamente, o programa apresenta coerência entre os diferentes elementos da formação como objetivos propostos, certificação, qualificação do formador/autor/conteudista?

6.6.1.3 Critérios de controle e gestão do processo

a) Componente prática

A componente prática em PEIs é dada pelos exercícios e atividades e possui estreita relação com os níveis de conhecimento, saber fazer e de comportamento estabelecidos pelos objetivos de aprendizagem. Em todas as situações de aprendizagem são os exercícios que permitem a prática e o treinamento, favorecendo a aprendizagem na condição de que o aprendiz possa verificar, corrigir e ajustar-se imediatamente graças à retroatividade. É a prática que permite àquele que aprende verificar em que medida ele

compreendeu. As teorias e as abordagens de aprendizagem indicam a importância do exercício adaptado, variado, graduado e verificado tão logo seja realizado, por isso deve alternar continuamente com a apropriação do saber pelo aprendiz.

Questões associadas:

- O programa proporciona exercícios e atividades de fixação dos conteúdos?
- Os exercícios e atividades favorecem o raciocínio lógico?
- Os exercícios e atividades favorecem o raciocínio numérico?
- Os exercícios e atividades favorecem o raciocínio verbal?
- Os exercícios e atividades favorecem as habilidades de expressão escrita?
- Os exercícios e atividades favorecem a associação de elementos?
- Os exercícios e atividades favorecem a interpretação de textos?
- Os exercícios e atividades favorecem a elaboração de desenho/pintura com os recursos de grafismo?
- Os exercícios e atividades favorecem a estimulação da memória?
- Os exercícios e atividades favorecem a formulação e solução de problemas?
- Os exercícios e atividades favorecem a experimentação?

b) Avaliação (E)

A avaliação é parte integrante de todo processo de ensino-aprendizagem e deve ligar-se aos objetivos, conteúdos e métodos expressos no plano de formação. Os objetivos explicitam conhecimentos, habilidades, competências e atitudes, cuja compreensão, assimilação e aplicação, por meio de métodos adequados, devem manifestar-se em resultados obtidos nos exercícios, testes, questionamentos, provas, trabalhos individuais ou em grupo. A clareza dos objetivos explicita o que é esperado como desempenho do aprendiz e o que está sendo avaliado. A retroação é muito importante na avaliação, pois permite que o sistema informe o estado do aprendiz nas interações e a qualidade de sua aprendizagem.

Questões associadas:

- O programa armazena informações relativas a erros e acertos dos aprendizes?
- O programa apresenta diferentes graus de dificuldade nas questões apresentadas?
- O programa traz um exemplo do funcionamento da atividade de avaliação, permitindo ao aprendiz experimentar antes de realizar?
- O programa apresenta o resultado final do desempenho do aprendiz?
- As atividades de avaliação são coerentes com os objetivos propostos pelo programa?
- Existe cronometragem do tempo de resposta?
- O programa permite realizar a atividade num tempo e ritmo apropriados às diferenças individuais?
- Os critérios de avaliação são pré-definidos e apresentados ao aprendiz?
- O programa possui um analisador das respostas do aprendiz?

c) Tutoria

A tutoria, seja humana ou automatizada, é um domínio que acumula funções de assistente, professor e conselheiro pedagógico e relacional. Tutores informatizados ou humanos (estes em EAD) devem ser capazes de se ajustarem ao nível do ensino e às necessidades e nível do aprendiz, o que exige do “agente tutor” uma boa percepção do que compreende o aprendiz e o fornecimento de um *feedback* o mais informativo possível.

Questões associadas:

- Na condição do programa possuir ferramentas de tutoria, este oferece um *feedback* rápido às solicitações do aprendiz?
- O sistema de tutoria disponibiliza um “agente perturbador” que se adapta à interação do aprendiz para manter a sua motivação em seu nível ótimo e encorajá-lo a prosseguir na aprendizagem do conteúdo?
- O sistema de tutoria realiza o controle e orientação da aprendizagem?
- O sistema de tutoria por agente automatizado indica ao aprendiz quais heurísticas ele poderá utilizar para progredir em sua aprendizagem?

- O sistema de tutoria explicita o método de ensino, de acompanhamento e de controle utilizado no programa?
- O sistema de tutoria sincroniza, de forma satisfatória, o tempo e o conteúdo de resposta?
- O sistema de tutoria feito de maneira assíncronica é eficaz para as necessidades dos aprendizes?
- O sistema de tutoria assegura uma boa circulação da informação entre aluno/conteúdo, aluno/tutor humano e/ou professor e entre aluno/colegas /colaboradores?
- O sistema de tutoria favorece a diminuição da carga de trabalho do aprendiz?
- O sistema de tutoria organiza e explica para o aprendiz as diferentes funcionalidades do programa de maneira que este encontre facilmente o percurso a seguir, as ferramentas de ajuda e os *links* hipertextos?
- O sistema de tutoria utiliza ferramentas que permitem aos tutores inserir comentários ou abrir um espaço de discussão?
- O sistema de tutoria prevê a inclusão de atividades de auto-avaliação propostas em forma de questões múltiplas, abertas, respostas típicas adaptadas ao tipo de exercício e questões freqüentes (FAQ)?

6.6.1.4 Critérios de validade político-pedagógica

a) **Pertinência**

Este critério qualifica a relação entre os objetivos e as necessidades. Refere-se à pertinência do programa de formação em relação às necessidades institucionais e/ou individuais. O programa deve ser pertinente aos objetivos educacionais propostos pela instituição ou esperados pelo indivíduo.

Questões associadas:

- O programa é pertinente aos objetivos educacionais propostos?
- O programa atende as necessidades de formação para o qual foi concebido?

b) Coerência

Refere-se à coerência entre os objetivos do programa e as propostas pedagógicas do formador e/ou instituição de ensino. Neste critério, as formas de apresentação das idéias e do conteúdo devem estar coerentes com a fundamentação psicopedagógica adotada.

Questões associadas:

- Os objetivos do programa são coerentes com as propostas pedagógicas do formador e/ou instituição de ensino?
- A forma de apresentação das idéias está coerente com a fundamentação psicopedagógica adotada pelo professor e/ou instituição?

c) Filosofia pedagógica

A orientação conceitual do programa determina o seu tipo segundo a teoria de aprendizagem que lhe dá suporte. As teorias podem focalizar o instrutivismo, que divide o material de aprendizagem em módulos hierárquicos a serem assimilados pelo aprendiz, ou o construtivismo (ou cognitivismo) que acentua as estratégias cognitivas do aprendiz para promover a construção do saber em função dos conhecimentos anteriores. Esses enfoques dão, geralmente, a característica do modelo pedagógico predominante no programa e/ou instituição.

Questões associadas:

- O programa possui uma filosofia pedagógica explícita ou implícita no seu conteúdo (tipo construtivista/instrucional)?
- O programa é coerente com a metodologia utilizada pelo professor?

6.7 CATEGORIA DE CRITÉRIOS COMUNICACIONAIS

Particularmente, as tecnologias de comunicação e informação ao modo « hiper » (hipertexto, hipermídia, hiperdocumento, hiperbase) constituem-se em novos dispositivos de mediação, troca, distribuição e construção de conhecimento que permitem a criação de ambientes de aprendizagem, indo, no quadro de uso Internet e Web, desde

tutoriais e ajudas *on line* para aprendizagem de sistemas e aplicativos e cursos de diversas naturezas até a construção de portais e campi virtuais.

O produto, meio e fim desses dispositivos é a informação, e nesse sentido, ela é o conteúdo elementar da comunicação qualquer que seja seu uso. É, em essência, um material intelectual tratado por diferentes mídias e pelo ser humano. Como objeto, possui propriedades comunicativas - representação/apresentação da informação - e significativas – modos de representação virtual (redes semânticas, base de fatos, metáforas, ícones, formatos, simulações...)

As formas de mediação e midiaticização e de interação e interatividade são fatores que determinam o tipo de Comunicação Homem-Máquina (CHM) para o objetivo da formação e integram três pólos de conhecimento: o tecnológico (mídias, recursos de armazenagem de dados e informações, distribuição e tratamento da informação), as teorias da comunicação e os pedagógicos convertendo-os ao conceito de Comunicação Pedagógica Mediaticizada (CPM), defendido por Peraya (1999), ou seja, designam, em suas especificidades comunicacionais, as práticas educativas que recorrem substancialmente aos dispositivos midiáticos. Para o autor, a expressão CPM define-se como toda e qualquer forma de comunicação com propósito educativo que utiliza um dispositivo tecnológico, seja através de uma mídia clássica (como televisão) ou recente (como rede Internet e Web). Conforme figura 6.5, são os seguintes critérios selecionados para compor essa categoria:

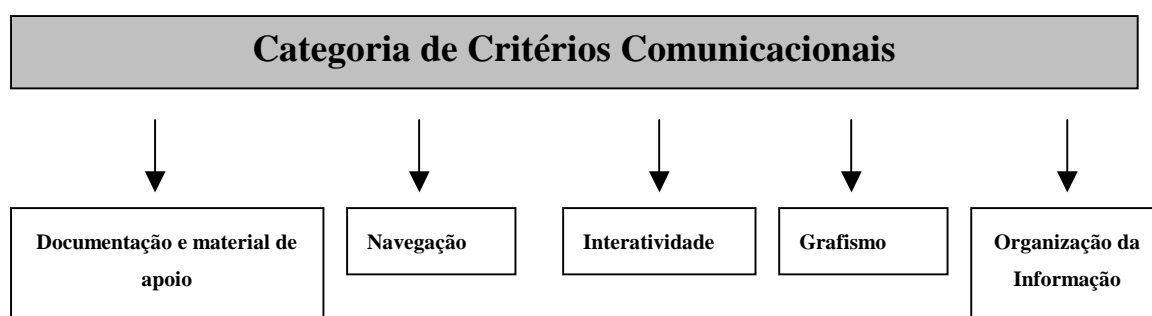


Figura 6.5 – Decomposição dos critérios comunicacionais

6.7.1 Decomposição e definição dos critérios comunicacionais

Consideram-se os critérios que se referem a elementos por meio dos quais o usuário realiza uma intervenção direta com os recursos da comunicação. Consistem em elementos de espaço de mediação. São intermediários entre a tarefa e a ação e visam orientar a construção da representação da situação atual e sua evolução dinâmica na compreensão e interação com o sistema midiático.

a) Documentação e material de apoio

Compreende todas as informações referentes ao produto e suas condições de uso. A documentação e o material de apoio impresso, em forma de manual ou *on line* devem conter informações sobre as especificações técnicas e de configuração do programa, descrição do conteúdo, especificação do público-alvo (como faixa etária), pré-requisitos e descrição dos objetivos do programa.

Questões associadas:

- O programa possui, em destaque, os dados de identificação como título, idioma, área(s) de conhecimento, tipologia?
- O programa acompanha um manual de instruções na forma impressa ou *on line*?
- O manual fornece especificações técnicas e de configuração do programa?
- O manual de apoio traz uma descrição dos objetivos e dos conteúdos do programa?
- O manual fornece instruções de uso didático para o professor/aprendiz?
- O manual especifica a faixa etária e pré-requisitos do público-alvo?
- O manual apresenta instruções sobre o uso e o funcionamento da interface e das ferramentas do programa?
- O manual apresenta exemplos, exercícios, visitas guiadas para uso/reconhecimento do programa?

b) Navegação

Navegar é acessar uma informação mediante o deslocamento de um ponto ao outro no interior de um ambiente, em um *software* ou em um produto hipertexto, hipermídia. Pressupõe a procura intencional da informação. Mediante *cliques*, os *links*, botões, campos e menus são ativados e marcam o percurso ou o plano de navegação. Os signos, códigos ou símbolos indicadores da navegação devem representar de maneira coerente e inequívoca a mensagem de orientação veiculada (Henry & Doré, 1999). A navegação em multimídia/hipermídia exige um sistema de signos que evocam direções e também o formato do conteúdo como sons (locução sonoras, música e ruídos), imagens (estáticas e dinâmicas) e elementos lingüísticos (tipos de documentos textuais: artigos, resumos, sumários, texto de aprofundamento etc.). Um bom plano de navegação estabelece os acessos ao conteúdo graças a *links* cuja coerência permite ao usuário saber a todo momento onde ele está, aonde pode ir, como ficar, como retornar, qual o caminho percorrido até então.

Questões associadas:

- As telas do programa/site possuem uma coerência gráfica no conjunto de suas partes (disposição, localização dos botões, cores...)?
- É fácil e rápido o deslocamento de uma tela a outra, de uma página a outra, de um *link* a outro?
- Os botões e as metáforas de orientação são eficazes e de fácil compreensão?
- Os ícones são representativos e significativos da tarefa a realizar?
- Os *links* internos e externos são evidentes no corpo do conteúdo (geralmente marcados em azul)?
- Existe marcação de itens já percorridos, como mudança de cor, sinalização ou aviso?
- A informação e os serviços/recursos são estruturados com coerência, facilitando a compreensão da organização do programa?

- São indicados o tamanho (em KO) e o formato dos arquivos (txt, doc, pdf, gif, jpeg, etc.) para *download*?
- Um plano ou mapa de navegação é disponível?
- Os títulos das telas e as orientações são claras?
- Existe interna e externamente motor de pesquisa por palavras-chave?

c) Interatividade (E, P)

A interatividade entre o aprendiz e o ambiente de aprendizagem é centrada no diálogo entre o aprendiz/usuário, o conteúdo, o professor (tutor ou autor) e a máquina/sistema, no tocante ao grau de controle sobre o sistema, no momento em que o aprendiz depara com a possibilidade de tomar iniciativas partilhadas, a fim de reorientar a interação. Inclui as interações multidirecionais e o compartilhamento possível da gestão da aprendizagem entre um aprendiz e um PEI.

Questões associadas:

- O aprendiz pode parar o desenvolvimento do programa e sair quando quiser?
- O aprendiz pode acessar a ajuda a qualquer momento da interação?
- O aprendiz pode passar o tempo que desejar nas diferentes partes do programa?
- O aprendiz pode saltar lições, módulos, capítulos, atividades ou qualquer parte do programa?
- O aprendiz pode saber onde ele está e o que resta fazer?
- O aprendiz pode retornar diretamente para onde parou na última interação?
- O aprendiz pode controlar a velocidade da apresentação?
- O aprendiz pode controlar a quantidade de informações?
- O aprendiz pode escolher um exercício entre outros propostos?
- O aprendiz pode escolher os dados sobre os quais vai trabalhar?
- O aprendiz pode facilmente apagar ou corrigir seus erros quando não está certo da resposta?

- O aprendiz pode escolher os diferentes caminhos segundo os níveis de dificuldades?
- O aprendiz pode escolher os diferentes caminhos segundo as estratégias de aprendizagem propostas?
- O aprendiz pode saltar seqüências, passar à seguinte e retornar à anterior?
- O aprendiz pode escolher diferentes encaminhamentos segundo o conteúdo?
- O programa fornece *feedbacks* adaptados e diferenciados?
- O programa respeita o ritmo individual do aprendiz?
- O programa aceita muitas entradas (por módulos, por seqüências, por menus, por janelas, etc.)?

d) Grafismo (E,C, D)

Consiste nas habilidades da interface de comunicar ao usuário as indicações sobre o funcionamento dos objetos gráficos que podem guiar o usuário na sua interação com o programa. Se a representação de um objeto é suficientemente sugestiva, a carga mental do usuário é diminuída. Na comunicação visual, a forma exerce um papel fundamental, pois informa o leitor sobre a natureza da aparência externa do objeto. Os elementos de um bom grafismo (Filho, 2000) são: a harmonia, entendida como uma perfeita articulação visual na integração e coerência formal das unidades de informação ou partes daquilo que é apresentado, do que é visto; o equilíbrio, em que a configuração, direção e localização determinam-se mutuamente de tal modo que nenhuma alteração parece possível e o todo assume o caráter de necessidade de todas as partes; e o contraste, que serve como estratégia visual para aguçar o significado. O grafismo constitui-se em um recurso de expressão visual intensificadora do significado que simplifica a comunicação e reforça a tendência do equilíbrio absoluto.

Questões associadas:

- O *design* da tela/página possui um aspecto estético agradável e desprovido de poluição visual?

- O uso das cores é equilibrado em número, contraste e sobriedade?
- Quanto ao tamanho e tipo dos caracteres tipográficos, a leitura na tela é agradável?
- As imagens, gráficos e esquemas são legíveis, com boa resolução?
- As imagens são claras e equilibradas compondo um conjunto harmonioso com o texto?
- Os botões de navegação e ícones são fáceis de guardar na memória, discretos, bem desenhados, elegantes?
- As mensagens publicitárias são discretas e não interferem no uso material?
- Existe harmonia entre as cores de fundo e dos caracteres?
- A qualidade técnica das seqüências sonoras é satisfatória?
- Em função das cores, o material impresso é legível?

e) Organização das mensagens (E,P)

Na organização das mensagens, a diagramação deve ser feita de maneira metódica, sistemática e sistêmica e segundo operações bem precisas, a fim de obter uma forma interessante e eficaz. Esse processo de colocação de imagens visuais e sonoras exige um alto grau de imaginação pedagógica. A diagramação coloca também o problema da escolha judiciosa dos signos e dos estímulos pertinentes para que sua combinação forme uma linguagem coerente e significativa possível de ser percebida. A articulação dos elementos de linguagem audiovisual é trespassada pela dimensão lingüística que transporta e veicula também as significações impostas freqüentemente em detrimento das imagens. Um PEI deve comportar um equilíbrio justo de mensagens lingüísticas e audiovisuais, permitindo veicular eficazmente as diferentes significações e favorecer a construção das representações pertinentes.

Em MEDA97, esse critério considera a de avaliação de gestão das telas e tem por objetivo facilitar a interação do usuário com o programa. Influencia na motivação do aprendiz e na estruturação da informação

Nesse critério, os aspectos das telas a serem avaliados são: texto, grafismo, cores, som, animação, filme vídeo e organização da página.

Questões associadas:

- A organização geral das informações na tela/página é bem distribuída?
- A apresentação do texto na tela permite organizar o processo de leitura do aprendiz?
- A organização da informação possui estrutura coerente, simples e congruente com os recursos e as atividades disponíveis?
- Os botões de navegação e *links* são funcionais?
- As ilustrações ou seqüências de áudio são significativas do conteúdo do programa?
- Os títulos, sumários e *index* são curtos e pertinentes ao conteúdo?
- As metáforas são eficazes quanto ao perfil do público-alvo e conteúdo?
- Os ícones possuem uma identificação significativa das tarefas a executar no programa/*site*?
- O texto é disposto na tela corretamente?
- O(s) título(s) é disposto corretamente?
- As palavras importantes são colocadas em evidência no parágrafo?
- As informações complementares são dispostas corretamente (na parte de baixo da tela/página ou abre nova janela tipo hipertexto) sem criar ruptura da leitura?
- Os espaçamentos das linhas e das letras são adequados a uma leitura confortável e rápida?
- O grafismo é adequadamente situado sobre a tela?
- As imagens são isentas de ambigüidades?
- As ilustrações são utilizadas de acordo com a mensagem?
- Os movimentos sobre a tela em animação são paralelos aos movimentos habituais dos olhos durante a leitura?
- A precisão dos contornos é suficiente para a legibilidade?

- As cores utilizadas seguem as convenções habituais (como vermelho para parar ou perigo)?
- O aprendiz pode controlar o som?
- As possibilidades de janelas múltiplas são utilizadas?
- O tempo entre duas telas é suficiente para a leitura e assimilação?

6.8 AS MEDIDAS DO MÉTODO

Apresentar objetivamente os resultados da avaliação da qualidade de um objeto, situação, comportamento ou performance de um produto é uma tarefa dificultada em virtude da natureza subjetiva da atividade de avaliação. As métricas e medidas de avaliação em diversas disciplinas são instrumentos desenvolvidos para reduzir essa subjetividade utilizando indicadores de qualidade ou parâmetros.

A definição prévia de critérios serve para formular questões que serão validadas por uma escala de apreciação agrupada por temas, sendo essa a forma de medição e avaliação utilizada para esse método.

6.8.1 Elaboração das grades de avaliação - geração dos *questionários*

As grades de avaliação transformadas em questionários correspondem bem ao objetivo do método e são técnicas utilizadas para coletar dados subjetivos relativos às opiniões e à satisfação do usuário. Orientadas para ele, algumas questões foram formuladas e outras reconstruídas a partir dos métodos existentes nas três vertentes (ergonômica, pedagógica e comunicacional).

Três razões principais levaram à decisão de utilizar o formato de questionário em detrimento de outros para aplicar o método, como descrito nos capítulos IV e V:

1. Ser econômico em termos de custo, tempo e conhecimento especializado, sendo utilizável como suporte de coleta de dados na maioria dos métodos de avaliação;
2. Tal como os métodos E.M.P.I. e MEDA 97 (capítulo V), tem como vantagem encontrar o ponto de equilíbrio entre os dados objetivos - atributos de qualidade de IHC, de acordo com recomendações

ergonômicas - e aqueles orientados para os critérios que contêm alto teor subjetivo, como os referidos métodos pedagógicos;

3. Permite decompor as categorias em critérios e estes em subcritérios, gerando um maior número de aspectos a avaliar em um PEI sem torná-lo robusto e de difícil uso para os avaliadores não especialistas.

6.8.2 Escalas de medida

Em função dos objetivos pretendidos, podem-se criar variadas escalas de medidas. Elas são, segundo Henerson *et al* (1988) e Pophan (1988), classificadas em três categorias que visam, cada uma, fazer distinção ou determinar níveis de precisão variáveis. São elas: 1) nominal ou qualitativa, em que cada das categorias de observação nomeada é qualitativamente diferente e a noção de ordem não existe (e.g., estado civil: casado, solteiro, divorciado, separado); 2) ordinal, por atribuir uma ordem (*rang*) aos dados coletados. Essa escala permite situar um elemento em relação a outros no interior de uma série, mas não permite avaliar a distância quantitativa precisa entre eles (e.g., a qualidade dos gráficos ou do som: excelente, bom, médio, pobre); 3) escalas de intervalo-relação, que possuem todas as características da escala ordinal, mas fornecem unidades de medida a mais e permitem medir a diferença ou a distância entre vários objetos (e.g., qualidade da língua utilizada: valores em percentagens sobre estrutura, sintaxe, ortografia, originalidade).

6.8.3 Diretivas de escolha da medida do método

As questões derivadas do método propõem uma escolha de respostas predeterminadas que correspondem ao grau de presença (sim) e/ou ausência (não) do parâmetro desejável indicador de qualidade. As opções de preenchimento são *sim* (S), *não* (N) e *não se aplica* (N/A). Qualquer opção é marcada com o numeral 1, entretanto, serão computados os pontos obtidos do somatório das respostas “sim” multiplicados por 10 e pelo total de itens aplicáveis. A opção “não se aplica” é desconsiderada na pontuação, pois pode significar impossibilidade de avaliar devido à tipologia ou inexistência do requisito. A figura 6.6 mostra a formatação da planilha de teste do método:

Marque a opção desejado com o número "1" (um).					
Elementos/Item		SIM	NÃO	NA	NOTA
01.	Critérios Ergonômicos				#DW0
01.01	Condição				#DW0
01.01.A	Para prestação:				#DW0
A1	O programa disponibiliza informação necessária poupando o usuário de aprender por tentativa e erro as tarefas e operações de comando requeridas?				
A2	Existem recursos tipo hipertexto, áudio, vídeo apropriados que facilitem a compreensão dos conteúdos?				

Figura 6.6 – Planilha de teste do conteúdo do método

Uma nota global é dada para cada critério e categoria, obtida pelo cálculo da média aritmética dos conjuntos, o que dá uma visão parcial do nível de performance de cada critério, subcritério e categoria.

A escolha por esse tipo de questão e notações justifica-se por ter se revelado de uso fácil e rápido pelo usuário e por sua compilação por um sistema de tratamento de dados, ser imediata.

6.9 AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DO MÉTODO

A etapa de avaliação do MAEP foi realizada visando a três objetivos: verificar a pertinência e compreensibilidade das questões, observar a aplicabilidade do método em uma situação real de uso por avaliadores de diversas áreas e de diferentes tipos de produtos e obter a opinião geral dos avaliadores quanto aos aspectos positivos ou deficientes, às facilidades/dificuldades de utilização, à clareza das questões e à possibilidade de aplicação a diferentes tipos de PEIs.

6.9.1 Perfil dos avaliadores

Seis profissionais participaram do processo de avaliação do conteúdo do MAEP:

- a) Um professor assistente do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Este já havia aplicado uma lista de verificação sugerida no modelo de Silva (Silva & Vargas, 1999), descrito no capítulo 5, item 5.6.8. Para essa validação, utilizou o mesmo *software*, o que permitiu uma comparação entre as duas ferramentas;
- b) Três profissionais da Universidade de Fortaleza: uma professora e pesquisadora do Núcleo de Pesquisa Tecnológica, com especialização em Educação a Distância, um pedagogo e uma doutora em informática que atua no Núcleo de Aplicação de Tecnologia da Informação, área EAD;
- c) Uma aluna do mestrado em Informática Educativa do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, graduada em letras, com especialização em lingüística. Possui experiência no uso de *softwares* educativos com alunos da oitava série do Ensino Fundamental da rede pública de ensino;
- d) Um assistente de ensino e pesquisa da *Université de Genève, Unité de Technologie de la Formation et Apprentissage* (TECFA), com mestrado em tecnologia educativa e experiência com ambientes virtuais de aprendizagem e portais de informação para o ensino superior.

Saliente-se que a escolha dos avaliadores com experiência em ambientes educacionais informatizados justifica-se pelo fato de que novatos deveriam passar pelo processo de aprendizado no uso da tecnologia educacional. Entretanto, à exceção de um dos avaliadores, esses profissionais ainda não haviam tido experiência com avaliação.

6.9.2 Descrição dos produtos avaliados

Os produtos avaliados foram:

- a) *Software* educacional hipermídia com características de livro eletrônico, da área de construção civil. Tem por objetivo facilitar o aprendizado de

processos de planejamento, controle e execução de obras e indicar procedimentos para auxiliar na tomada de decisões. É dividido em capítulos (projeto, planejamento, fôrma, armação, concreto, movimentação, produtividade e fundamentos). Contém textos explicativos, fotografias, ilustrações e seqüências de vídeo. Prevê atualizações constantes em função da incorporação de novas tecnologias e correções sugeridas por seus usuários;

- b) Um ambiente virtual interativo de aprendizagem para colaboração entre os usuários. Foi criado com o objetivo de proporcionar a criação e acompanhamento de cursos a distância facilitando a formação dos estudantes e docentes de uma universidade em Fortaleza. A estrutura dos cursos é hipertextual e permite integrar e compartilhar materiais didáticos (textos, vídeos, gráficos, imagens). Dispõe também de funcionalidades interativas síncronas e assíncronas como fórum de debates e conversas *on line*;
- c) Um *software* para aprendizagem da língua inglesa em nível avançado, do tipo tutorial. Contém lições, exercícios diversificados, ferramenta de busca interna, dicionário sonoro, reconhecimento vocal, composição com autocorreção, dicionário de verbos regulares. No geral, o conteúdo trata da gramática e da pronúncia;
- d) Um *software* educativo com características de edição de texto. Tem por objetivo despertar a leitura e a escrita, desenvolver e aprimorar capacidades linguísticas e promover o estudo da interpretação de texto. Baseia-se na teoria da gestalt que valoriza a percepção. Permite vários usos para aprendizagem da língua portuguesa.

6.9.3 Síntese da avaliação

Os resultados da avaliação foram significativos para o propósito de uso do método por um público diversificado de profissionais que necessitam de instrumentos para a avaliação de PEIs nas três categorias propostas, permitindo-lhes uma visão mais completa da qualidade do produto avaliado.

Assim, todos os avaliadores foram unânimes em citar como aspecto positivo o detalhamento e completude de critérios para avaliar a qualidade do produto bem como a boa compreensibilidade das questões e a facilidade de utilização da planilha. Observou-se que a média de tempo utilizada para aplicar o instrumento foi de uma hora e meia, tempo considerado ótimo para uma ferramenta auto-explicativa e que não necessita de treinamento para ser aplicada.

Entretanto, três dos avaliadores consideraram o número de itens muito extenso (mais de quatrocentos). Em contrapartida, concordaram que sua extensividade permite clarificar e apontar um elemento específico quando o avaliador tem intuitivamente o sentimento que o *software* tem um problema mas não sabe bem de que nível. Na mesma ordem de idéias, isso permite também apontar elementos que não foram considerados ou foram insuficientemente implementados durante a concepção.

Dois avaliadores tiveram dificuldade quanto à orientação sobre o significado do critério a ser avaliado, fato explicável por estes não terem tido a ajuda da lista de definição dos critérios que acompanha a íntegra do método.

Quanto às recomendações de melhorias, foi apontada a necessidade de abordar mais itens sobre ambientes de simulação e, para cursos *on line*, de fazê-los constar na planilha sobre as ferramentas de comunicação e de trocas síncronas e assíncronas.

Alguns dos comentários gerais sobre a aplicação da avaliação e seu conteúdo são:

“Freqüentemente necessito decidir a respeito da aquisição de software educacional. O método é bastante útil para este tipo de situação”

“Penso que este método pode ser utilizado inclusive no desenvolvimento de software educacional e site educativo, basta que o projetista leve em consideração esses critérios. Certamente alcançará um resultado final superior em qualidade”

“A ausência de critérios para avaliar os aspectos pedagógicos fez desse método uma ferramenta valiosa para quem lida nesta área”

“ Este método é mais completo que o anterior. Em termos de resultados, quando avaliei o software empacotando edifícios, com o checklist anterior o resultado foi 62,52 e neste o resultado foi 7,2...o que me parece mais justo pois leva em consideração aspectos que no anterior não haviam sido

levantados...como por exemplo qualidade das imagens...densidade viisual...e outros.”

“ La grille permet de clarifier, de pointer l’élément en cause losque l’évaluer a intuitivement le sentiment qu’un logiciel a un provéeme sans très bien savoir à quel niveau”.

O objetivo da avaliação foi alcançado, os resultados foram registrados, as deficiências corrigidas na planilha de base e as recomendações de melhoria foram consideradas na proposta de desenvolvimento operacional, objeto do capítulo seguinte.

6.10 DISCUSSÃO

O método foi elaborado segundo uma orientação metodológica próxima dos métodos de avaliação de IHCs e inspirado em procedimentos de ajuda à decisão, entretanto, pode-se dizer que a abordagem utilizada, dita “artesanal”, é prática corrente em ergonomia. O saber empíricamente construído apóia-se em princípios e teorias sendo, sobretudo, conhecimento heurístico, decorrente da experiência, intuição e criatividade do pesquisador. Essa prática artesanal não elimina seu caráter científico e se assemelha ao da programação exploratória ou prototipagem progressiva utilizada em engenharia de *software*, ou seja, de concepção evolutiva de produtos.

O MAEP tem esse perfil de construção metodológica, mas considera também uma concepção centrada nas necessidades do usuário, no caso de o avaliador não possuir conhecimento especializado em ergonomia, pedagogia ou comunicação midiaticizada e ainda assim, poder ter acesso a esses conhecimentos de forma intuitiva, prática para realizar avaliações a partir de critérios préestabelecidos e responder questões que contêm o conhecimento implícito.

O resultado dessa construção demonstrou, na validação, que é possível para um usuário considerado leigo apreciar a qualidade de um PEI nas três categorias propostas. O método não está pronto e acabado. Melhorias e evoluções devem ser implementas, mas já possui um conteúdo sistematizado num formato que permite ser utilizado facilmente.

A transposição do método para um sistema interativo, com funcionalidades e recursos variados, permitirá diferentes maneiras de empreender uma avaliação, seja por

módulos, completa, integrada ou personalizada a partir da filtragem de critérios e questões. Enfim, são diversas as possibilidades de uso e extensão do método.

7 DESENVOLVIMENTO OPERACIONAL DO MÉTODO

7.1 INTRODUÇÃO

A implementação do método em uma ferramenta interativa com todas as funcionalidades para a sua aplicação otimizada é necessária, mas extrapola o objetivo da tese, pois requer um trabalho de equipe pluridisciplinar com programador, infografista, documentalista, técnico em multimídia, etc. Entretanto, a identificação e o esclarecimento dos requisitos para o futuro sistema informático apresentam-se a partir da especificação do sistema humano-computador, utilizando descrições de entradas e saídas mediante o estabelecimento da arquitetura organizacional do método e da arquitetura do sistema, o que dá ênfase às camadas mais externas (interface e conteúdos).

Por essa razão, será apresentada apenas uma versão demonstrativa. Uma das hipóteses operacionais para implementar e distribuir o método em uma ferramenta interativa é usar um software de autoria e programação com técnicas de IA para que possa ser utilizado como um sistema de ajuda à avaliação, totalmente operacional, de fácil utilização e compreensão pelo avaliador não especialista nos domínios, vez que a vantagem de usar questionários reside no fato de os conhecimentos específicos estarem contidos nas questões.

7.2 A ARQUITETURA DO MAEP

Em linguagem informática, a arquitetura de um produto geralmente refere-se ao seu organograma. O documento por si só apresenta as grandes hierarquias do produto. Séguy (1999) afirma que a arquitetura representa a segmentação dos conteúdos retidos pela equipe de concepção. O trabalho prévio de seleção do conteúdo é feito pelo projetista e especialista de conteúdo segundo vários critérios: o público-alvo, o suporte e as condições de realização, o orçamento e o tempo de duração do projeto. A organização hierárquica permite decidir a posição dos elementos de informação. É nessa direção que se propõe organizar e mostrar graficamente os níveis que o usuário acederá para encontrar e escolher a informação com a qual irá interagir. A figura 7.1 mostra os níveis para arquitetura de organização do método.

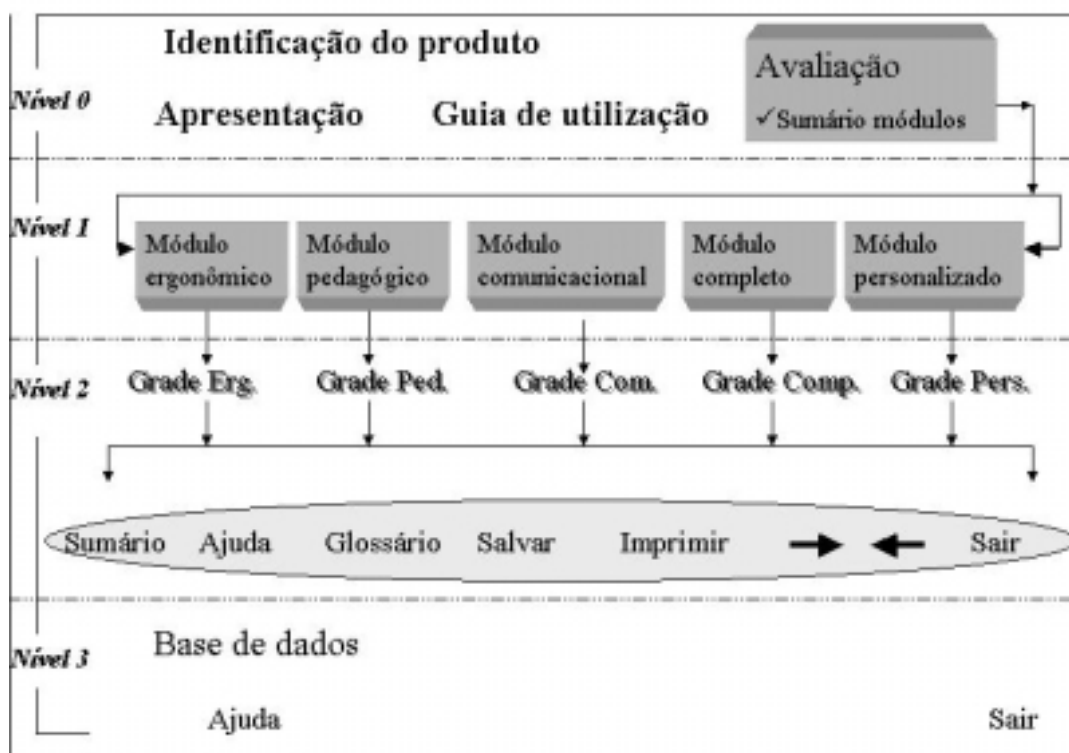


Figura 7.1 – Arquitetura de organização do método

Constantes de navegação:

- Pode-se sair em todas as telas;

- Pode-se solicitar ajuda em todas as telas dos níveis 1, 2 e 3;
- Pode-se retornar ao sumário dos módulos em todas as telas dos níveis 1, 2 e 3;
- Pode-se acionar o glossário em qualquer ponto dos módulos, nível 1 e 2;
- Pode-se salvar o documento em qualquer ponto de parada e retomar esse mesmo ponto;
- Pode-se imprimir os documentos em execução.

A posição das informações exprime, em número de níveis ou *clicks* do *mouse*, a estrutura de interação com o método.

Quanto à arquitetura geral para implementação informática considera-se uma estrutura em camadas, o que permite uma visão geral do sistema humano-máquina como esquematiza a figura 7.2.



Figura 7.2 – Arquitetura geral do sistema

7.3 O TRAÇO REGULADOR

A determinação do traço regulador ajuda a verificar a amplitude da realização informática e preparar o desenho das interfaces ou *story-boards*. Sua função é indicar todos os botões contidos nas telas e introduzir a navegação, mantendo uma homogeneidade tela a tela. Também classifica as funcionalidades do produto em salvar, imprimir, consultar glossário, este sendo uma constante e outras contextuais. Objetiva, pois, começar o tratamento da forma e da aparência do produto, visando os elementos de programação.

7.4 A CARTA GRÁFICA

Define o *design* gráfico do produto. Marca as escolhas de cores, tipo e tamanho de letras, ícones, etc. A carta gráfica, geralmente de responsabilidade de um profissional de infografia, define as regras de composição das telas, devendo todas seguir o mesmo modelo e guardar a harmonia, a legibilidade, o agrupamento e distinção de itens, o formato e localização dos elementos de informação e a interação (como os botões de navegação estabelecidos nos traços reguladores) de maneira homogênea. Busca-se, no desenho da interface e na versão demonstrativa, observar esses princípios, permitindo visualizar o conjunto das telas.

7.5 A INTERFACE

Algumas das telas, segundo a arquitetura do método, são apresentadas nas figuras 7.3 a 7.7:



Figura 7.3 – Tela de abertura



Figura 7.4 – Tela de apresentação

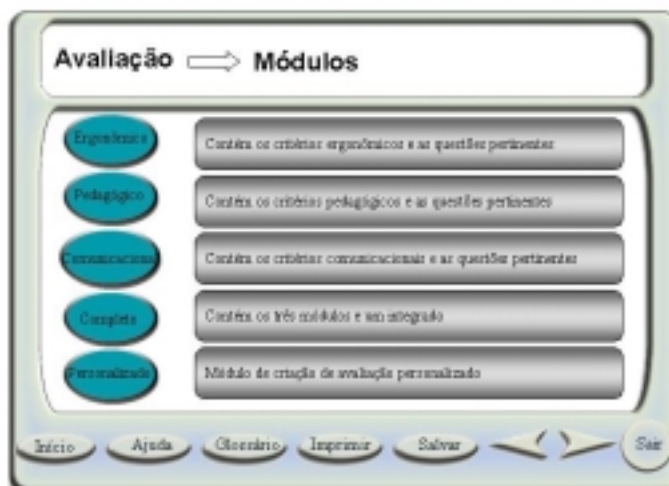


Figura 7.5 – Tela de seleção dos módulos de avaliação



Figura 7.6 – Decomposição de um critério

The screenshot shows a software interface for an evaluation module. At the top, it displays the navigation path: 'Avaliação > Módulo > Ergonômico (01)'. Below this is a title bar for the specific sub-criterion: '01.01 Condução'. The main area contains a table with the following structure:

D	Para legibilidade	S	M	N	A	Z
01	A apresentação das informações é clara, bem redigida e livre de erros ortográficos?					
02	As cores utilizadas funcionam na apresentação de texto, e de fácil legibilidade?					
03	A redação das informações (textos) estão corretas, livres de erros gramaticais e de pontuação?					
04	As letras brancas na tela são usadas para regular o peso e o grau em relação ao fundo de um texto de fácil leitura?					
04	As letras brancas na tela são usadas para regular o peso e o grau em relação ao fundo de um texto de fácil leitura?					

Below the table, there are four circular buttons labeled 'A', 'B', 'C', and 'D'. At the bottom of the interface is a navigation bar with buttons for 'Início', 'Ajuda', 'Glossário', 'Imprimir', 'Salvar', and 'Sair', along with left and right arrow keys.

Figura 7.7 – Tela de avaliação de um sub-critério

7.6 AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO

Para o desenvolvimento de uma versão demonstrativa, utilizou-se o *Authorware* versão 5.0. Trata-se de uma linguagem de alto nível e especializada para a concepção de *softwares* educativos. Diferencia-se dos sistemas Toolbook e Director por ser mais rico no plano de aplicações interativas, ainda que este último apresente performance superior no plano de criação de apresentações como efeitos visuais e sonoros, sobretudo animações 3D.

O que determinou a escolha dessa linguagem de autoria é sua adequação ao tipo de ferramenta pretendido. Um outro determinante na escolha do *Authorware*, é que funciona em ambientes Windows e Mackintosh e possui uma interface autor que é praticamente idêntica a das duas máquinas.

Ressalte-se, portanto, que o ambiente de autoria tem seu propósito apenas para a visualização das interfaces do método e a demonstração de algumas de suas funcionalidades.

7.7 POSSÍVEIS EXTENSÕES

Para a versão demo, foi utilizado o *Authorware*. Para uma versão evolutiva e completa é necessário utilizar uma linguagem de programação que pode ser compilada e usada em qualquer sistema de exploração bem como integrar funcionalidades como agentes inteligentes que detectem os fatores de não-conformidade, produzir laudos e ainda guiar o usuário-avaliador nas tomadas de decisões.

8 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

8.1 CONCLUSÕES

A pesquisa teve por objetivo a elaboração de um método ergopedagógico interativo de avaliação para produtos educacionais informatizados denominado MAEP. Este método tem origem em constatações e indagações oriundas do cotidiano de uso da informática educativa, especialmente no uso do *software* educacional por professores de diferentes áreas. As questões mais comuns postas por eles é “como saber se o *software* é eficaz para a aprendizagem de conceitos, habilidades, competências, atitudes? O que ele agrega como valor diferentemente dos processos tradicionais de ensinar e aprender? Além da promessa de que é premente e vantajoso, na era atual, aprender com tecnologia, como determinar sua eficácia pedagógica?

Essas são questões freqüentes e difíceis de responder no cotidiano da prática educativa. Muitas respostas e soluções serão ainda buscadas. A nova tecnologia educacional envolve muitos aspectos e integra diversas áreas disciplinares e diferentes atores envolvidos nesta temática. Isso abre um vasto campo de pesquisa para testar hipóteses, solucionar problemas e propor ambientes cada vez mais ricos em recursos tecnopedagógicos e mais próximos possíveis do modelo semiocognitivo do usuário-aprendiz.

No âmbito da avaliação, a questão da verificação da qualidade de PEI, adquire importância vital para professores e equipes de desenvolvimento. Estes, raramente possuem

mecanismos e ferramentas de avaliação que os guiem nesta difícil tarefa, seja *a priori* e/ou *a posteriori*. A avaliação é realizada geralmente, sob a opinião subjetiva do avaliador (e/ou projetista) sobre os objetos contidos no programa, mas que não sabem exatamente porque e como deveriam ser tanto do ponto de vista da organização da interface e suas funcionalidades quanto da estruturação do conteúdo pedagógico e sua forma de interação e comunicação.

É nesse contexto que esta tese busca dar sua maior contribuição: integrar em um método de avaliação os aspectos ergonômicos e pedagógicos em articulação com os elementos de comunicação pedagógica mediados por computador de forma que o avaliador verifique, que aspectos, traduzidos em critérios e questões, constituem parâmetros de qualidade de um PEI.

Duas premissas fundamentaram o desenvolvimento do método:

1. quando integra os aspectos ergonômicos e pedagógicos, considera que qualquer pessoa (aluno/aprendiz autônomo) que utiliza um sistema informatizado adquire a função de **usuário** desse sistema que deve ser adaptado às suas características segundo os princípios da ergonomia de Interface Humano-Computador. Esse usuário tem função, também, de **aprendiz**, vez que o conteúdo pedagógico deve favorecer as aprendizagens previstas na sua concepção. A forma particular de mediação da comunicação pedagógica determina, ainda a função **leitor**. Ou seja, com esse triplo *status*, busca-se, no método, conciliar as perspectivas ergonômicas e pedagógicas em articulação com o tipo de comunicação mediada por computador.
2. Ao utilizar o método, permitir ao avaliador um elevado grau de liberdade para decidir que aspectos deseja avaliar segundo suas necessidades contextuais. Ou seja, o método pretende ser adaptável ao avaliador possibilitando ao mesmo o controle sobre sua própria avaliação e o resultado desta. O corpus do método e as ajudas à sua aplicação permitem diversos usos e tomadas de decisões sob o controle do avaliador. À medida que ele tem definido o que e como avaliar, a ele compete fazer uso dos resultados.

O fruto dessa construção foi resultado de uma reflexão aprofundada visando suprir uma lacuna na pesquisa em tecnologia educativa de maneira a conciliar as exigências

do campo da ergonomia de IHC com a pedagogia, pois uma não pode prescindir da outra quando se trata de interfaces de cunho educacional. Cada uma das áreas possui especificidades particulares, porém inegavelmente aproximativas em seus objetivos. Nesse aspecto, recomendações da ergonomia se confundem e se conciliam com as de qualidade pedagógica.

A conciliação dessa dupla disciplinaridade constituiu, pois, a base, o motor do conteúdo do método a partir do estabelecimento dos critérios de avaliação, de sua decomposição e das questões formuladas que dirigem a avaliação, incluindo os critérios de comunicação midiaticizada, na interseção dos dois.

Desta feita, a categoria ergonômica sustenta-se na premissa de que o sujeito, ao utilizar um sistema informatizado com objetivos educacionais é usuário de um programa projetado para ser de fácil manuseio e rápido de aprender, tomando por base as duas dimensões de qualidade de interface em ergonomia: utilidade (atender aos objetivos de trabalho) e utilizabilidade (facilidade de aprendizagem e de operação) e, por consequência, regra a qualidade pedagógica e de comunicação midiaticizada.

Na categoria pedagógica, o sujeito é essencialmente aprendiz de um conteúdo, interagindo com um cenário e estratégias didáticas que o levem efetivamente a uma aprendizagem de conceitos, habilidades e competências. O programa deve, pois, cumprir essa função e garantir os resultados para o qual foi projetado, segundo as dimensões de “utilidade e utilizabilidade” pedagógica, levando em consideração as características e as necessidades do aprendiz.

Na confluência das duas categorias, o sujeito assume o papel de leitor ativo, considerando que a forma de comunicação midiaticizada por computador deve assegurar estratégias e recursos para garantir a recepção e tratamento da mensagem educativa (conteúdo, interações) pelo(s) receptor(es) dentro de um espaço de mediação.

Para atingir essas três dimensões em uma só ferramenta de avaliação, elaborou-se um quadro teórico revisional que dá sustentação reflexiva e metodológica para o desenvolvimento conceitual do MAEP, cujo conteúdo é a principal contribuição desta tese, ou seja, a partir do inventário e análise dos quadros teóricos elaborados e métodos analisados, sustentou-se a seleção e definição dos critérios de avaliação e a decomposição destes em questionários susceptíveis de serem utilizados por avaliadores não especialistas, fornecendo como saída uma média ponderada sobre o nível de qualidade dos critérios e categoria.

As áreas temáticas do quadro teórico consideraram as três vertentes direcionadas para o desenvolvimento do método: uma revisão sucinta das teorias da aprendizagem e suas implicações na evolução e classificação dos produtos educacionais informatizados (capítulo.2); uma parte consagrada aos aspectos, suportes e ferramentas de comunicação pedagógica mediatizada por computador, dando ênfase à educação a distância (capítulo.3); a ergonomia de interface humano-computador, destacando princípios, abordagens, tipos e técnicas de avaliação, em especial as recomendações ergonômicas para a concepção e avaliação de IHCs, sendo que dentre as descritas, faz-se especial referência ao conjunto de critérios ergonômicos de Bastien & Scapin, objeto do módulo ergonômico do método (capítulo.4). Por fim, complementando as três áreas acima, uma parte foi destinada ao levantamento do estado da situação em avaliação de *softwares* educacionais, sendo destacados aqueles pertinentes ao tipo de método objetivado para esta tese (capítulo. 5).

O método propriamente é apresentado em duas partes: o desenvolvimento conceitual, contendo o detalhamento de seu conteúdo, e o operacional, com a proposta de implementação informática.

Em ambos, as categorias são apresentadas por módulos para facilitar a tarefa de interação do avaliador com o método, mas não são excludentes, pois muitos dos critérios de caráter ergonômico têm pertinência pedagógica e vice-versa. Quanto aos comunicacionais, estes possuem direta relação com as duas categorias. Cite-se por exemplo, o critério condução que se aplica diretamente a propósitos pedagógicos e de comunicação mediatizada da mesma forma que navegação e controle do usuário, carga de trabalho e componente cognitiva, densidade informacional, carga mental e grafismo, legibilidade e organização da informação, para citar alguns. A lista de confluência das categorias é extensa e requer uma ampliação desta pesquisa.

A busca de respostas e soluções para a problemática de avaliação de PEIs, determinada pelo objetivo geral desta tese, as contribuições que pretende aportar tanto para a prática do professor-avaliador quanto para pesquisa tecnocientífica, na sua continuidade, bem como os objetivos alcançados, outros objetivos resumem a aplicabilidade do método:

- Tornar seus resultados transparentes para o avaliador afim de ajudá-los a identificar os fatores indicadores de qualidade (ou ausência deles) quando da realização da avaliação, por isso a notação é feita parcial e globalmente;

- Suprir uma necessidade de conhecimento especializado nos domínios da avaliação sobre o que avaliar nas três categorias. Esse conhecimento está contido na definição dos critérios e nas questões pertinentes, o que torna intuitivo o processo de avaliação requerendo pouco aprendizado do avaliador;
- Apesar de implementação em um sistema interativo pode ser utilizado em diferentes suportes como planilha e glossário em versão impressa ou mesmo eletrônica, atendendo assim um público que não tenha acesso à tecnologia para utilizar o sistema informatizado.

Conclui-se, por fim, que os objetivos propostos para esta tese foram atingidos à medida que se cumpriu o que foi previsto para seu desenvolvimento. Uma validação realizada com ambientes e avaliadores diferentes forneceu opiniões encorajadoras sobre a pertinência do método e, ao mesmo tempo, verificou sua aplicabilidade, aspectos positivos, deficiências a corrigir, facilidades/dificuldades de utilização, clareza das questões e eficácia em situação real de uso.

Há de se ressaltar que o conteúdo do método desenvolvido guarda uma originalidade e ineditismo no que tange ao estudo e aplicação interdisciplinar e conjunta da ergonomia e da pedagogia como eixos prioritários e sua articulação com as áreas afins e intercomplementares. Entretanto, o maior ineditismo está na construção dos critérios pedagógicos que constitui um dos módulos, pois dada a insipiência de referência neste aspecto, este foi construído com base em um exaustivo estudo da teoria pedagógica e engenharia didática relacionados aos dispositivos tecnológicos de aprendizagem.

Considera-se, de toda essa construção, que o conteúdo da tese e do método, mais que a ferramenta em si, vão contribuir para os profissionais e pesquisadores na reflexão, elaboração, aprofundamento, extensão e aplicação de conhecimentos, técnicas, modelos e métodos de avaliação no campo das mídias eletrônicas aplicadas à educação na perspectiva do cliente destes produtos, ou seja, do usuário/aprendiz/leitor.

É importante ainda destacar que a avaliação não se esgota na aplicação do método, vez que a extrapolação dos resultados dependerá do uso e das tomadas de decisão do avaliador em função do tipo e objetivo de uso do ambiente a ser avaliado.

O método apresentado visa servir de ferramenta de ajuda para a avaliação. Possui limitações que requerem aprofundamentos e melhor definições, bem como adaptações

e atualizações. Mas, sua vantagem reside no conjunto de aspectos de cada categoria e na possibilidade de discutir a pertinência dos conceitos e critérios.

8.2 PERSPECTIVAS FUTURAS

O método proposto está elaborado de forma a permitir ampliações futuras e estudos adicionais a curto, médio e longo prazos. A curto e médio termos, tornar o MAEP totalmente operacional, bem como adicionar a ele funcionalidades que requerem a colaboração de outros profissionais. A longo termo, as perspectivas são amplas em pesquisa e aplicações tecno-científicas. Visam também estágios evolutivos e/ou atualizações do sistema. Assim, podem-se listar algumas destas perspectivas:

- a) Desenvolver uma versão completa do sistema e validá-la junto a uma amostra expressiva de usuários;
- b) Realizar um estudo comparativo das categorias e critérios visando a construção de um único módulo que contenha a área de confluência das categorias;
- c) Adicionar/suprimir critérios e funcionalidades segundo o estágio evolutivo da tecnologia;
- d) Como os critérios foram elaborados de maneira genérica, existe a possibilidade refiná-los para objetivos de pesquisa específicas, como por exemplo orientá-los para tipologias específicas;
- e) Há ainda a possibilidade de evoluir o sistema com a implementação de agentes inteligentes, agentes pedagógicos e outras funcionalidades.

Enfim, resta, ainda, muito a realizar na área de avaliação de produtos informatizados para fins educacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTET, Marguerite. **Les pédagogies de l'apprentissage**. Paris: Presses Universitaires de France, 1997.

ANDERSON, J.A. Examen de quelques concepts éclairant la position de l'éducateur aux médias. In: GOLAY, J.P. (ed.). Rencontre de la recherche et de l'éducation. **Actes du Symposium**: Lausanne, juin, 1988 pg. 11-23.

ANDERSON, J. Software Evaluation. In: **Educational Software: A Creator's Handbook**. Loughboroug: Tecmedia, 1985.

BALBO, Sandrine. **Évaluation Ergonomique des Interfaces Utilisateur: um pas vers l'automatisation**. Grenoble, 1994. Thèse de doctorat. Laboratoire de Génie Informatique-IMAG, Université Joseph Fourier.

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.

BARTHE, M. Ergonomie des logiciels. **Une nouvelle approche des methodologies d'informatisation**. Paris: Masson, 1995.

BASTIEN, J. M. C., & SCAPIN, D. L **Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces**. (Relatório de Pesquisa N°. 156). *INRIA -Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique*, Rocquencourt, França. 1993.

BASTIEN, J. M. C., & SCAPIN, D. L **Evaluating a user interface with ergonomic criteria**. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7, 105-121. (1995).

BASTIEN, J. M. C., & SCAPIN, D. L. **A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces**. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 4(2), 183-196. 1992.

BENAZET, Patrick. **Évaluation du multimédia éducatif: une approche sémiotique des processus cognitifs**. Montpellier, 3ème. Colloque du Groupe de Recherche en Information et Communication. 30.nov.-01.déc. 2000

BIERMAN, Dick J. **To be intelligent or not to be intelligent: is that the question?** University of Amsterdam, Roetersstraat 15, 1018 WB Amsterdam, 1995.

BISSERET, A., SEBILLOTE, S., FALZON, P., **Techniques pratiques pour l'étude des activités experts**. Toulouse, France. Octares Éditions, 1999.

BITTER, Gary G., WIGHTON, David. **The most important Criteria used by the educational software evaluation consortium**. The computer Teacher Magazine, March, 1987.

BORBALIN, Ruano J.C (sous-dir.).**Eduquer et Former**. Auxerre: Ed. Sciences Humaines, 1998.

BORDENAVE, Juan Diaz; PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. Petrópolis: Vozes, 1993.

BRUILLARD, Eric. **Les machines à enseigner**. Paris: Hermes, 1997 p. 25-67.

CAMILLO, Hélio da Conceição. **Tutorial de recomendações ergonômicas aplicadas à implementação de softwares**. Blumenau: Editora da FURB, 1995.

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.

CAMPOS, Gilda Helena Bernardino. **Avaliação da qualidade de software educacional**. COPPE/UFRJ, setembro de 1996. (notas de acompanhamento de curso).

CHALVIN, Dominique. **Méthodes et outils pédagogiques**. Colletion Formation Permanente. 2 ed. Paris: ESF éditeur, 1999.

CHARLIER B., PERAYA D.. **Apprendre les technologies pour l'éducation: Analyse de cas, théories de référence, guides pour l'action**. De Boek, Bruxelles – Belgica (2002).

CLASS, Barbara. **De l'éducation présentielle à l'éducation distancielle: quelques concepts et études de cas**. Université de Genève. TECFA, Mémo, avril 2001.

COUTAZ, Jöelle. **Interfaces homme-ordinateur: conception et realisation**. Paris: Dunod Informatique, 1990.

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).

CRUZ, Dulce Márcia. **Manual de Videoconferência**. Produzido pelo LED-Laboratório de Ensino à Distância da Universidade Federal de Santa Catarina. PPGE/UFSC/LED. Florianópolis, março,1997.

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.

CYBIS, Walter de Abreu. **Abordagem Ergonômica para IHC**. Labiutil. Laboratório de utilizabilidade. Março, 1997. Notas de aula.

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.

DEPOVER, Christian; GIARDINA, Max; MARTON, Philippe. **Les environnements d'apprentissage multimédia: analyse et conception**. Paris, L' Harmattan, 1998.

Dictionnaire de l'Informatique et de l'Internet 2001. Paris, MICRO-APPLICATION Dossier Spécial, 2001.

Etude comparative technique et pedagogique des plate-formes pour la formation ouverte e a distance – septembre, 1999. Disponível *on line* em http://oravep.asso.fr/synergie/pourtous/kiosque/cd_publ.htm [pdf]. Acessado em 03/03/2002.

EvalWeb, Rapport d'avancement. In: Scapin, D.L., Garride, S., Farenc, C., Vanderdonckt, J. et alii. **Conception ergonomique d'interfaces web: démarche et outil logiciel de guidage et de support**. INRIA, Université Toulouse 1, Université Catholique de Louvain. Décembre, 1999.

FALZON, Pierre. Des objectifs de l'ergonomie. In: DANIELLOU François (Ed.). **L'Ergonomie en quête de ses principes**. Paris: Octares Edition, 1996.

FIALHO, Francisco Antonio Pereira. **Sistemas de Educação à Distância**. UFSC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 1998. Notas de aula.

FREITAS, M. C. Duarte. **Um ambiente de aprendizagem pela Internet aplicado na Construção Civil**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – PPGEP/UFSC

FREITAS, M. C. D. WEB-PCO: Educação continuada pela Internet - A Construção civil na era tecnológica In: XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção e V International Congress of Industrial Engineering, 1999, Rio de Janeiro/RJ. **Anais...**,1999.

GALVÃO, Izabel. Henri Wallon. **Uma concepção dialética do desenvolvimento infantil**. Petrópolis: Vozes,1995.

GALVIS, A.H. **Ingenieria de Software educativo**. Santafé de Bogotá: Ediciones Uniandes, 1992.

GAMEZ, Luciano. **Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Humana. Portugal: Universidade do Minho, 1998.

GAONAC'H, Daniel ; GOLDER, Caroline. **Profession Enseignant: Manuel de Psychologie pour l'enseignement**. Paris: Hachette Education, 1995.

GARDNER, Howard. **Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas,1994.

GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GEORGE, Christian. L'apprentissage. In: **Manuel de Psychologie**. Paris: Ed. Vogot, 1985.

GIARDINA, Max, DUSCHATEL. Analyse et design de l'apprentissage "sans distance". Université de Montréal et LICEF (Téléuniversité), 2001.

GILLI, Michel. Aproches socio-construtives du développement cognitif. In: GAONAC'H, Daniel e GOLDER, Caroline. **Profession Enseignant: Manuel de Psychologie pour l'enseignement**. Paris: Hachette Education, 1995.

GOTTSCHALK, Tania .H. **Evaluation for Distance Educators**. <http://www.uidaho.edu/evo/dist4.html>. (acessado em 17/01/2000).

Guides méthodologiques utiles pour la mise en place d'une plate-forme de téléformation.

Fiche 4: Les fonctions d'accompagnement. Disponible en ligne em: <http://www.oravep.asso.fr/synergie/pourtous/observat/df/upf/guide.htm> (acessado em 04/03/2002).

Guide Technique LEARNETT, in: Charlier B., Peraya D.. **Apprendre les technologies pour l'éducation: Analyse de cas, théories de référence, guides pour l'action.** De Boek, Bruxelles – Belgica (2002).

HARVEY, Denis. Analyse de la multimediatização des messages et evaluation de leur efficacite dans un Systeme d'Apprentissage Multimedia Interactive (SAMI). **Document d'accompagnement de l'hyperthese.** Quebec: **Université Laval, 1997.**

HENRI, France e DORÉ, Sylvie. **Environnement d'apprentissage multimédia.** Quebec: Télé-Université & Ecole de Technologie Supérieur, 1997.

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), Waschington DC, March, 1996.

HÛ, Olivier. TRIGANO, Philippe, CROZAT, Stéphane. **Proposition de critères d'aide à l'évaluation de l'Interface Homme/Machine des logiciels multimédia pédagogiques.** CALISNET, 1998.

HÛ, Olivier; TRIGANO, Philippe; CROZAT, Sthéfanie. E.M.P.I.: Une méthode pour l'évaluation de multimédia interactive pédagogique. **Sciences et techniques éducatives. Vol. 8 – no. 3-4/2001.**

JOHNSON-LAIRD, Philip N. **The Computer and Mind.** Cambridge: Haward,1988.

JONASSEN, D.H. Conceptual Frontiers in Hypermedia Environments for Learning. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia** 2(4), VA 1993 (pp.331-335)

KEARSLEY, Greg. **Explorations in Learning & Instruction: The Theory Into Practice** Database. URL: <http://tip.psychology.org/index.html> acessado em 24/06/2001.

KUSTCHER, Nathalie; St.PIERRE, Armand. **Les Technologies Pedagogiques et le Web. Un guide pratique pour la utilisation des NTICs dans un contexte d'apprentissage.** Ottawa, Canadá: Éditions Vermette, 1999.

KOZMA, R.B. Learning with media. **Review of Educational Research** no. 61: 179-211, 1991

LAMONTAGNE, Denis. **151 Plate-formes de e-formation.** ©Thot/Cursus. Disponible *on line* em <http://thot.cursus.edu/rubique.asp?no=12074> . Acessado em 14/02/2002.

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).

LINARD, M. Nouvelles technologies et formation. In: **Sciences Humaines, eduquer et former.** Le bilan complet des connaissances, Hors série, número 12, Février-Mars 1996.

MALLIEN, Philippe. **Grille d'Analyse sociologique de l'usage des nouvelles Technologies d'Information et de Communication (TIC)**. Grenoble. CERAT/CNRS/IEP, 1994;

MARTON, Philippe. La conception Pédagogique de Systèmes d'apprentissage multimédia Interactif: Fondaments, méthodologie et problématique. Département de Technologie de l'enseignement. Faculté des Sciences de l'Education, ULAVAL. Disponível *on line* em <http://www.fse.ulaval.ca/fac/tem/reveduc/html/vol1/no3/concept.html>. Acessado em 12/12/2001 .

MARTON, Philippe, HARVEY, Denis. **L'Évaluation des Systèmes d'Apprentissage Multimédia Interactive**. Groupe de Recherche GRAIN. Faculté des Sciences de l'Education. Université LAVAL, 2001.

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.

MEDA97. 61 critères d'évaluation de logiciels de formation-éducation. MédiaScreen, **CD-ROM**, Université de Liège, 1997.

MENDELSON, Patrick.JERMANN, Patrick. Les Technologies de l'information appliquées à la formation. **Programme National de Recherche no.33**. TECFA-Faculté de Psychologie e des Sciences de l'Éducation. Université de Genève, 1997.

MICHARD, Alain. Maquettage et prototypage des interfaces. In: SPERANDIO, Jean-Claude. **L'ergonomie dans la conception des projets informatiques**. Toulouse-France: Octares Éditions, 1993.

MINDER, Michel. **Didactique Fonctionnelle: objectifs, stratégies, évaluation**. 8ème édition. Paris, Bruxelles: DeBoeck Université, 1999.

MISUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as Abordagens do Processo**. Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo: EPU, 1986.

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.

NIELSEN, Jacob. **Usability Engineering**. New Jersey: A. P. Professional, 1993.

NIQUINI, Débora Pinto. **Informática na educação implicações didático - pedagógicas e construção de conhecimento**. [s.l.] : Editora UNIVERSA, [s.d.].

NORMA ISO 9241, **Ergonomics requirements for office work with visual terminals** – Partes 10 a 17.

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.

OLIVEIRA, Marta Kohl. Vygotsky e o processo de formação de conceitos. In: TAILLE, Yves de la et alli. Piaget, Vigotsky, Waalon. **Teorias Psicogenéticas em Discussão**. São Paulo: Summus, 1992.

OLLIVIER, Bruno. **Communiquer pour enseigner**. Paris: Hachette, 1992.

PAQUETTE, Gilbert. **Construction de portails de télé-apprentissage: Explor@-Une diversité de modèles pédagogiques**. Centre de Recherche LICEF/CIRTA. Télé-université, Montréal. Sciences et techniques éducatives. Vol. 7 no.1/2000 pg 207 a 226.

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 19/04/2001).

PERAYA, Daniel. Internet, un nouveau dispositif de médiation des savoirs et des comportements? **Actes des Journées d'études "Eduquer aux médias à l'heure du multimédia"**. Conseil de l'éducation aux médias. Bruxelles, décembre, 1999.

PERAYA, Daniel. Qu'est-ce qu'un campus virtuel? In: CHARLIER,B.; PERAYA, D. **Utiliser les technologies pour apprendre. Projet, pratiques guides pour l'action**. Bruxelles: DeBoeck, 2001.

PERAYA, Daniel; OTT, David. **Concevoir et Réaliser des Documents de Formation**. Documents pour le séminaire de formation continue. Université de Genève. TECFA, 2000

PASTIAUX, G. et J. **Précis de pédagogie**. Repères pratiques. Maxéville, France: Nathan, 2000.

PETTENGER, Owene, GOODING, C. Thomas. **Teorias da aprendizagem na prática Educacional**. São Paulo: EPU, 1977.

PRÉGENT, Richard. In: DEMERS, Marie-Josée et alli. **Video Conference et Formation**. Guide Pratique. Montreal: Editions de L'École Polytechnique de Montreal, 1996.

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.

QUINTIN, Jean-jacques. **Grille d'évaluation de logiciel éducatif**. UTE: Unité de technologie de l'Éducation> Université de Mons-Hainaut, 1997.

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.

RAYNAL, Françoise, RIEUNIER, Alain. **Pédagogie: Dictionnaire des concepts clés. Apprentissages, formation et psychologie cognitive**. Paris: ESF éditeur, 1997.

RAVDEN, Susannah, JOHNSON, Grahah. **Evaluating usability of human-computer interfaces: a practical method**. Ellis Horwood, 1989.

REEVES, T.C., REEVES, P.M., Effective Dimensions of Interactive learning on de World Wide Web, in Web-Based Instruction, Englewood Cliffs N.J.: **Educational Technology Publications**, 1999).

RHÉAUME, Jacques. **Hipermédias et apprentissages**. Paris: INRP, 1993 p. 139-150.

- RHÉAUME, Jacques. **Apprivoiser la technologie éducative**. Faculté des Sciences de l'éducation. Université Laval. Tome I, 2000.
- RICH, Elaine e KNIGHT, Kevin. **Inteligência Artificial**. São Paulo: Mkron Books, 1993
- SALOMON, G. **Interaction of media, cognition, and learning**. São Francisco: Jossey-Bass, 1979b.
- 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.
- SARAIVA, Terezinha. A utilização em educação a distância: realizando as intenções. **Tecnologia Educacional**, v.22(125) jul./ago. 1995. p. 31-34.
- SCAPIN, D. L.. Situation et perspectives en ergonomie du logiciel. In: SPERANDIO, J.C. **L'érgonomie du travail mental**. Paris: Masson, 1988.
- SCAPIN, Dominique L. BASTIEN J.M. Christian. **Behavior&Information Tecnology**, 1997, Vol 16, NO. 4/5, P.220-231
- SCAPIN, D.L., GARRIDE, S., FARENC, C., VANDERDONCKt, J. **Conception ergonomique d'interfaces web: démarche et outil logiciel de guidage et de support**. INRIA, Université Toulouse 1, Université Catholique de louvan. Décembre, 1999
- SCAPIN, Dominique L. **Organizing Human Factors Knowledge for Evaluation and Design of Interfaces** - B.P. 105/78153 Le Chesnay Cedex, France.
- SÉGUY, Françoise. **Les produits interactives et multimédias: méthodologie, conception, écritures**. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble, 1999.
- 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.
- SIANGS, James E. ; PUGH, Richard. **Using Interative Vídeo for Instruction**. Office of Education Technology Services. Indiana University. In: http://www.ind.net/IPSE/fdhndbook/uiv_.html (acessado em 16/01/98).
- SILVA, Cassandra Ribeiro de O. **Bases pedagógicas e ergonomicas para a concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – PPGEP/UFSC.
- SILVA, Cassandra Ribeiro, RESIN, Bertrand. Grille d'évaluation ergonomique de logiciel. STAF 12. Août, 2000. <http://tecfa.unige.ch/staf/staf-e/resin/dill/evaluation/index.html>
- SILVA, Cassandra Ribeiro. VARGAS, Carlos Luciano Sant'Ana. Avaliação da qualidade de software educacional. XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção e V International Congress of Industrial Engineering. **Anais...CD-ROM**. Rio de Janeiro, novembro de 1999.
- SPERANDIO, J.C. L'ergonomie du travail mental. **Colletion de psychologie appliquée. Paris: Masson, 1988**
- SPERANDIO, J.C. **L'érgonomie du travail mental**. Paris: Masson, 1988.

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

STERNBERG, Robert. **As capacidades Intelectuais Humanas**: Uma abordagem de Processamento da Informação. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

TAILLE, Yves de La e et alli. Piaget, Vigotsky, Waalon. **Teorias Psicogenéticas em Discussão**. São Paulo: Summus, 1992.

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.

VALENTIN, Anete; VALLERY, Gerard ; LUCONGSANG, Raymond. **L'évaluation ergonomique des logiciels. Une démarche iterative de conception**. Montreuge: ANACT, 1993.

VANDERDONCKT, Jean. **Guide ergonomique des interfaces homme-machine**. Namur: Presses universitaires de Namur, 1994.

VANDERDONCKT, Jean, MARIAGE, Céline. Introduction à la conception ergonomique ... pages web. UCL.Université Catholique de Louvan, 1996-2000. Disponível on line em: <http://www.qant.ucl.ac.be/membres/jv/jv/html>. Acessado em 06/01/02.

WILLIS, Barry. **Instrucional Development for Distance Education**. ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Information Resources, Syracuse, N. Y.,1992.

WILLIS, Barry. **Strategies for teaching at a distance**. ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Information Resources, Syracuse, N. Y., 1993.

WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho. Ergonomia: Método e Técnica**. São Paulo: FTD, 1987.

YALLI, Juan Simon. Educação à Distância. **Tecnologia Educacional** v.22 (123/124) Mar/Jun, 1995.

ZELLOUF, Yamina, GIRARDOT, Jean-Jacques, JAILLON, Philippe. **Grille d'évaluation des contenus des documents web**. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. Département Réseaux Informations Multimédias. Disponível *on line* em: <http://www.emse.fr/fr/transfert/simmo/publications/ZELLOUF/CIDE.pdf> . Acessado em 26/12/2001.