

Ergonomia de Interface HumanoComputador - IHC –

Notas de Curso

Cassandra Ribeiro de Oliveira e Silva

Pedagoga, Doutora em Engenharia de Produção

E-Mail : Cassandra@ifce.edu.br

Atenção!

Difusão estritamente reservada. Direitos de reprodução somente com a autorização prévia da autora.

Citações de trechos devem ser acompanhadas da referência a este documento.

SUMÁRIO

1.	CONCEITOS DE ERGONOMIA.....	5
2.	OBJETIVOS DA ERGONOMIA.....	6
3.	APLICAÇÕES DA ERGONOMIA.....	7
4.	APLICAÇÕES DA ERGONOMIA EM INFORMÁTICA	9
4.1	Ergonomia de software (IHC).....	10
4.2	Ergonomia do material	10
4.3	Ergonomia dos programadores	11
5.	CARTA DE DIREITO DOS USUÁRIOS	11
6.	ERGONOMIA COGNITIVA	12
6.1	Os Modelos Mentais	13
6.2	A memória	14
6.3	Custos Cognitivos	17
6.4	Os Processos Cognitivos	17
6.5	A Percepção.....	17
6.6	Orientação Perceptiva.....	19
6.7	O Tratamento da Informação	19
6.8	As formas de Raciocínios.....	21
6.9	O Aprendizado	22
7.	ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO – AET.....	23
7.1	OBJETOS DE ESTUDO DA AET	23
7.2	ETAPAS DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO	26
7.3	As técnicas utilizadas em AET:.....	28
7.4	Integração da AET no ciclo de vida de um projeto	29
8.	A ERGONOMIA EM INFORMÁTICA NO PROJETO E AVALIAÇÃO DE INTERFACES INTERATIVAS	31
9.	PANORAMA DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IHC	36

9.1	Tipos de avaliação e técnicas de base	38
9.2	Tipos de avaliação	39
9.3	Principais técnicas de registro e coleta de dados	41
10.	CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA PARA INTERFACE HOMEM-COMPUTADOR	45
10.1	Etapa de análise	46
	Identificação e Reconhecimento do Público Alvo.	46
	Análise de necessidades:	46
	Análise e validação dos requisitos:	47
	Sessões de arranjo e classificação:	47
10.2	Etapa de concepção	48
	Especificação funcional do sistema homem-máquina.	48
	Repartição de funções homem-máquina.....	48
	Especificação da futura tarefa interativa.	49
10.3	Etapa de projeto	49
	Transição da tarefa para a interface:.....	49
	Metáfora e projeto gráfico:	50
	Desenho de telas:	50
	Storyboards e flipbooks:.....	50
	Maquetes, protótipos e versões evolutivas:	51
10.4	Atividade de validação ergonômica	51
11.	AS RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS.....	52
11.1	Recomendações de Bastien & Scapin	52
11.2	Recomendações de Ravden & Johnson	62
11.3	Checklist adaptado de Ravden e Johnson (1989).....	63
11.4	Os dez princípios de J. Nielsen	68
11.5	As recomendações de Jean Vanderdonckt	71
11.6	As normas ISO 9241	73
12.	Checklist elaborado a partir da ISO 9241.....	75
13.	Recomendações para as Ajudas On-line (Cybis, 1997)	78
14.	MODELO DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE VALENTIN, VALLERY E LUCONGSANG	81
14.1	Reconhecimento do <i>Software</i>	83
	A entrevista com o projetista.....	83
	Demonstração do programa.....	83

Fase dos testes	83
Entrevista	84
14.2 Definição da população e dos cenários	84
População:	85
Cenários.	86
14.3 Coleta de dados	89
14.4 Análise dos dados coletados	91
14.5 Síntese dos resultados	92
Identificação da demanda	92
Descrição do produto	92
Condições de avaliação	92
Definição dos cenários da tarefa	92
Resultado das observações	93
Resultado dos diferentes questionários	93
Recomendações e proposições	93
Conclusão	93
15. GUIAS DE ESTILO (guide de style, guidelines).....	93
16. UM EXEMPLO: AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS.....	95
17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

1. CONCEITOS DE ERGONOMIA

O elemento central da ergonomia é o ser humano. Seu foco é **a adaptação do trabalho ao homem (não o contrário). Objetiva qualidade de vida no trabalho e aumento da produtividade social.**

➤ Ergonomia deriva da palavra grega *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis naturais, regras).

➤ É uma disciplina científica que estuda o funcionamento do homem em atividade profissional. Daí toda sua característica interdisciplinar como fisiologia do trabalho, psicologia cognitiva, experimental e do trabalho, sociologia das organizações, antropologia (e etnologia), medicina do trabalho, lógica e didática...

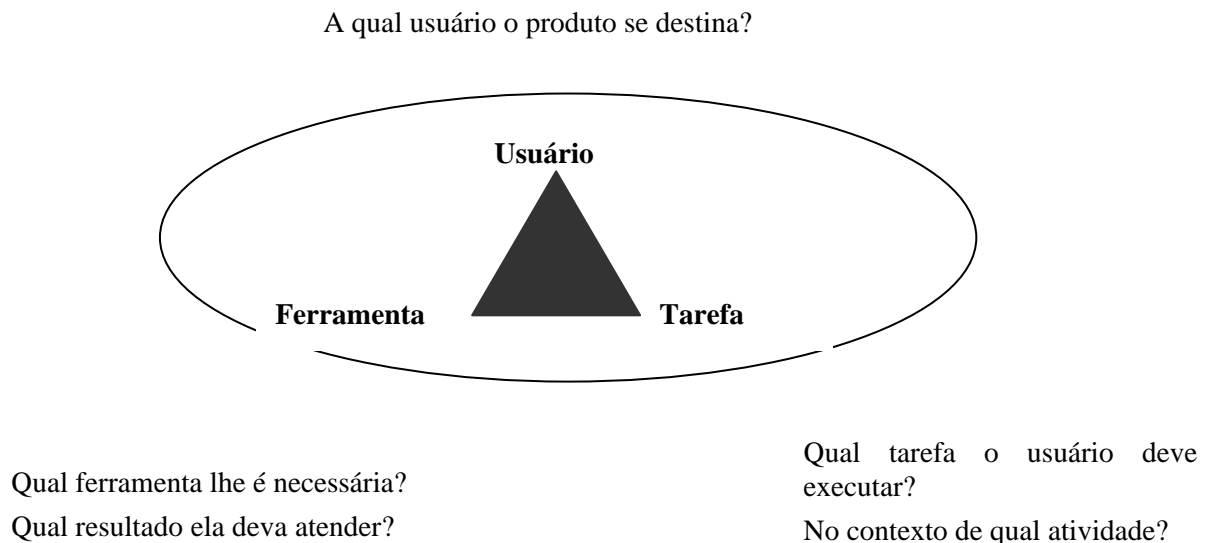
➤ Comporta-se como disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos e os outros componentes de um sistema.

- ◆ “É o conjunto de conhecimentos a respeito do homem em atividade, a fim de aplicá-los à concepção das tarefas, dos instrumentos, das máquinas e dos sistemas de produção” (Laville, 1993).
- ◆ Conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, de segurança e eficácia pelo maior número de pessoas (Wisner, 1987).
- ◆ Disciplina que agrupa os conhecimentos da fisiologia, da psicologia, engenharia e das ciências conexas aplicadas ao trabalho humano objetivando uma melhor adaptação dos métodos, dos meios e do ambiente de trabalho ao homem (Wisner, 1988).
- ◆ Conjunto de pesquisas e de aplicações interdisciplinares visando a definição e aplicação dos princípios que governam a adaptação recíproca dos componentes dos sistemas homem-máquina. A psicologia experimental, a psicologia social e a fisiologia constituem as disciplinas mais importantes neste conjunto (Vocabulaire de L'Education, 1979).

- ♦ A ergonomia combina, pois, saberes interdisciplinares que visam explicar as práticas de trabalho: ela não retém exceto o que é pertinente para a explicação
- ♦ Portanto, é um domínio de intervenção, constituído a partir muitas disciplinas, cujo objetivo é estudar o trabalho afim de adaptá-lo ao homem .
- ♦ No campo da informática, para os software, a ergonomia é um caso particular de adaptação do trabalho ao homem: a adaptação do sistema informático à inteligência humana. Esta adaptação à inteligência começa com a adequação da ferramenta à representação do usuário (Wisner apud Sperandio, 1988).

Uma definição prática da ergonomia é dada por DROUIN, FAVEAU & JACQUOT (1990):

“A ergonomia se situa no interior do triângulo de interações entre a tarefa, a ferramenta e o usuário”.



2. OBJETIVOS DA ERGONOMIA

- O objetivo central da ergonomia é projetar e/ou adaptar situações de trabalho compatíveis com as capacidades e respeitando os limites do ser humano.

- Conduzir e orientar modificações para melhorar as condições de trabalho sobre os pontos críticos que foram evidenciados na AET, assim como melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos ou serviços que serão produzidos ou realizados.

3. APLICAÇÕES DA ERGONOMIA

A ergonomia está presente em praticamente todos os setores da atividade humana. Em alguns setores de forma mais evoluída, outros ainda em evolução. A esse exemplo, destacam-se:

Na indústria

É onde a ergonomia está mais presente e se reflete em freqüentes inovações no campo tecnológico e gerencial, como se verifica:

- ◆ No aperfeiçoamento homem-máquina - com forte expressão na Ergonomia de Sistemas. Direciona-se às interações dos diferentes elementos humanos e materiais do aparelho produtivo;
- ◆ Na organização do trabalho – Está relacionada à ergonomia do posto de trabalho. Assim como na ergonomia de sistemas, situa-se em torno dos problemas sócio-técnicos e psico-técnicos da adaptação do trabalho ao homem. Procura reduzir a fadiga e amonotonia, aumentar a motivação e a participação nas decisões da organização;
- ◆ Na melhoria das condições de trabalho – Analisa as condições físicas do trabalho (temperatura, ruídos vibrações, luminosidade...) com vistas a diminuir erros, prevenir acidentes e doenças;
- ◆ Nos produtos – Os produtos de consumo estão sendo produzidos cada vez mais sobre padrões ergonômicos de segurança e eficácia (produtos alimentícios, bens de consumo...);
- ◆ Na automação industrial e robótica – Tanto um como o outro exige uma “atuação combinada com os operadores humanos”. A ergonomia está presente desde o projeto da máquina até a programação e uso da linguagem”(Lida, 1995 p.446).
- ◆ Está presente na fábrica, na mineração, na construção, na agricultura, nos serviços (escritório, saúde, educação, transporte, laser...). Modificam-se tarefas e produtos de difícil manipulação e para usufruto do homem e do sistema produtivo.

Na agricultura

- ♦ A ergonomia está presente, ainda que escassamente, na produção de máquinas e implementos agrícolas, substituindo a força bruta do homem e nos processos de colheita, transporte e armazenamento.

Nos serviços

- ♦ No setor de serviços, têm sido crescentes as aplicações da ergonomia, facilitando a vida da população e aumentando a produtividade. É neste setor onde se verifica maior aumento da qualidade de vida:
 - Nos projetos e racionalização de sistemas de informação;
 - Nos centros de processamento de dados;
 - Na automatização dos bancos;
 - Na organização dos sistemas complexos;
 - Nos postos de trabalho;
 - Nas academias de ginásticas
 - No laser;
 - Nos serviços públicos
 - Na formação e treinamento
 - Outros

Nas atividades domésticas

Do fogão a lenha ao microondas, a ergonomia de produto torna mais funcional e seguros os utensílios domésticos, o mobiliário, os eletrodomésticos, a arquitetura das residências, facilitando a vida das pessoas e otimizando seu tempo.

Na construção civil

Projetos de arquitetura para indústrias, comércio, administração e residências, fazem uso dos conhecimentos da ergonomia para melhor adaptar esses ambientes às atividades humanas (de relações de produção, de conforto, de funcionalidade...alguns até dotados de “sistemas inteligentes”).

Nos transportes

- **nos transportes de passageiros** (terrestre, aéreo e aquático), a ergonomia contribui com os parâmetros de dimensões espaciais,

acomodações, vibrações, aceleração, climatização, etc. A ergonomia do condutor também é considerada;

- **nos transportes de carga** – procura a diminuição de acidentes ocasionados pela duração do trabalho e a imobilidade que a tarefa impões ao motorista, como também por problemas ocasionados na interação do motorista com o veículo, a estrada e o fluxo de tráfego.
- **Nos transportes urbanos** – procura minimizar os problemas físicos que os veículos freqüentemente apresentam (e ainda não resolvidos por problemas de custos, ambientais), problemas de trânsito e do motorista (e trocador).

No projeto de escritório

Principalmente na automação dos trabalhos de escritório, ocorrendo redução dos papéis e aumento do fluxo de informações, entre outras.

Outras aplicações:

Nas interações do homem com as novas tecnologias de tratamento da informação e comunicação. Cada vez mais são consideradas as características humanas e da máquina numa “simbiose” homem-máquina.

No estudo do desempenho humano no projeto e operação de sistemas complexos – Atividade multidisciplinar, comportando três áreas de especialização: ergonomia de sistemas, ergonomia de software e ergonomia matemática.

Na Educação, formação e qualificação – A área predominante é a ergonomia cognitiva ou psicologia cognitiva.

4. APLICAÇÕES DA ERGONOMIA EM INFORMÁTICA

Em informática, a ergonomia é um caso particular de adaptação do trabalho ao homem: Adaptação do sistema informático à inteligência humana. Esta adaptação começa com a adequação da ferramenta à representação do usuário.

4.1 Ergonomia de software (IHC)

Refere-se predominantemente ao Projeto e Avaliação de Interfaces Humano-Computador – IHC.

...

4.2 Ergonomia do material

□ Quanto ao monitor e tela:

- O tamanho
- A legibilidade
- As codificações
- A designação, a posição
- A luminância

□ Quanto ao teclado

- O reagrupamento funcional das teclas
- Sua implantação em função dos dedos da mão
- A forma das teclas e suas dimensões
- As cores das teclas e do fundo
- As codificações das teclas (grafismo das letras, designação simbólica)a forma do teclado, sua dimensão e sua inclinação

□ Quanto aos terminais (posto de trabalho)

- A altura
- A disposição dos equipamentos sobre a mesa
- A impressora (localização e ruído)
- A cadeira
- A disposição do terminal no local
- A luminosidade do posto

As conseqüências de uma má ergonomia globais provocam: fadiga visual, distúrbios posturais, stress, frustração, distúrbios globais ulteriores, como problemas de sono, de

4.3 Ergonomia dos programadores

O trabalho dos programadores é tipicamente um trabalho mental, atividade cognitiva de solução de problema por excelência. Visa compreender a legibilidade de um programa para a construção de um novo programa e ou manutenção informática.

...

5. CARTA DE DIREITO DOS USUÁRIOS

Para compreender de imediato sobre a importância da ergonomia de IHC, aqui está uma “Carta de direito dos usuários”. Esta carta é uma tradução livre de um artigo intitulado "A computer user's manifesto ", escrito por Stephen W. Wildstrom e extraído da Revista "[Business Week](#)" de 28 de setembro de 1998, pg. 18.

- O usuário tem sempre razão. Se existe um problema com a utilização do sistema, ele provém do sistema e não do usuário.
- O usuário tem direito à facilidade de instalação de softwares e de equipamento informático.
- O usuário tem direito a sistemas que fazem exatamente o que devem fazer.
- O usuário tem direito a instruções claras, simples e precisas permitindo-lhe compreender e utilizar um sistema que assegure o atendimento de seus objetivos
- O usuário tem direito ao controle absoluto do sistema. Este de fazer somente o que lhe é solicitado.
- O usuário tem o direito de ser informado pelo sistema sobre seu estado em relação à tarefa que ele efetua e em relação ao progresso em andamento até completar a tarefa de maneira clara, compreensível e precisa.

- O usuário tem direito de ser informado claramente quanto as especificações requeridas para utilizar plenamente todo o sistema informático.
- O usuário tem o direito de conhecer os limites das capacidades do sistema.
- O usuário tem o direito de se comunicar com os fornecedores de tecnologias e receber respostas úteis e inteligentes à todas as suas questões.
- O usuário deve ser o mestre da tecnologia e não o contrário. Todo sistema deve ser intuitivo e natural durante sua utilização.

6. ERGONOMIA COGNITIVA

As atividades humanas sempre têm uma face física e outra mental, motivando duas especialidades bem nítidas da ergonomia; a física e a cognitiva.

A ergonomia cognitiva tem por finalidade o conjunto de atividades mentais dos sujeitos engajados na realização de uma tarefa, especialmente no caso das tarefas informatizadas, onde os processos cognitivos da atividade são preponderantes.

Assim como os conhecimentos sobre a fisiologia da mão e do braço são importantes no projeto de uma ferramenta manual, também os conhecimentos sobre as características humanas no tratamento da informação são importantes no projeto de um software interativo.

Conhecer o usuário significa considerar além das informações provenientes da análise ergonômica do trabalho (idade, sexo, formação específica, conhecimentos, estratégias, etc), mas também aquelas ligadas às suas habilidades e capacidades em termos cognitivos.

A escola cognitivista/construtivista postula a existência e descreve diversas estruturas cognitivas internas. A principal delas refere-se a “representação simbólica” ou modelo mental que o sujeito elabora a partir de estímulos do meio ambiente.

6.1 Os Modelos Mentais

O sistema cognitivo humano é caracterizado pelo tratamento de informações simbólicas. Isso significa dizer que as pessoas elaboram e trabalham sobre a realidade através de representações ou modelos mentais. Esses modelos, que condicionam totalmente o comportamento do indivíduo, constituem a sua visão da realidade, que é modificada e simplificada pelo que é fundamentalmente significativo para ele. Ela amplia os elementos pertinentes e elimina os secundários estando intimamente ligada aos conhecimentos já adquiridos e a compreensão que o indivíduo tem de um problema.

Os modelos mentais variam de indivíduo para indivíduo, em função de suas experiências passadas, e evoluem no mesmo indivíduo, em função de sua aprendizagem. Uma interface homem - computador, deve ser flexível o suficiente, para adequar-se a diferentes tipos de usuários, ao mesmo tempo em que possa adaptar-se a evolução das características de um usuário específico durante seu processo de aprendizagem com o sistema.

Neste sentido, pode-se distinguir, numa determinada situação de trabalho informatizada, duas consequências clássicas:

- As diferenças de modelos mentais entre indivíduos iniciantes e experientes;
- As diferenças de modelos mentais entre indivíduos, segundo as funções por eles exercidas, de gestão ou de operação, por exemplo.

6.2 A memória

Os modelos mentais são armazenados e recuperados através de um conjunto de fenômenos que têm em comum o fato de restituir a informação, com maior ou menor transformação, após um certo tempo, quando a fonte desta informação não está mais presente.

Vários comportamentos do homem evidenciam sua capacidade de memorização:

- O reconhecimento: é a capacidade do homem de reencontrar no seu campo perceptivo, elementos anteriormente memorizados (reconhecer o nome de uma opção de menu muito tempo sem vê-la).
- A reconstrução: é a capacidade de recolocar os elementos memorizados na sua organização anterior (quais eram os parâmetros iniciais da configuração de um parágrafo de texto antes de reconfigurá-lo?).
- A lembrança: é a capacidade do homem de recuperar, de forma integral, uma situação anteriormente vivenciada, sem a presença de nenhum dos elementos dessa situação.

Duas classes de teorias complementares procuram descrever a natureza e o formato das memórias humanas, e suas regras de armazenamento e de recuperação da informação; **a connexionista e a cibernética**

1) O Modelo de memória connexionista

O modelo biônico/connectionista explica a memória à partir da neurofisiologia do cérebro humano, com neurônios (células nervosas) e sinapses (comunicação entre elas). Este modelo de memória propõe um modo de armazenagem, onde a informação é distribuída sobre um conjunto de ligações sinápticas.

O funcionamento de um sistema conexionista é determinado pela rede de ligações entre os neurônios (unidades de tratamento), e pelos pesos das ligações que determinam a ocorrências de sinapses (comunicação entre eles).

As redes de neurônios são capazes de modificar sua própria conectividade, através da modificação dos pesos das ligações. Isso ocorre tanto em função de uma situação externa, ou de sua atividade interna. A rede assume assim, novos estados, e passa a fornecer respostas diferenciadas em função das restrições de uma situação específica.

2) O Modelo de Memória Cibernético/Computacional

O modelo cibernético/computacional, também chamado de modelo de Von Neumann, descreve a memória humana à semelhança da memória de um computador. Este modelo distingue três sistemas de estocagem, que correspondem, provavelmente a sistemas neuro-fisiológicos também distintos: o registro sensorial das informações (RS), a memória de curto termo (MCT) e a memória de longo termo (MLT).

Em sua versão original, a informação que é liberada pelo sistema perceptivo, é armazenada em um registro sensorial de capacidade limitada. O registro sensorial da informação é conservado apenas por alguns décimos de segundos, sem nenhuma possibilidade de prolongamento.

A parte que é selecionada para um tratamento mais elaborado é armazenada na memória de curto termo –MCT-.

A capacidade da MCT é de 6 a 7 itens e seu esquecimento ocorre em poucos segundos. Esta declaração define a MCT como um registro de armazenamento, indiferente ao formato da informação e passivo ao nível de evocabilidade exigido. Já o modelo de memória de trabalho – MT- define

esta memória intermediária como um centro de tratamento, composta de dois sub- sistemas escravos especializados, um nos tratamentos verbais e outro nos tratamento visuais-especiais. Um executor central é capaz de manter certas informações em um alto nível de evocabilidade.

A partir da memória de trabalho, a informação pertinente é armazenada em registro permanente, entendido como uma rede de conceitos. Os esquemas representam a base de conhecimento do indivíduo. A permanência da informação na memória de longo termo – MLT- não sujeita à limitações de ordem temporal, o que não implica em uma acessibilidade permanente. Existem dois tipos de esquemas; os episódios e os semânticos.

A memória episódica guarda o conhecimento de ordem procedural, essencialmente dinâmico e automatizado.

O efeito do contexto (intrínseco, interativo, psicológico) é o fator determinante da recuperação da informação na memória episódica. Um bom desenho depende da compatibilidade entre as condições contextuais no momento do registro e no momento da recuperação.

A memória semântica armazena conhecimentos declarativos organizados, segundo redes de proposições conceituais. O acesso à informação independe do contexto, e acontece pela ativação de um de seus nós, e pela propagação desta ativação nos nós vizinhos.

O esquecimento, na memória permanente, é causado por um processo de revisão mental, pelo aumento do número e da semelhança das proposições conceituais, e pela incompatibilidade entre os contextos de codificação e de recuperação.

6.3 Custos Cognitivos

Os conhecimentos científicos atuais não permitem definir, de forma exata, os “custos fisiológicos” para memorizar uma ou outra informação. Não se pode, então, avaliar uma memorização mínima ou uma memorização muita elevada, relacionada com a característica da informação memorizada. Todavia, é possível considerar que ela depende, dentre outras coisas:

- Do número de informações a serem detectadas e tratadas,
- Da velocidade de apresentação dos sinais,
- Do efeito da redundância das informações,
- Da medida de prazos para elaboração de respostas motoras em relação à percepção das informações, etc..

6.4 Os Processos Cognitivos

O termo “processo cognitivo” é empregado para denotar as diversas etapas do caminhar da informação, desde a sua recepção, passando pelo tratamento até a ação sobre o meio.

6.5 A Percepção

O homem toma conhecimento do mundo através do tratamento da informação sensorial. De fato, o homem, como todos os seres vivos, coleta no meio ambiente as informações necessárias à sua adaptação ou à sua sobrevivência.

A elaboração do conhecimento perceptivo demarca a noção de sistema perceptivo. Assim a percepção abrange o conjunto de estruturas e tratamentos pelos quais o organismo impõe um significado aos dados sensoriais.

Inicialmente, pode-se distinguir a sensação da percepção, ainda que, nas modernas obras de psicologia, elas sejam tratadas como dois níveis de análise de um mesmo processo cognitivo.

Na verdade, sensação é a resposta específica à um estímulo sensorial, enquanto percepção é o conjunto dos mecanismos de codificação, das diferentes sensações elementares, visando lhes dar um significado.

O estudo da percepção situa-se num nível menos sensorial e mais cognitivo do que o estudo da sensação. De fato, neste caso, nos interessa menos as condições do estímulo que a percepção, e mais o *percept* corresponde à um certo estímulo, isto é, o conhecimento do “objeto”, tal como ele é percebido.

Gagné (1962) distingue, na atividade mental de trabalho de um indivíduo operando um dispositivo técnico (um computador, por exemplo), três funções distintas para a percepção:

- Função de detecção: constatar se existe ou não um sinal. O sujeito detectando o sinal, fará uma confrontação com as informações memorizadas para dar uma resposta;
- Função de discriminação (de identificação): classificar as informações em categorias. Esta função só é possível se anteriormente houve a detecção e se as categorias foram também memorizadas;
- Função de interpretação (tratamento das informações): dar um significado às informações. Esta função só é possível se anteriormente houver a detecção, a discriminação e a aquisição dos conhecimentos (memorização).

Neste modelo pode-se distinguir, as atividades mentais ligadas à percepção das informações, coletada pelos órgãos dos sentidos no meio ambiente de trabalho e nas atividades mentais ligadas ao tratamento das informações.

Nessas, a memória desenvolve papel considerável, tanto no tratamento das informações sucessivamente percebidas (memória de curto-termo), como no tratamento daquelas associadas às informações adquiridas pela experiência (memória de longo-termo).

O sistema perceptivo humano é caracterizado por um conjunto de sistemas autônomos, cada um especializado no tratamento de um tipo de estímulo que pode ser a percepção da fala, a percepção auditiva e/ou visual.

6.6 Orientação Perceptiva

Nas obras mais recentes de psicologia, os autores consideram a percepção como uma atividade adaptada e não mais como um estágio de registro passivo. O percebido não é análogo a uma fotografia.

A percepção é uma construção, um conjunto de informações selecionadas e estruturadas, em função da experiência anterior, das necessidades e das intenções do organismo, implicado ativamente numa determinada situação (Reuchellin, 1977). Isso porque, os processo cognitivos de detecção e de discriminação das informações são extremamente complexos e interligados.

A discriminação de uma informação apoia-se sobre uma detecção previamente efetuada, porém não depende unicamente das características da estimulação externa ou sensação (como propõe a psicologia behaviorista), mas também do tratamento que o sujeito pretende realizar. Na realidade do trabalho, a detecção responde a um objetivo, mais ou menos explícito, por parte do sujeito, o qual irá organizar a coleta das informações consideradas pertinentes em relação à este objetivo.

6.7 O Tratamento da Informação

Os tratamentos cognitivos do homem podem ter uma complexidade, mais ou menos significativa, de um simples reflexo à uma situação de resolução de problemas. Um exemplo de um encadeamento sensório-motor complexo

é fornecido pelo andar. Dentro de certos limites, as variações do estado do solo, ou as mudanças de direção do caminhar, são tratadas sem intervenção da consciência para assegurar a continuidade da progressão do andar e do equilíbrio.

Lindsay & Norman (1980), distinguiram no pensamento humano, três tipos de tratamentos da informação:

- Tratamento dirigido por conceitos: refere-se ao conhecimento geral dos eventos e das expectativas específicas, por ele gerado, (responsável em particular, pelas atividades pré-perceptivas), do tipo raciocínio heurístico, que orientam as diversas etapas da análise da informação. Este conhecimento começa com uma idéia (um conceito) e termina com os sinais sensoriais;
- Tratamento dirigido por dados: começa com a análise dos sinais sensoriais (enquanto estímulos) e termina com sua interpretação. É a chegada de novos dados que estimula o tratamento, pois esses novos dados suscitam conceito e hipóteses. Este tratamento é, então, do tipo preliminar;
- Tratamento dirigido por programas: corresponde aos procedimentos pré-determinados, mais ou menos automatizados, do tipo raciocínio algorítmico.

O modelo proposto por Rasmussen (1981) apresenta uma formalização das diferentes fases no tratamento da informação e distingue, a partir das saídas de cada uma das fases, três grandes tipos de comportamento; os baseados em habilidades, os baseados em regras; os baseados em conhecimentos.

- Os comportamentos baseados em habilidades (skills) são comportamentos essencialmente sensório-motor acionados automaticamente por situações rotineiras e que se desenvolvem segundo um modelo interno, não consciente, adquirido anteriormente.

As habilidades são pouco sensíveis às condicionantes ambientais e organizacionais, permitindo reações muito rápidas e podendo se desenvolver paralelo com outras atividades;

- Os comportamentos baseados em regras (rules) são seqüências de ações controladas por regras memorizadas por aprendizagem. Ao contrário das habilidades, estes comportamentos exigem o disparo de regras e uma coordenação entre elas, tendo em vista a variabilidade das situações encontradas.
- Os comportamentos baseados em conhecimentos (knowledge) aparecem em situações novas, de resolução de problemas, para os quais não existem regras pré-construídas. De fato, este tipo de comportamento está mais ligado ao indivíduo do que à própria tarefa. Uma tarefa pode ser familiar para um indivíduo, mas totalmente nova para outrem.

A avaliação dos resultados da ação é um componente fundamental na modificação da representação que se tem do problema. Ela necessita de uma atitude geral de reflexão sobre a ação, que leva, mais do que ao sucesso, à compreender uma situação, e à melhoria do processo de solução.

6.8 As formas de Raciocínios

O raciocínio é definido como uma inferência ou atividade mental de produção de novas informações, a partir das existentes. Essas atividades possuem duas finalidades não exclusivas; a de buscar uma coerência entre as diferentes informações, e a de decidir sobre escolhas de ações. A chegada de novos dados suscitam conceitos e hipóteses que estimulam o tratamento. A produção de conhecimento pode ser feita a partir de regras gerais, cuja validade é definida pela lógica formal ou, a partir de regras heurísticas, que podem produzir resultados nem sempre eficazes.

A inferência é dedutiva, quando partindo de uma ou mais premissas verdadeiras, chega-se a uma conclusão seguramente correta. A inferência

indutiva, como o tratamento do tipo algorítmico é dirigido por programas e correspondem a procedimentos pré-determinados, mais ou menos automatizados.

A analogia é uma forma de raciocínio indutivo que se baseia em conhecimentos estocados na memória para compreensão de uma situação desconhecida. Trata-se de um tipo de raciocínio que visa estabelecer uma relação de similaridade entre dois objetos ou situações diferentes.

6.9 O Aprendizado

De maneira geral, pode-se definir aprendizagem como um processo de construção e de assimilação de uma nova resposta em relação a uma situação problema (Bernbaum, 1984).

Pode-se dizer que ocorre uma aprendizagem com um sujeito quando observa-se uma modificação sistemática de seus comportamentos, numa determinada direção, em relação a uma experiência de uma situação anterior.

De fato, aprendizagem pode ser entendida como o processo de modificação, tanto do conhecimento (declarativo), como do comportamento (procedural) do organismo, fruto das interações com o ambiente. No nível de conhecimento, a aprendizagem define a competência (saber), e ao nível de comportamento, ele define o desempenho (saber-fazer).

O processo na aprendizagem não acontece exclusivamente pela acumulação de conhecimentos, mas também pela eliminação de hipóteses falsas, de restrições inoportunas e pela substituição de procedimentos. As mudanças qualitativas incluem a diferenciação e a integração de noções. As mudanças quantitativas estão ligadas aos parâmetros de acessibilidade da informação.

De maneira geral, a aprendizagem pode se dar pela ação ou por um tutorial. A descoberta e a exploração caracterizam a aprendizagem pela ação. Nestas situações, os fatores importantes são o *feedback*, a identificação dos pontos críticos da situação, e dos índices que permitem evocar situações anteriores. A aprendizagem por tutorial refere-se às diversas formas de transmissão do saber de um instrutor. Neste caso, é importante o papel que assumem os conhecimentos anteriores, como um quadro assimilador do novo conhecimento.

7. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO – AET

“Só existe ergonomia se existir uma análise ergonômica do trabalho se ela for realizada empiricamente numa situação real de trabalho” (Fialho, 1997 p.24).

Uma situação de trabalho é, ao mesmo tempo, um local onde ocorrem fenômenos socialmente determinados assim como fenômenos tecnologicamente determinados. Por esta razão, a AET, comportando-se como ciência, estabelece um procedimento de pesquisa que considera as três áreas do conhecimento científico: de ciência social, biológica e exata.

A Análise Ergonômica do Trabalho – AET constitui a metodologia utilizada em Ergonomia. Na área das Interfaces Humano Computador (IHC), a AET tem por objetivo estudar, na ótica ergonômica, os diferentes aspectos da interação homem-máquina a fim de organizar as atividades futuras prováveis dos usuários.

Como organizar atividades de um sistema que ainda não existe? Pela análise do que existe e coleta de informações usando as técnicas de coleta de dados (entrevista, análise de documentos, questionários, etc.)

7.1 OBJETOS DE ESTUDO DA AET

A AET permite, mediante o uso das técnicas de coleta de dados, de compreender uma situação de trabalho no seu conjunto. Os objetos de estudo são quatro:

- O usuário (características)
- A tarefa (prescrita e real)
- A atividade (a tarefa redefinida/atualizada)
- O contexto no qual usuário e sua tarefa vão evoluir.

1. O usuário para efetuar sua tarefa desenvolve uma atividade e esta é determinada por suas características: fisiológicas (idade, sexo, estado de fadiga,...), psicológicas (nível de experiência, experiência na execução da tarefa, motivação para usar a ferramenta, saber informático...) e psicosociológicas (motivações, status...)
2. Pode-se considerar três diferentes tipos de tarefas (Fialho & Néri, 1997) : **A tarefa prescrita** – trata-se do conjunto de objetivos, procedimentos, métodos e meios de trabalho fixados pela organização. O que deve ser feito e os meios colocados à disposição do trabalhador; (operação padrão, taylorismo); **A tarefa real ou induzida ou redefinida** – é a representação que o trabalhador elabora da tarefa, a partir dos conhecimentos que ele possui das diversas componentes do sistema. O que pensa realizar, ou seja, a tarefa real ou efetiva; **A tarefa atualizada** – em função dos imprevistos e das condicionantes de trabalho, o trabalhador modifica a tarefa induzida às especialidades da situação de trabalho, atualizando, assim, a sua representação mental referente ao que deveria ser feito.

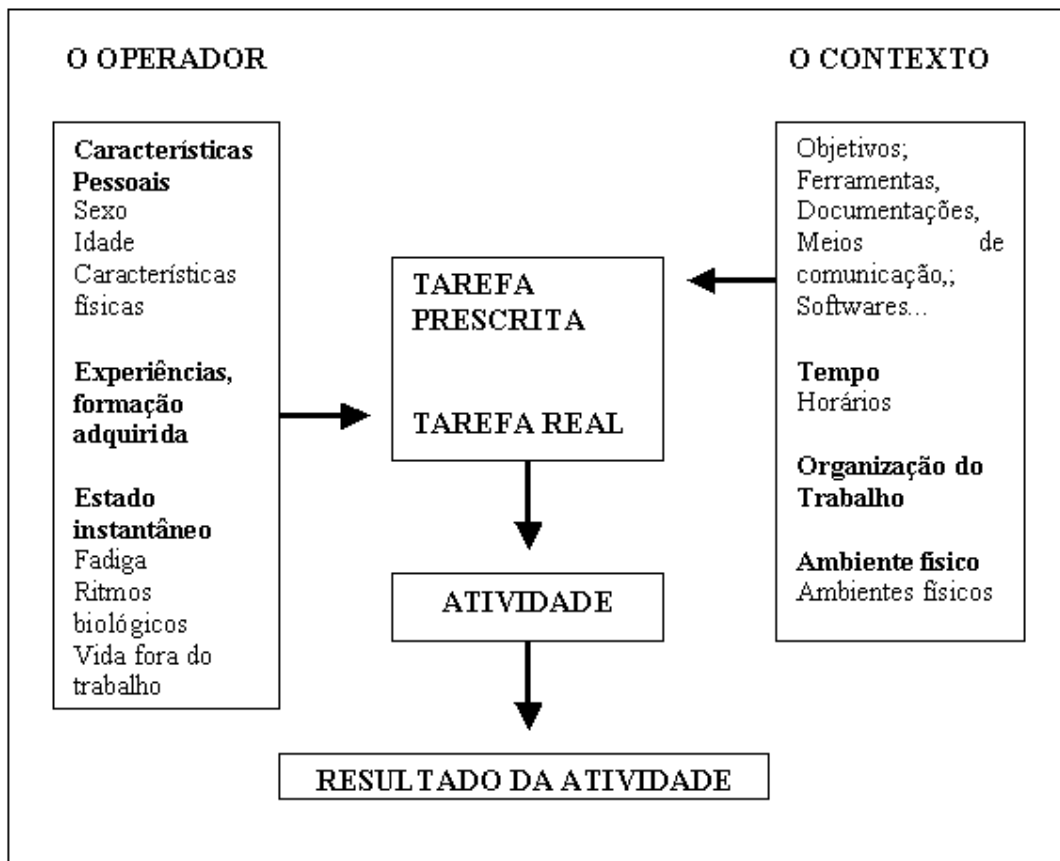
A Atividade é como o trabalhador realiza uma tarefa. A Análise das atividades é o que o trabalhador/operador/usuário, efetivamente, realiza para executar a tarefa. É a análise do comportamento do homem no trabalho. **Descreve o conteúdo do trabalho** (e não o

trabalhador) visando conhecer em detalhe, o que permite ou dificulta ao trabalhador desenvolver o seu trabalho.

Principais condicionantes que afetam o desenvolvimento das atividades do homem no trabalho:

- ❑ Má concepção dos objetos, comandos de máquinas sobre as quais o operador deve agir.
- ❑ Características ambientais
- ❑ Condicionantes temporais do trabalho
- ❑ Características da organização do trabalho
- ❑ O ambiente psicossociológico
- ❑ Condições de vida extraprofissional

3. Por contexto compreende-se o ambiente de trabalho, ou seja, o conjunto de componentes que são: os objetivos de trabalho o usuário (tarefa prescrita), o tempo (horários), organização do trabalho, (o ambiente físico).
4. Por contexto compreende-se o ambiente de trabalho, ou seja, o conjunto de componentes que são: os objetivos de trabalho o usuário (tarefa prescrita), o tempo (horários), organização do trabalho, (o ambiente físico).



Fonte: GUERIN, A. et al (1991): Os quatro objetos de uma situação de Trabalho

7.2 ETAPAS DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

A AET comporta cinco etapas de importância e de dificuldades diferentes conforme as circunstâncias da intervenção: Análise da demanda, análise da tarefa e análise das atividades, diagnóstico e recomendações ergonômicas e a validação da intervenção.

Análise da demanda é a identificação do problema a ser analisado, a partir de uma negociação com os diversos atores sociais envolvidos. Tem como meta compreender bem a natureza e o objetivo da demanda. A demanda pode ser formulada com o objetivo:

- De buscar recomendações para implantação de um novo sistema;
- Resolver disfunções do sistema já implantado;

- Identificar as novas condicionantes de produção, numa determinada situação de trabalho, introduzidas pela implantação de uma nova tecnologia e/ou pela introdução de novos modos organizacionais. Neste caso pode-se analisar uma análise da situação de referência (antes da implantação) e da situação já modernizada, de modo a identificar as condicionantes que desaparecerão, as que permanecerão e as que irão surgir.

Delimitar a demanda é fundamental no estudo devido a vários fatores: complexidade da atividade em face de quantidade de variáveis, fator tempo p/realizar o estudo, condições de trabalho do pesquisador, dificuldade de levantamento de dados, etc. exigem que o pesquisador delimite a situação a ser analisada.

Depois de delimitada a demanda, o analista elabora as primeiras hipóteses, que consistem em antecipar os resultados da pesquisa, da experiência, da enquête. São soluções possíveis de serem verdadeiras, mas ainda não provadas. Ou seja, é a formulação de soluções provisórias aos problemas levantados.

Análise da tarefa é o que o trabalhador/operador/usuário deve realizar e as condições ambientais, técnicas e organizacionais desta realização, ou seja, identifica os objetivos e as condicionantes técnicas, econômicas e sociais da situação de trabalho.

A análise da tarefa consiste basicamente em “ser aquilo que se apresenta ao usuário/operador/trabalhador como um dado”:

- a máquina e seu funcionamento; o meio físico; as instruções que o operador segue e a tarefa propriamente dita, que é o conteúdo da

tarefa; os objetivos quantitativos e qualitativos que o ambiente técnico, social e econômico impõe. Trata-se do **trabalho prescrito** (Montmollin, 1990).

Análise das atividades é o que o trabalhador/operador/usuário, efetivamente, realiza para executar a tarefa. É a análise do comportamento do homem no trabalho. Descreve o conteúdo do trabalho visando conhecer em detalhe o que permite ou dificulta ao trabalhador desenvolver o seu trabalho;

Diagnóstico e recomendações ergonômicas. Visam essencialmente globalizar os dados levantados nas fases anteriores e transformar a situação de trabalho a partir desse diagnóstico sobre as disfunções homem-máquina. O primeiro, é a identificação dos problemas e disfunções evidenciados nas análises e o segundo, propõe a transformação da situação de trabalho analisada.

Validação da intervenção, para avaliar a eficácia da intervenção.

As etapas da análise da demanda, da análise da tarefa e da análise das atividades necessitam, por sua vez, de uma descrição, a mais precisa possível e observações e medidas sistemáticas de variáveis pertinentes com relação às hipóteses formuladas.

7.3 As técnicas utilizadas em AET:

- Análise de documentos;
- Observações sistemáticas;
- Análise dos traços do trabalho executado

- As verbalizações
- A simulação
- Entrevistas com as diversas pessoas envolvidas;
- Questionários;
- Medidas sobre o ambiente de trabalho

7.4 Integração da AET no ciclo de vida de um projeto

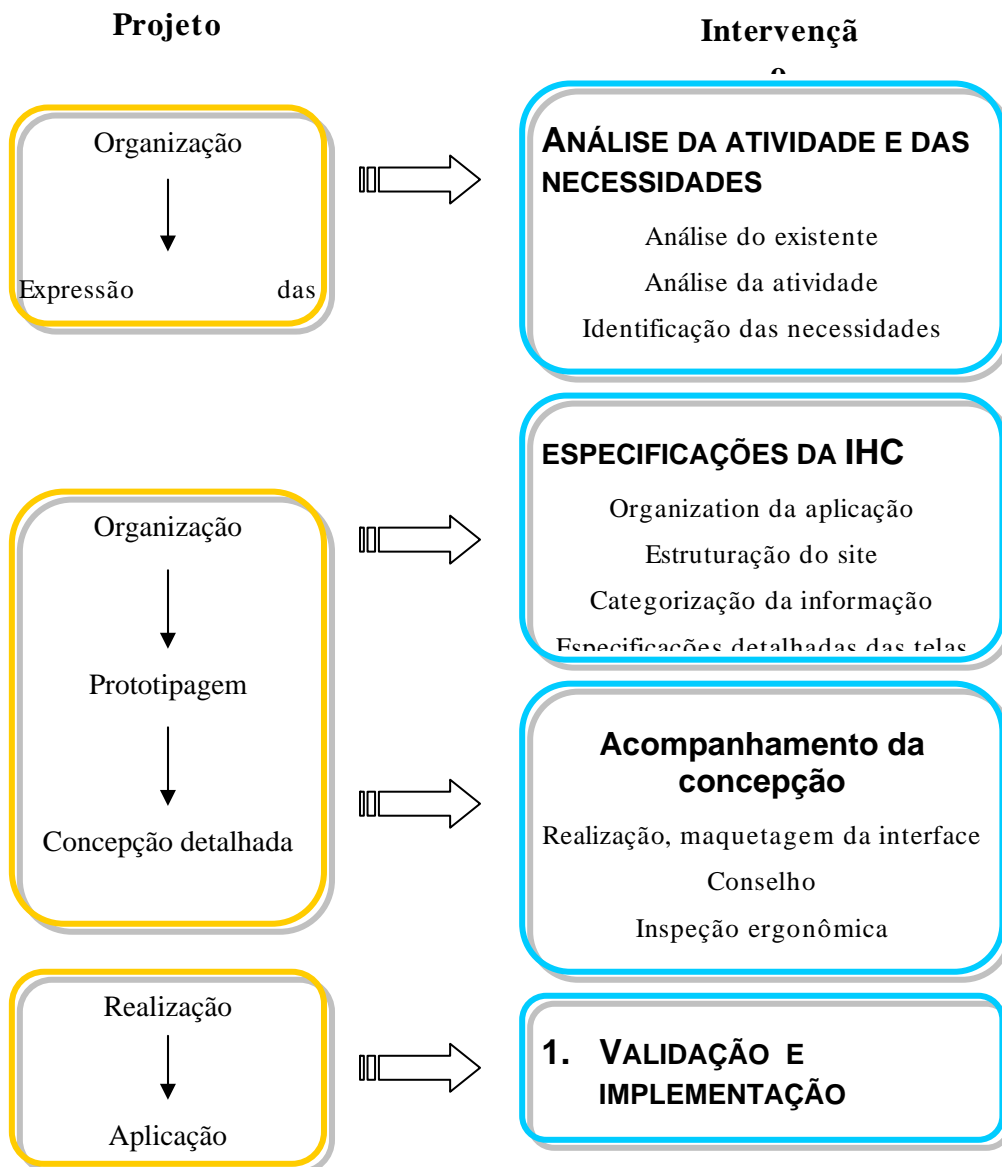
A metodologia de AET não tem por objetivo substituir os métodos tradicionais de gestão de projeto, mas ajuda a remediar algumas lacunas deixadas por aqueles: Por exemplo, na análise do que existe, tal como é praticada pelos desenvolvedores não considera o ponto de vista do usuário, a AET permite coletar essas informações e ajuda no desenvolvimento de sistemas adaptados às características e necessidades dos usuários potenciais.

Entretanto, as especificações do futuro sistema somente baseado nessa análise pode não ser suficiente, tornando-se necessário, muitas vezes recorrer a experimentações sobre um produto próximo da aplicação real, como protótipos. Ainda assim, na fase de prototipação pode não evidenciar problemas que surgiriam somente em situação real de uso. Daí a necessidade de incorporar, no ciclo de desenvolvimento do projeto uma fase de avaliação em situação real de uso com usuários potenciais ([ver item 10](#)).

Em resumo, a AET deve ser integrada em pelo menos três momentos no ciclo de concepção:

- Antes da fase de concepção (análise do existente);
- Durante a fase de prototipagem;
- Na fase de validação e manutenção (produto)

A figura abaixo mostra os níveis de intervenção:



Fonte: iErgo – <http://www.iergo.fr> (Quand et comment intégrer l'ergonomie dans un project?)

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

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

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

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

- Percebe a tarefa a ser executada;
- Interage com a máquina e,
- Processa o conhecimento que possui, transpondo seu modelo mental para o sistema computacional.

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

A área de estudos da ergonomia de software interessa-se ao mesmo tempo:

- À utilidade (adequação à tarefa);

- À usabilidade (facilidade de uso);
- A utilizabilidade (usabilidade + utilidade) dos produtos e sistemas informáticos.

Isso para favorecer a adequação dos softwares, particularmente das interfaces, às tarefas e objetivos de interação do usuário, o que corresponde, em termos práticos, à capacidade do software em "permitir" ao usuário, atender facilmente seus objetivos (como redigir um texto, imprimir, executar uma planilha, navegar num hipertexto.)

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

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

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

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

Por ser um objeto complexo e havendo necessidade de se reduzir esta complexidade a uma definição de conceitos mais precisos para a especificação (concepção) e avaliação de interfaces, Scapin (1993) sugere alguns princípios a serem observados no processo de concepção de

interfaces, destacando os que são primordiais observar: as características dos usuários e a tarefa de interação.

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

- Identificação das necessidades do sistema;
- Organização da coleta de informações (equipe de produção, distribuição de questionários aos usuários de todos os níveis, entrevistas, revisão da literatura, consulta aos projetistas e usuários de sistemas similares, estimação de custos e benefícios, preparação de uma agenda, com fornecedores);
- Conceituações gerais do sistema;
- Determinação dos objetivos e especificações de *performances* (exigências, regras) e as necessidades e características dos usuários;
- Concepção dos aspectos semânticos (definições: dos objetivos e estabelecimento das exigências, dos organogramas de tarefas, organização das operações em unidades de tarefas, das estruturas de dados, dos aspectos de segurança e de confidencialidade, obtenção de consentimento);
- Definição do sistema (exigências funcionais, determinação das funções de entradas e saídas);
- Realização da concepção de base (alocação das funções, processos de trabalho, análise da tarefa);
- Concepção das estruturas sintáticas (comparação das alternativas de apresentação, definição da sintaxe das funções, preparação dos formatos de resposta do sistema, desenvolvimento dos módulos de diagnóstico de erros, especificação dos tempos de resposta, definição

dos procedimentos de ajuda, avaliação das especificações, testes experimentais);

- Especificação dos meios de entrada/saída (teclado, mouse, modos de designação, periféricos), determinação do diálogo, concepção das entradas e saídas pelas quais as etapas de concepção são detalhadas;
- Facilitação da concepção (concepção de ajudas e manuais, de treinamentos);
- Realização de testes;
- Criação e desenvolvimento do programa (modularidade, manutenção...);
- Implementação do plano (participação dos usuários, redação do manual, definição da formação);
- Definição de um bom ambiente de comunicação;
- Preparação da evolução futura.

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

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

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 especificado (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 são numerosas e destaca que elas variam segundo:

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

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

formação e na experiência acumulada do especialista e nos recursos e dados documentais disponíveis. Em geral, estes dados são disponíveis na literatura sob a forma de recomendações ergonômicas para avaliação de interfaces.

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

9. PANORAMA DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IHC

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 inscreve: 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 estimação 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. Estes se interessam pelas propriedades mensuráveis de interface, segundo critérios de utilizabilidade, formalizados, normalmente, sob a forma de regras.

9.1 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.

9.2 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.

9.3 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:

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 (permite 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.

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.

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.

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.

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 pode-se evidenciar indiretamente as lacunas de uma interface ou os problemas que afetam a execução de uma tarefa.

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 rápidas 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.*

Protocolo verbal

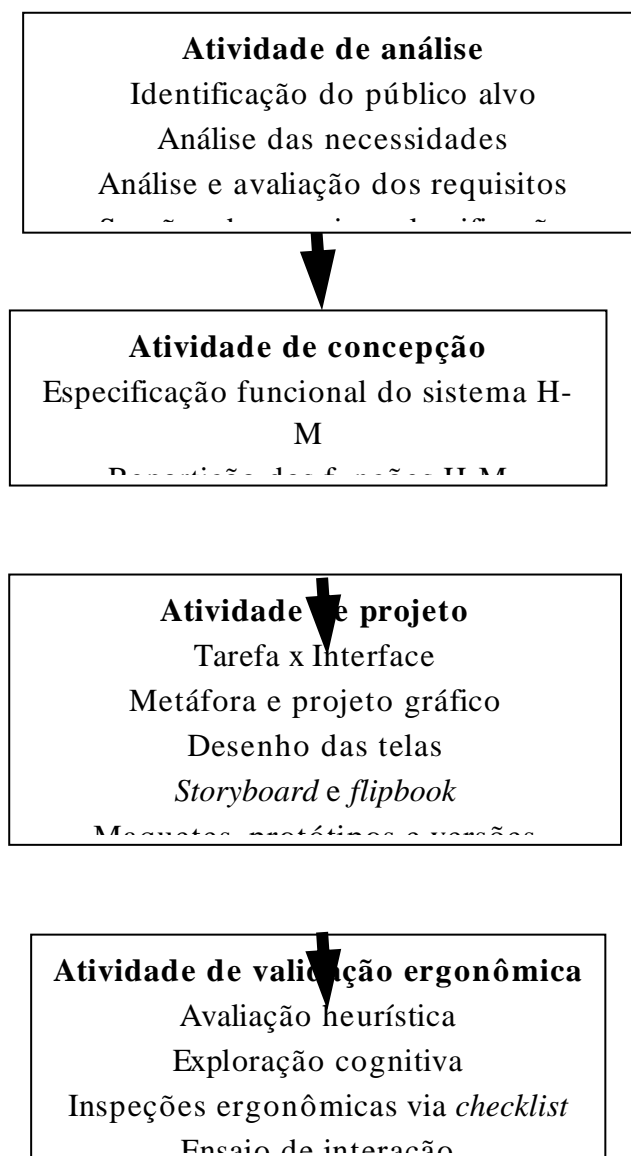
Consiste em solicitar ao usuário que realize uma tarefa raciocinando em voz alta. O analista coleta os protocolos (registro em áudio ou vídeo), os traços da atividade, procedendo a anotações para, em seguida, recorrer a ajudas externas como documentos, calculadoras, softwares.

Enfim, existem muitas outras técnicas derivadas ou adaptadas que cada analista *expert* compõe e/ou utiliza 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.

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

Esta abordagem (Cybis, 1997 e Silva, 1998) privilegia a atividade do usuário na concepção de sistemas informáticos e prevê quatro etapas de desenvolvimento, conforme sintetiza a figura 1:

Abordagem para IHC ergonômicas



10.1 Etapa de análise

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

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

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

Identificação e Reconhecimento do Público Alvo.

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

Análise de necessidades:

Aplicam-se as técnicas de Análise Ergonômica do Trabalho (AET), para o esclarecimento das necessidades dos usuários alvo do novo sistema. Através da análise da tarefa e da atividade, obtém-se dos usuários

envolvidos um detalhamento em termos de objetivos e sub-objetivos, e um esclarecimento sobre como eles se relacionam logicamente.

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

Análise e validação dos requisitos:

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

Duas formas são sugeridas para esta análise:

- 1) Partir de um sistema que contenha características semelhantes ou próximas,
- 2) Trabalhando-se as idéias ou soluções propostas através de prototipagens e testes cuidadosamente. A participação do usuário é fundamental para a exploração, organização e validação das propostas trazidas para o futuro sistema e sua interface.

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

Sessões de arranjo e classificação:

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

10.2 Etapa de concepção

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

Especificação funcional do sistema homem-máquina.

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

Repartição de funções homem-máquina.

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

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

Especificação da futura tarefa interativa.

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

10.3 Etapa de projeto

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

Transição da tarefa para a interface:

Parte-se de um conjunto de objetivos descritos de maneira hierárquica (MAD), obtido como resultado da fase de especificação da tarefa interativa. Nesta fase é possível notar a pertinência de certos tipos de

diálogos como menu, hipertexto, preenchimento de campos, questões respostas, bem como os tipos de apresentação como mostradores, controles, caixas de diálogos, formulários e janelas. A partir destas escolhas pode-se iniciar a realização da interface.

Metáfora e projeto gráfico:

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

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

Desenho de telas:

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

Storyboards e flipbooks:

Representam as seqüências de imagens evolutivas e mapas com a representação hierárquica das telas ou dos elementos do sistema. Os storyboards podem ser empregados na validação dos diálogos previstos

para a interface pelos futuros usuários do sistema e os flipbooks para representarem o mapeamento entre as entradas potenciais dos usuários e as respostas do sistema. Na consistência do diálogo e do projeto de interface, a técnica dos flipbooks é adequada para dar uma visão geral do sistema.

Maquetes, protótipos e versões evolutivas:

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

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

10.4 Atividade de validação ergonômica

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

Para a realização da validação ergonômica utilizam-se diversas técnicas que podem ser aplicadas de forma combinada. As técnicas de validação mais utilizadas são as de avaliação analíticas (a priori), empíricas (a posteriori) e julgamentos de especialistas (Cybis, 1997 e Scapin, 1993). As

técnicas apresentadas por são: avaliação heurística, exploração cognitiva, inspeções ergonômica via checklists e ensaios de interação.

11. AS RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS

11.1 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 devem 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 pode 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 (Concisão e Ações Mínimas) 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 consequências 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 à 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).

11.2 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 utilizados 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 utilizada um dos critérios que juntos constituem um *checklist* de inspeção ergonômica.

11.3 Checklist adaptado de Ravden e Johnson (1989)

Na sua opinião:

Quais as maiores qualidades do programa?

Quais os maiores defeitos?

Quais os erros mais comuns que fez ao utilizar o programa?

A. Clareza visual

1. Cada tela esta claramente identificada por um titulo informativo ou por uma descrição?
2. A informação mais importante da tela esta assinalada diferencialmente (pelo cursor, instruções, erros, etc) ?
3. Está claramente determinado onde e como o usuário deve entrar com informação ?
4. A informação na tela esta bem organizada segundo uma seqüência lógica de seleção de menus, ordem alfabética ?

Existe uma separação clara dividida em seções quando ha uma grande quantidade de informações na tela ?

5. As cores brilhantes e luminosas apresentam-se sobre o fundo preto ou vice-versa ?
6. O uso das cores facilita a leitura na tela ?
7. A apresentação de esquemas e ilustrações (fotos, figuras, diagramas) estão bem legíveis ?

B. Consistência

9. As cores são utilizadas da mesma forma ao longo do programa?

10. As abreviaturas, cores, códigos e outras informações alfanuméricas são utilizados da mesma forma ao longo do programa?

11. As informações do mesmo tipo (títulos, menus, esquemas, mensagens)

aparecem com a mesma apresentação e no mesmo local da tela?

12. Em operacoes similares, o cursor aparece sempre na mesma posicao?

13. A forma como o usuário insere tipos particulares de informação é sempre feita

da mesma maneira ao longo do programa ?

14. O modo como o cursor se move dentro da tela é igual em todo o programa?

15. Existem procedimentos standard para executar diversas operações (i.e:apaga

uma informacao, acabar uma tarefa, iniciar uma tarefa)?

C. Compatibilidade

16. O local onde as abreviaturas, cores, codigos e outras informacoes

alfanumericas aparecem seguem as convencoes onde elas existem e são

facilmente reconhecíveis e entendidas?

17. Conceitos específicos e terminologias utilizadas são familiares ao usuário ?

18. As convenções estabelecidas são utilizadas no formato em que estilos

particulares de informação aparecem (datas, valores, unidades de medidas,

numeros de telefone) ?

19. As representacoes graficas sao compatíveis com as representacoes que os

usuarios possuem?

20. Organização e estrutura do programa coincide com a percepção que o usuário

tem da tarefa?

21. O programa funciona como os usuários acham que ele deveria funcionar?

D. Feedback informativo

22. As instruções e mensagens são fornecidas de forma correta, concisa e relevante?

23. As indicações e instruções indicam claramente o que fazer?

24. São visíveis as alterações na tela como resultado de uma ação do usuário?

25. Existe sempre uma resposta adequada do programa às ações do usuário?

26. As mensagens standards são precisas e informativas (o que o programa está fazendo ou vai fazer)?

27. Quando o usuário completo uma tarefa, o programa informa?

28. As mensagens de erro implicam porque, onde e qual é o erro e o que fazer para corrigi-lo?

E. Explicito

29. É claro o que o usuário de vê fazer para completar uma tarefa?

30. Quando o programa apresenta uma lista de opções (menus) é claro o que cada uma delas significa?

31. A seqüência das janelas é óbvia?

32. O usuário considera que o programa está bem organizado?

33. Onde as metáforas são utilizadas, estas são explicitas?

F. Funcionalidade apropriada

34. O teclado é apropriado como meio de introdução de informação para as tarefas

requeridas

35. A forma como a informação é apresentada é apropriada para as tarefas?

35. As telas possuem todas as informações relevantes para o desempenho da tarefa?
36. Os usuários possuem todas as opções de que necessita num determinado ponto da tarefa?
37. Os usuários tem acesso a toda informação que julguem necessária para a realização de uma tarefa?
38. O feedback do programa é pertinente para a tarefa?
39. As ajudas facilitam a realização da tarefa?
40. Os usuários estão familiarizados com a terminologia específica da tarefa?
41. As metáforas utilizadas são relevantes em relação a realização da tarefa?

G. Flexibilidade e controle

42. O usuário pode desfazer uma operação e voltar ao estágio da tela anterior?
43. Quando o usuário desfaz uma operação é possível voltar a executá-la?
44. Existem atalhos quando necessário (sem ter que executar uma sequência de funções ou passar por vários menus)?
45. É possível numa sequência de telas ir diretamente a uma tela pretendida?
46. É fácil regressar ao menu principal de qualquer parte de programa?
47. O usuário pode identificar e organizar a informação do que mais necessita trabalhar (arquivos, diretórios)?
48. É possível redefinir certos aspectos do programa de modo adequá-los às suas próprias necessidades (cores, parâmetros)?

H. Prevenção e correção de erros

49. O programa informa prontamente sempre que ocorrem erros?
50. O programa informa o usuário sempre que este tenta inserir mais informação do que é possível (ex: dígitos)?
51. É possível o usuário verificar os dados introduzidos antes de serem processados?
52. O programa assegura a possibilidade de corrigir todos os erros detectados antes de processar?
53. O usuário pode tentar várias ações para encontrar uma correta sem que o programa reclame ou processe essas tentativas?

- 54. O programa está protegido contra freqüentes erros comuns?
- 55. O programa está protegido de forma a impedir que o usuário cometa um erro capaz de destruir uma parte relevante do seu trabalho?
- 56. Quando os erros ocorrem os usuários tem acesso a toda informação de que necessita para corrigir?

I. Guia de utilização e suporte informativos

- 57. As ajudas podem ser pedidas em qualquer parte do programa?
- 58. Quando o usuário pede ajuda esta lhe explica claramente as possibilidades que ele tem no ponto em que se encontra naquele momento?
- 59. È claro como o usuário entra e sai da ajuda?
- 60. Se existe manual ele contempla de forma descritiva e compreensível todos os aspectos do programa?
- 61. A organização de todas as formas de ajuda é feita de acordo com as tarefas que o usuário tem que desempenhar?
- 62. Os suportes de ajudam explicam claramente como corrigir os erros do programa e dos usuários?

J. Capacidade de utilização

- 63. È fácil saber como funciona o programa?
 - 64. È fácil saber como se realizam as tarefas?
 - 65. È fácil saber o que fazer a seguir?
 - 66. È fácil perceber como a informação apresentada na tela esta relacionada com atarefa que deve ser feita?
 - 67. È fácil encontrar uma informação pretendida?
 - 68. Existem informações que é difícil ler claramente?
 - 69. Existem cores em excesso na tela ou que as cores utilizadas tornem difícil olhar o computador durante algum tempo?
 - 70. È preciso lembrar de demasiada informação enquanto se desempenha uma tarefa?
 - 71. O programa responde depressa de mais para o usuário?
 - 72. Existem informações que desaparecem depressa de mais e o usuário não tem tempo de ler?
 - 73. A resposta do programa é muito demorada?
- È fácil saber como e onde inserir dados e informações?

11.4 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 apropriados 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.)

11.5 As recomendações de Jean Vanderdonckt

A definição dos critérios ergonômicos de Vanderdonckt (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.

11.6 As normas ISO 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; eficácia 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.

12. CHECKLIST ELABORADO A PARTIR DA ISO 9241

A ISO 9241 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 ele seja considerado de boa qualidade (funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade, e portabilidade)

Essa Norma ISO (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 na medida que trata mais pormenorizadamente dos aspectos referentes a usabilidade (principalmente as partes 10 a 17 que trata das recomendações sobre os software)

OBS: Neste checklist, procuramos construir as questões a partir das descrições de cada parte. Observe-se que para aplicar a norma, é prevista uma sistemática para definir a aplicabilidade das questões, por isso os analistas devem lê-la em completa e suas 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.

IS/EM-aprovada

FDIS-versão final da norma para aprovação

Fonte: www.iso.ch

Parte 10- Princípios de projeto(IS/EN)

1. O software é adequado a tarefa?
2. É autodescritivo, isto é, apresenta feedback?
3. É compatível com as expectativas do usuário?
4. É tolerante aos erros?
5. O usuário possui controle sobre o sistema?
6. Existe possibilidade de individualização?
7. É adequado à aprendizagem?

Parte 11- Usabilidade dos sistemas(IS/EN)

8. O software satisfaz as necessidades dos usuários dentro de um contexto de utilização determinado?
9. É alto o grau de realização dos abjetos perseguidos na interação?
10. Os recursos alocados para alcançar os objetos são eficazes?
11. O grau de aceitação do software pelo usuário é satisfatório?

Parte 12- Apresentação visual das informações (FDIS)

12. A informação esta bem localizada na tela?
13. A gestão de janelas é simples?
14. É permitido aos usuários personalizar janelas?
15. O formato e o local dos rótulos são consistentes?
16. O grupo de informação é demarcado?
17. Os campos de dados são distintivos?
18. O controle do cursor é compatível com o movimento do usuário?
19. Os códigos de cores são respeitados de acordo com as convenções?

Parte 13- Condição ao usuário (FDIS)

20. Provê informações (mensagens) sobre estado do sistema?
21. O sistema provê mecanismo para evitar ou corrigir a existência de erros?

22. O sistema informa sobre a ocorrência de erros e como corrigi-los?

23. Fornece ajuda on-line?

24. O sistema fornece feedback ao usuário de forma rápida, com informações

sobre a operação efetiva (tempo de processamento e resultado)?

Parte 14- Estilos de diálogos por menu (IS/EN)

25. Os menus estão organizados numa estrutura coerente de acordo com o conjunto de convenções de interface (barra horizontal para principal e coluna vertical para menu derrolantes)?

26.A navegação dentro da estruturas de menus é fácil e funcional?

27.Prove meios simples de e consistentes para voltar ao menu inicial a partir

de qualquer menu de estrutura?

28. È fácil selecionar e executar as opções de menu?

29. O usuário pode utilizar teclas do teclado para navegar nas opções de menu?

Parte 15- Diálogos por linguagem de comandos (IS/EN)

30. Quanto a estrutura e sintaxe do comando o usuário precisa de treinamento ou uso freqüente do sistema?]

31. São claras as representações dos comandos?

32. Se não for possível prever prognósticos em termos de escolha de ações que o usuário vá precisar, é possível introduzir dados ou opções em ordem arbitrárias?

33. As entradas e saídas são compatíveis com o estilo de diálogos por comandos?

Parte 16- Diálogos por manipulação direta

34. São claras as aparências dos objetos gráficos?

35. È fácil a manipulação dos objetos gráficos, objetos de texto, objetos de controle e janelas?

36. É fácil a manipulação dos objetos de texto?
37. É fácil a manipulação dos objetos de controle?
38. É fácil a manipulação das janelas?

Parte 17- Diálogos de preenchimento de formulários

39. A estrutura dos formulários é bem definida?
40. Os códigos visuais para representar as entradas, os valores defaults e os dados previamente fornecidos são diferenciados uns dos outros assegurando uma fácil discriminação?
41. Os usuários podem distinguir facilmente entre os campos obrigatórios e os campos opcionais?
42. Usa cores diferentes e sombreamento para distinguir campos opcionais de campos obrigatórios?
43. A navegação para todos os campos do formulário através de todos os dispositivos de entrada é permitida?
44. O usuário pode apagar, copiar e alterar qualquer entrada antes de o formulário ser tratado?
45. Um erro cometido no preenchimento de um campo é destacado e um feedback sobre sua natureza e a entrada correta é fornecido?

13. RECOMENDAÇÕES PARA AS AJUDAS ON-LINE (CYBIS, 1997)

O usuário exigirá assistência em vários momentos, e transferirá esta necessidade para o sistema. O tipo de assistência exigida pelo usuário dependerá de fatores como sua familiaridade com o sistema e do trabalho que estão tentando fazer.

Existem quatro tipos principais de ajuda que os usuários exigem:

- **Referência rápida** - É utilizada principalmente como um lembrete ao usuário dos detalhes das ferramentas. Pode ser utilizado para achar uma opção particular de comando ou relembrar ao usuário da sintaxe do comando;
- **Ajuda específica à tarefa** - É exigida quando o usuário encontra um problema em realizar uma tarefa particular ou quando está incerto em como aplicar a ferramenta a seu problema particular. A ajuda que é oferecida está diretamente relacionada ao que está sendo feito
- **Explicação completa** - O usuário mais experiente exige explicação completa de uma ferramenta ou comando para capacitá-lo a entender mais

profundamente. Esta explicação irá certamente incluir informação que o usuário não necessita todo o tempo;

- **Tutorial** - O quarto tipo de suporte exigido pelos usuários é uma ajuda tutorial, útil a novos usuários de uma ferramenta, por oferecer instrução passo a passo (através de exemplos)

Cada tipo de suporte ao usuário é complementar - serão necessários em pontos diferentes da experiência dos usuários com o sistema e preencher necessidades distintas. Dentro destes tipos de suportes necessários existem uma série de informações, que os usuários necessitarão: definições, exemplos, reconhecimento de erros e informação sobre erros, opções de comandos, etc. Algumas destas podem ser oferecidas dentro do própria da interface e outros incluídos dentro do HELP ou sistema de suporte. Os tipos diferentes de HELPS também implicam em necessidade de prover diferentes tipos de sistemas de suporte.

Chamada da ajuda

A primeira decisão do projetista deve ser como a ajuda será acessada pelo usuário. Existe um número de escolhas, comando, botões, funções ou aplicações separadas. Um comando exige do usuário especificar um tópico e pressupõe conhecimento. Um botão de ajuda é prontamente acessível e não interfere com as aplicações existentes, mas nem sempre oferecem informações específicas sobre as necessidades dos usuários. Contudo se o botão de ajuda está no teclado ou no mouse pode exigir sensibilidade do usuário. A função de ajuda é flexível desde que possa ser ativada quando exigida e desativada quando não.

Apresentação da ajuda

A segunda decisão do projetista deve ser como a ajuda será vista pelo usuário. Num sistema de janelas o sistema de ajuda será apresentado numa nova janela. Em outros sistemas poderá ser usada toda a tela ou parte dela. Alternativamente PROMPTS e avisos de ajuda podem ser dados em caixas POP-UP ou na linha de comando. O estilo da apresentação que é apropriado depende do nível de ajuda a ser oferecida e do espaço que é necessário. Obviamente abrir uma página de um manual linha por linha não é útil, bem como, utilizar toda a tela para dar ao usuário um aviso. Alguns sistemas de ajuda ativos oferecem sugestões visuais, por exemplo, um ícone pode ser destacado dando ao usuário a opção de aceitar a sugestão, sem força-lo ou fazê-lo abandonar ou ainda interromper seu trabalho. Novamente esta decisão deverá levar em conta o resto do projeto oferecendo consistência.

Sob o ponto de vista da apresentação, a ajuda on-line deve ser claramente distinta do restante da interface.

Conteúdo de ajuda

Telas de ajuda e documentação devem ser projetadas do mesmo modo que o projeto da interface, levando em conta as capacidades e exigências da tarefa do usuário. Ajuda e material tutorial deve ser escrita de maneira clara, com linguagem familiar, evitando jargões tanto quanto possível. Se manuais e tutoriais impressos estão previstos, neste caso a terminologia deverá ser consistentes entre esses e o material de suporte on-line. Material instrucional exige linguagem instrucional e um sistema de ajuda deverá dizer ao usuário como usar o sistema mais do que simplesmente descrever o sistema. A documentação deve ser apresentada de maneira que a informação seja prontamente acessível e deve apresentar informações instrucionais e descritivas com clareza. O *layout* físico pode fazer diferença na sua utilizabilidade. Grandes blocos de texto são difíceis de ler em tela e devem ser divididos em sessões lógicas ou utilizadas tecnologias tais como, de organizações de hipertextos. Um estilo útil é oferecer um sumário das informações chave de modo destacado. Isto pode ser feito projetando um sistema de ajuda hierárquico onde cada camada na hierarquia oferece novos detalhes. Um índice pode ser usado como um sumário de tópicos disponíveis, mas deve ser organizado para refletir relações funcionais entre assuntos e não segundo a ordem alfabética. Consistência é também importante aqui, cada tópico na documentação deve ser descrito usando o mesmo formato de maneira que o usuário saiba onde procurar um tipo particular de informação .

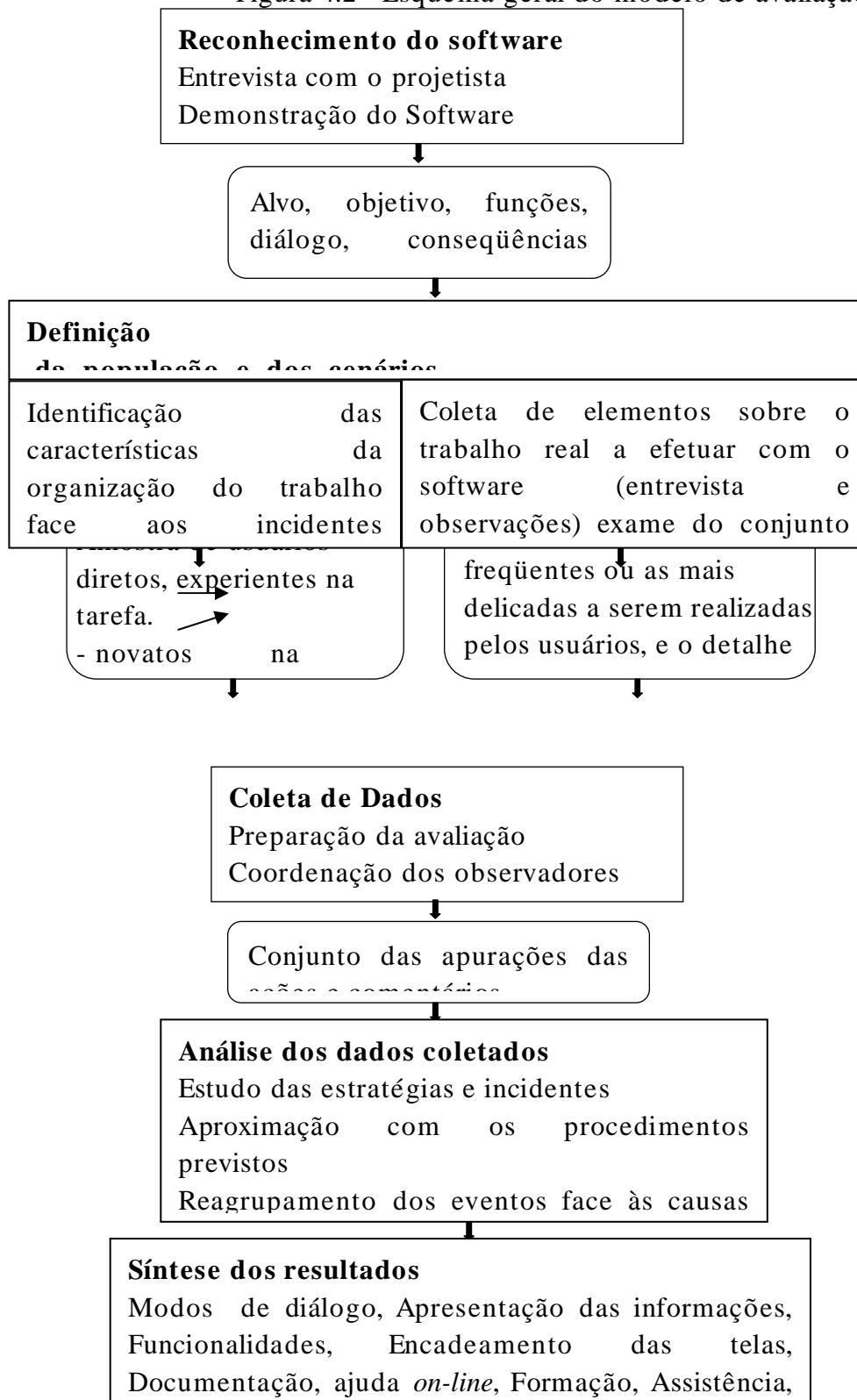
A ajuda on-line pode conter descrições, exemplos, detalhes de mensagem de erro, opções e instruções.

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

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

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

Figura 4.2 - Esquema geral do modelo de avaliação



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

14.1 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.

A entrevista com o projetista

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

Demonstração do programa

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

Fase dos testes

É feita uma avaliação *a priori* das características ergonômicas da interface. Os elementos utilizados são oriundos dos conhecimentos em ergonomia cognitiva e em ergonomia de IHC. A fase de testes permite verificar alguns dos aspectos referentes

às recomendações ergonômicas e as ações que apresentam dificuldades para o usuário. Os autores apresentam algumas dessas recomendações a serem verificadas:

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

Entrevista

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

14.2 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.

População:

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

I. Os usuários experientes na tarefa.

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

II. 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.

III. Número de usuários.

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

IV. Os limites explicitados.

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

Cenários.

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

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

I. Hipóteses oriundas do pré-diagnóstico

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

II. Objetivos fornecidos pelo projetista

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

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

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

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

IV. Avaliações das diferentes funcionalidades do programa

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

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

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

Trata-se de descrever uma decomposição estruturada em objetivos e sub-objetivos intermediários, colocando em evidência os objetivos que procuram atender os operadores na planificação de sua ação, sua própria lógica na execução da tarefa, os procedimentos que são utilizados para atender esses objetivos e as condições necessárias à aplicação desses procedimentos.

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

14.3 Coleta de dados

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

- não fornecer informação sobre o produto testado nem fazer comentários pessoais;
- dar relevância às diferentes ações do usuário em observação, solicitando as explicações (saber porque ele efetua essas ações, o que ele pretende obter) e anotar os comentários correspondentes;
- anotar a que corresponde as ações em relação ao programa (título da tela, mensagem, tecla de função utilizada);

- se o usuário não escolhe um caminho previsto, deixar seguir seu procedimento e registrar a dinâmica própria a essas ações;
- se o usuário não acha imediatamente a solução, deixá-lo procurar e registrar as dificuldades que ele encontra;
- se o usuário ficar bloqueado, não intervir pessoalmente, mas chamar uma pessoa da equipe de concepção (que deve estar presente na avaliação) e registrar as explicações fornecidas e as ações que permite solucioná-las;
- evitar interpretar imediatamente a causa das dificuldades do usuário, deve-se simplesmente registrar o desenvolvimento da ação efetuada.

Nesta etapa, deve-se precisar o nível de detalhes que será respeitado no levantamento de dados (título das telas, grupos de informações, redação das mensagens), porque estas modalidades podem ser diferentes segundo os objetivos de avaliação e segundo o tipo de programa (menu desenvolvido ou plena página, utilização ou não de teclas de função, funções destacadas em muitas telas, janelas, disponibilidade ou não de ajuda na tela ou na documentação). Deve-se também preparar uma lista de questões a colocar no caso de não serem abordadas diretamente pelo usuário. Estas devem ser preparadas durante a etapa de conhecimento do programa.

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

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

14.4 Análise dos dados coletados

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

As diferentes etapas de avaliação fornecem:

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

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

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

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

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

14.5 Síntese dos resultados

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

Identificação da demanda

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

Descrição do produto

- ambiente técnico
- contexto de utilização
- descrição funcional

Condições de avaliação

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

Definição dos cenários da tarefa

- descrição de cada cenário e motivo da escolha

Resultado das observações

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

Resultado dos diferentes questionários

- tabela recapitulativa dos diferentes questionários

Recomendações e proposições

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

Conclusão

- realização da síntese dos resultados.

15. GUIAS DE ESTILO (GUIDE DE STYLE, GUIDELINES)

Os guias de estilo (guide de style) são importantes diretivas para a criação de interfaces gráficas, assim como os guias e recomendações ergonômicos (mas não são suficientes nem podem ser substituídos por estes) pois apresentam regras preconizadas por editores de ambientes gráficos (IBM, Microsoft, UNIX, Macintosh...) para a apresentação das informações e interações entre o sistema e o usuário.

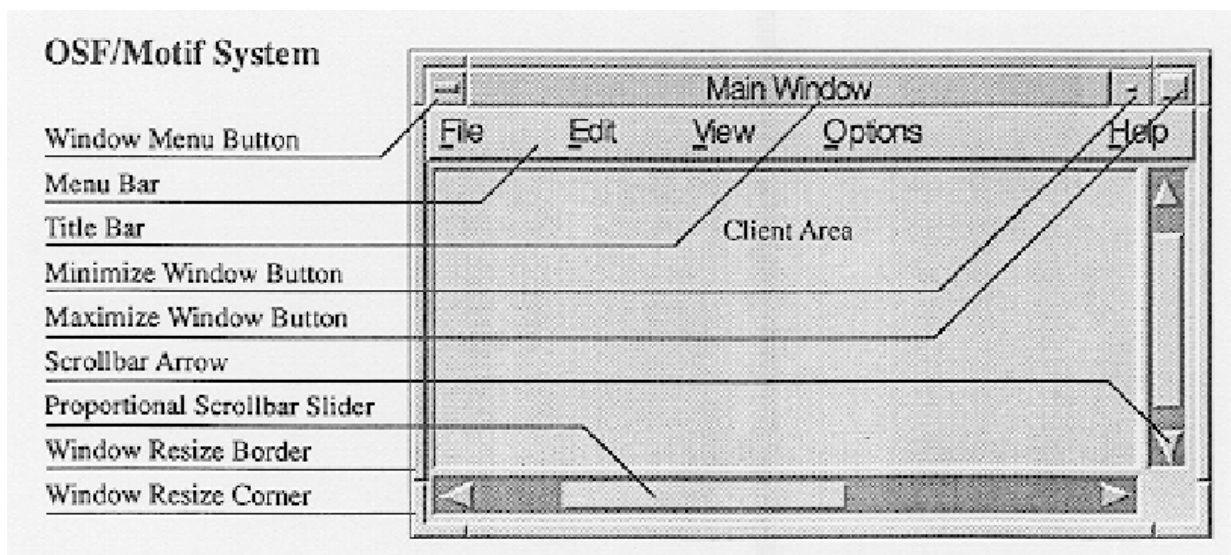
A vantagem de utilizar guias de estilo é que eles permitem evitar uma heterogeneidade muito grande das barras de menus, botões, ícones, organização das informações no interior de uma aplicação e entre aplicações.

Mas atenção! Respeitar um guia de estilo não permite assegurar a ergonomia de uma aplicação pois não fornece nem garante ao desenvolvedor a adequação do sistema às características dos usuários e necessidades/ adequação a tarefa. Para isso, é

necessário recorrer às normas (como ISOs, guias ergonômicos e métodos e técnicas de análise, concepção e avaliação de IHCs.

A figura abaixo ilustra um padrão de guia de estilo de construtores de ambientes gráficos (Macintosh, Microsoft, IBM...:

...



Para ver os guias de estilo em detalhes pesquise os seguintes guias:

Ambiente gráfico	Endereço (URL)
CDE (Common Desktop Environment).	http://www.iagu.on.net/docs/dec/DOCUMENTATION/CDEcklst/cdecklst_2.html
Java	http://java.sun.com/products/jlf/dg/index.htm
Macintosh	http://developer.apple.com/techpubs/mac/HIGuidelines/HIGuidelines-2.html
OSF/Motif	http://www.premier.sco.com/guide/MotifStyleGuide/en_US/TOC.html
Windows	http://msdn.microsoft.com/isapi/msdnlib.idc?theURL=/library/books/winguide/platform2/d5/s115b5.1 ou
	http://www.msss.gouv.qc.ca/fr/orientat/techinfo/ortechno/docum/guideips/gsty970

16. UM EXEMPLO: AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS

ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS

Cassandra R. de Oliveira e Silva

Julianne Fischer

Margarete Kleis Pereira

Omar Nuñez Diban

RESUMO

A utilização da informática na educação requer cuidados de ordem técnica e pedagógica. Técnica porque requer do usuário um conhecimento mínimo sobre a máquina (hardware e software) e pedagógico porque o mesmo precisa ter o domínio das estratégias de ensino e das teorias de aprendizagem que orientam a sua práxis educativa.

Neste artigo apresentamos uma fundamentação teórica sobre ergonomia e software educacional como justificativa para a realização do trabalho prático que consiste no desenvolvimento de um projeto de software. Sendo que o mesmo se propõem a ser uma ferramenta para apoiar o professor no uso e escolha de softwares educacionais.

Este projeto foi desenvolvido segundo a metodologia de ergonomia de interfaces homem-computador desenvolvido na disciplina Ergonomia para a Informática.

PALAVRAS-CHAVE: Software educacional, avaliação, critérios, informática educativa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A introdução do computador na escola remete a dois objetivos: a aprendizagem do uso do computador pelo aluno caracterizando o ensino da informática enquanto técnica e ciência e, a aprendizagem pela e com a informática, caracterizando seu uso como ferramenta didático-pedagógica no desenvolvimento do processo ensino aprendizagem, possibilitando inúmeras formas de tratar o conhecimento bem como criar ambientes de aprendizagem.(OLIVEIRA, 1996)

Com a massificação da informática, proliferaram programas voltados para a educação, os softwares educacionais. Estes produtos estão sendo desenvolvidos rapidamente, apresentando ao mercado os mais diversos tipos e aplicações e, os mesmos, têm sido objeto de muitas pesquisas para conhecer sua eficácia e para desenvolver novos produtos.

A evolução na produção de softwares educacionais tende a extrapolar a tipologia mais clássica de aplicações de tutorias, exercitação, simulação, jogos, etc. Conforme a evolução das correntes psicológicas no desenvolvimento da educação computadorizada e os objetivos que determinam seu uso.

Por softwares educacionais se entende os programas de computador que possuem uma proposta de ensino explicitada em sua documentação.

Conhecer a qualidade e a eficácia de um software educacional remete a necessidade de se proceder a avaliação desse produto à luz da concepção de ensino e aprendizagem subjacentes a qualidade ergonômica dos mesmos, ou seja, aos aspectos psicopedagógicos implícitos e a usabilidade segundo critérios de ergonomia de softwares e finalidades educacionais.

É freqüente a escolha de softwares no meio educacional sobre um cardápio de ofertas de produtos disponíveis ou de forma empírica baseada na proximidade do conteúdo, sem uma adequada avaliação dos atributos de qualidade desse produto.

Para resolver este problema, a área de estudos da ergonomia de softwares representa o caminho a ser perseguido por educadores e projetistas, desde a concepção até o consumo do produto, priorizando os três componentes no desenvolvimento de um software “o projeto educacional, o projeto comunicacional e o desenho computacional”. (SENAI)

Como afirma CYBIS, “os objetivos de ergonomistas e educadores se assemelham, na medida em que educadores buscam adaptar os meios didáticos para obter a satisfação e produtividade dos alunos na aprendizagem”. (texto)

A qualidade da interação Homem - Máquina é um problema de ergonomia . “A construção de interfaces requer o conhecimento de interação dos usuários com os conhecimentos e as tarefas a serem cumpridas” (CAMILLO, 1995, p. 15), assim como a forma de armazenamento dessas informações.

As estratégias para estabelecer a qualidade de um software são fundamentais para avaliar o produto educacional desde a Concepção, (no desenvolvimento do projeto) até a Correção (para modificar ou corrigir desvios e inadequações) mediante a análise ergonômica dos objetivos pedagógicos e técnicos do programa.

Um ponto de máxima relevância, diz respeito ao estágio tecnológico do usuário, que no caso de softwares educacionais, são as escolas, que na sua grande maioria não possuem equipamentos de tecnologia de ponta. Portanto, ao conceber ou utilizar o produto, este deve possuir a qualidade ergonômica de portabilidade que prevê um programa operacional de maneira fácil e adequada em diferentes equipamentos e diversas versões, sendo independentes de hardware e linguagem.

Quanto aos objetivos pedagógicos, são relevantes observar os critérios curriculares, didáticos, operacionais, filosóficos e comunicacionais.

Como bem é afirmado por CYBIS (texto) “a utilidade de um software educacional é avaliada através de didática e pedagogia (concepções e teorias implícitas no produto) e deve estar inserido num contexto de aprendizado pré definido e proporcionar autonomia , cooperação , criatividade, pensamento crítico e construção de conhecimento”.

Portanto, é necessário estabelecer critérios para avaliar a eficácia e eficiência desses produtos (softwares educacionais). Sabemos que existem diferentes modalidades de analisar o material pedagógico, sendo as características do conteúdo e didática as principais a serem avaliadas. Nas características do conteúdo, devem ser observadas a adequação, a correção, a profundidade e a extensão. Nas

características didáticas, devem ser observadas a concepção, a interatividade, a motivação e a redundância¹.

Uma experiência pioneira, por sua abrangência, vem sendo desenvolvida no projeto SisBASE (Sistema Brasileiro de Analise de Software Educacional) que se propõe um banco de dados abrangente a todas as modalidades, níveis de ensino e áreas de conhecimento, com informações sobre softwares e hardwares de cunho educacional cujos cadastros conterão um laudo das características didáticas - pedagógicas e ergonômicas dos programas .

O módulo laudo conterá características dos conteúdos, características didáticas, usabilidade e viabilidade.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A partir da constatação de que com a difusão da tecnologia de softwares educacionais, professores e instituições têm cada vez mais utilizado o computador como ferramenta de ensino-aprendizagem. Muitas vezes sendo a escolha desses produtos feita de forma indiscriminada, geralmente através dos que estão disponíveis no mercado, vendidos em “pacotes” anunciados na mídia, ou indicados por colegas, ou mesmo porque a descrição da caixa tem a ver com a disciplina que o professor leciona.

Ainda a constatação “in loco” de que uma parcela significativa de professores são levados a utilizar softwares educacionais sem , no entanto, terem conhecimentos suficientes de informática (usuários novatos) e de como utilizar pedagogicamente o programa.

Isso gera uma problemática: a da qualidade do software e a sua validade pedagógica. Toda essa problemática fez com que concebêssemos um sistema que

¹ Classificação estabelecida pelo Sistema Brasileiro de Análise de Software Educacional - SISBASE. Projeto preliminar SENAI/CTAI - SC/PR/RS. 1997.

pudesse apoiar o professor na escolha e uso de programas educacionais de modo a haver coerência de uso em relação ao objetivo determinado.

Como justificativa desse projeto, julgamos imprescindível que o docente saiba avaliar um software, visando não perder de vista os objetivos da aprendizagem, dos níveis cognitivos. Tendo sempre em vista o uso de tal tecnologia e a relação custo-benefício da mesma.

Mesmo que o produto seja determinado pela direção, é função primordial do professor fazer uma avaliação prévia, e de preferência, após ter realizado esta primeira análise, ouvir a opinião do aluno e, só então decidir se o programa é ou não a tecnologia educacional mais apropriada para uma situação de aprendizagem específica.

O nosso objetivo é desenvolver um sistema instrucional para apoiar o professor na escolha e uso de softwares educacionais.

Além de conter os elementos básicos para a avaliação pedagógica, o sistema pretende ser desenvolvido sob as recomendações técnicas de projeto e avaliação ergonômicas, segundo a metodologia de Ergonomia de Interfaces Homem-Computador, desenvolvido pelo professor Walter Cybis no Laboratório de Utilizabilidade - Labiutil².

Essa metodologia prevê quatro fases de desenvolvimento: a atividade de análise onde é identificado o público-alvo, suas necessidades, e também são validadas as idéias para o produto. Na segunda fase, as atividades de concepção, são feitas as especificações funcionais do sistema e descrição da tarefa interativa segundo os formalismos de descrição (M.A D.). A terceira fase é onde nas atividades de projeto, são desenhadas as telas e desenvolvidas as storyboards e flipbook. Por fim, a

² Labiutil Laboratório de utilizabilidade-<http://www.....>O Labiutil, iniciativa conjunta do SENAI/UFSC, auxilia o desenvolvimento da facilidade de uso e adequação à tarefa de variados tipos de dispositivos interativos. Emprega ferramentas p/ avaliação da qualidade ergonômica dos aspectos de interface com o usuário, presta serviços de avaliação de conformidade com a ISO-9241 e institui o selo de qualidade ergonômica para dispositivos interativos.

quarta fase, a de validação ergonômica. Sendo que esta última será desenvolvida em etapa posterior.

De posse dessa metodologia, partimos para a execução concreta do projeto que denominamos “abordagem pedagógica para avaliação de softwares educacionais” que, a grosso modo chamamos de “software para avaliar softwares” . Apresentaremos a seguir cada etapa desse projeto:

Na primeira fase, a atividade de análise, constou da descrição das características do público-alvo. O produto é dirigido a professores do ensino básico, fundamental, educação especial e educação profissional da rede pública e privada.

Estabelecemos um primeiro contato, ainda que informalmente, para confirmar o interesse do futuro usuário pelo sistema, colher sugestões preliminares e identificar o público-alvo.

Esse público-alvo foi classificado em três categorias:

- Usuários novatos, que serão a maioria de utilizadores. São os professores que possuem pouca intimidade com softwares e mesmo com computadores, necessitando de um maior auxílio para a execução de suas tarefas ,pois exploram os softwares e o computador de maneira mais dirigida;
- Usuários Intermediários são os professores que sabem como executar as tarefas básicas com os softwares e o computador e possuem um nível razoável de automatismos já criados. Estes usuários começam a explorar as funcionalidades adicionais da máquina e aplicativos.
- Usuários experientes. Estes professores dominam as funcionalidades dos softwares e do computador e baseiam suas ações grandemente em automatismos.

Após estas definições, estabelecemos alguns critérios de avaliação e seleção de softwares educacionais para serem validados, acrescidos e/ou suprimidos da idéia original, por uma amostra do público-alvo.

O questionário foi composto de critérios técnicos e pedagógicos que subtraímos de consultas a bibliografia especializada sobre informática educativa, da experiência profissional na área educacional em diferentes sistemas de ensino e ainda considerando as sugestões para o produto colhidas no contato anterior com os professores, possíveis usuários.

Elaboramos no questionário diversos campos de opções fechadas com as categorias: indispensável, importante e indiferente para cada critério. Em cada campo constou um espaço aberto para sugestões. No final do instrumento, acrescentamos um campo específico, solicitando que fossem registradas opiniões sobre a clareza da nomenclatura utilizada, visando colher o domínio do conhecimento pedagógico do professor. Prevemos para o produto dois objetivos: adequar melhor a linguagem utilizada e estabelecer caminhos e fontes de informação ao usuário (estrutura de glossário), de modo que o produto sirva também como instrumento de informação didático-pedagógica, geralmente ausente ou deficiente na formação do professor-usuário.

Os critérios que priorizamos no questionário e que compõem as idéias para o sistema foram:

- Critérios de aprendizagem, subdivididos em dois campos conforme elementos da teoria em aprendizagem: autonomia, criatividade, cooperação e elaboração, formulação de testes e hipóteses no primeiro campo e, no segundo, motivação intrínseca, maturação, experiências e tipos de aprendizagem.
- Nos critérios técnicos, procuramos verificar se seriam necessárias para o professor possuir informações sobre a máquina, o programa, os acessórios, a rede de softwares e custos.

- Nos critérios pedagógicos, relativos à própria tarefa educativa, definimos os elementos do planejamento de ensino: objetivos, conteúdos, didática, capacidade interativa e apresentação dos conteúdos.
- Nos critérios de comunicação, sendo o software uma tecnologia educacional de proposta ergonômica, destacamos a amigabilidade, a percepção, a interação e a interface.
- Nos critérios bio-psico-sociais, função primeira de qualquer intervenção educativa, que é desenvolver no aluno atitudes e comportamentos, procuramos saber se seriam validados os aspectos de atitude, atributos sociais, desenvolvimento e aspectos psicológicos no aluno.

Ainda neste questionário, procuramos saber se seria válido conter no produto informações sobre catálogos de softwares, tipo banco de dados, com classificação funcional dos tipos existentes, com demonstração em vídeo sobre o uso em aula e informações sobre o software propriamente dito (manual).

Por fim, nenhum dos elementos dos critérios pedagógicos são dissociados entre si, pois todos trazem relação uns com os outros e ainda, para dar mais substância ao conteúdo do sistema, buscamos trazer para o produto a opção pela conveniência de destacar informações sobre o uso didático de softwares tais como tipo, vantagens e desvantagens no uso, requisitos educacionais observáveis em cada tipo (critérios de aprendizagem), e ainda, recursos como som, imagem, cores, formulários de avaliação e orientação textual sobre os critérios (estrutura de glossário).

Aplicamos o questionário em treze professores, onde validamos a maioria dos itens dos critérios previstos. Confirmamos, também, a dificuldade referente a compreensão da nomenclatura utilizada, revelando o que havíamos previsto de acordo com que a experiência nos tem mostrado. Essa dificuldade se refere, na maioria dos casos, à ausência de conhecimento epistemológico do trabalho docente

que se reverte da falta de formação pedagógica e o leva a ensinar por transferência de modelos, ou seja, copiando modelos de aula de professores anteriores, que por sua vez aprenderam com os seus antigos professores, sem contudo ter domínio do conhecimento didático-pedagógico que sustenta sua prática.

Paradoxalmente todos os elementos constantes do questionário foram considerados expressivamente indispensáveis ou importantes para conter no sistema. O que reforça a idéia de que este sistema é uma ferramenta imprescindível para o trabalho docente frente às novas tecnologias de uso da informática no contexto educacional.

Após concluirmos a primeira fase- Atividade de Análise, onde identificamos o público alvo, realizamos a análise de necessidades e validamos os requisitos, e então partimos para a segunda fase-Atividades de Concepção.

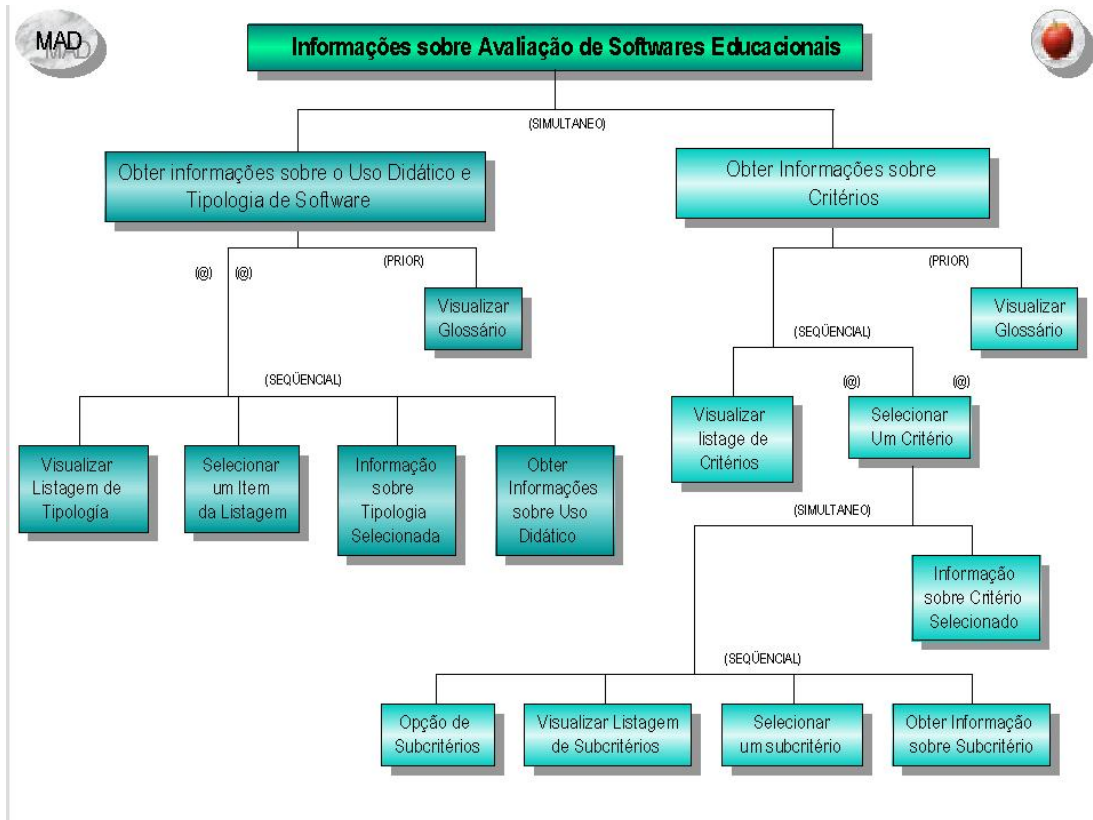
Nesta segunda fase, procedemos a especificação da tarefa interativa, na qual procuramos definir como o usuário interagiria com a estrutura, de acordo com o método analítico de descrição da tarefa- o formalismo M. A. D. O mesmo foi esquematizado na fase seguinte-Atividades do Projeto.

Nesta terceira fase, levantamos alguns pontos que deveriam ser observados na especificação da Tarefa Interativa conforme critérios ergonômicos de usabilidade e viabilidade. São eles:

- Vocabulário semelhante ao do usuário.
- Sintaxe simples para memorizar e homogeneizar (diminuir as chances de erros).
- Dispositivos de entrada (mouse, teclado, etc.).
- Dispositivos de apresentação: monitores de vídeo, estratégia de busca (do alto para baixo, de esquerda para direita, por colunas, em tabelas, etc.). Homogeneização dentro e entre as aplicações da tela - padronização.
- Definição da linguagem gráfica em função do trabalho a realizar: lista das ações a realizar para determinar a linguagem apropriada.

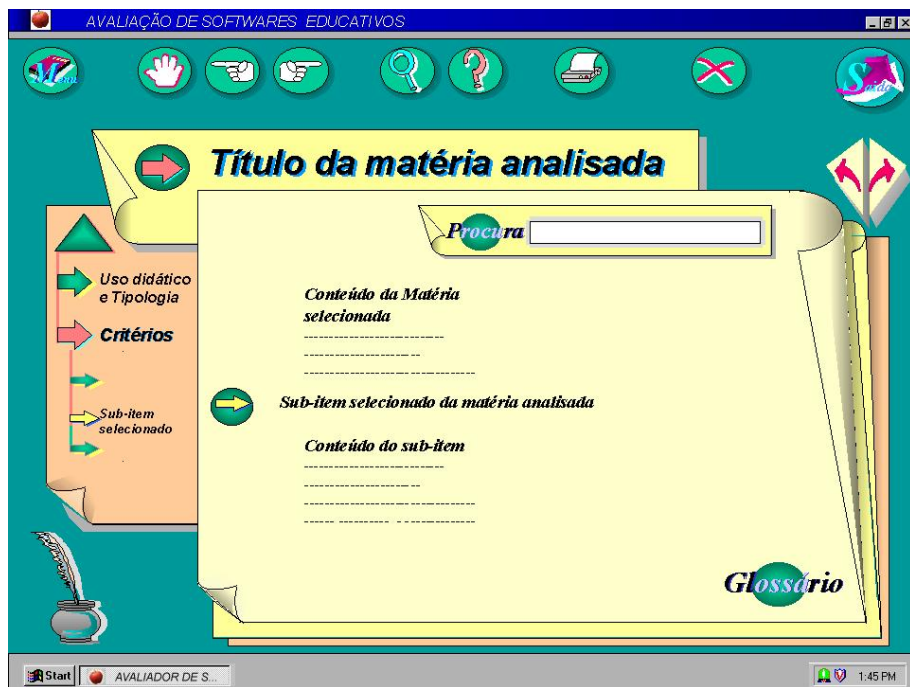
- Definição da sequência lógica do trabalho que realizaram as pessoas: intuitividade.
- Determinação da linguagem escrita apropriada: nível educativo do usuário e se o software está destinado a outros usuários.
- Número de informação apresentada ao mesmo tempo na tela, evitar saturação.
- Presença de movimento que mostre a execução de uma determinada ação.
- Permitir deter uma ação e verificar seu nível de progresso: logo poder reiniciar ou cancelar a ação.
- Solicitar ou, periodicamente, perguntar ao usuário, se continua na execução ou espera durante qualquer operação, no sentido de chamar a atenção do usuário e poder ensinar algum detalhe passado por alto.
- Quando surge um problema, que o software ofereça uma possível solução alternativa ou do contrário permita retroceder ao ponto onde se possa evitar chegar àquele erro e evitar perder informação do projeto executado.
- Na eleição das cores, deve-se levar em conta que elas não sejam nocivas na primeira instância, para permitir uma ação mais prolongada, sem perda da atenção requerida para uma correta avaliação.
- No momento de observar um exemplo, o usuário teria a opção de deter e perguntar sobre algum item específico que precise naquele momento.
- O acesso à perguntas ou questionamentos, seja em qualquer momento independente da situação, será fornecido com respostas e com exemplos.

Na fase de projeto, esquematizamos a estrutura da futura interface em termos de módulos principais, componentes funcionais e denominações conforme a metodologia de descrição analítica orientada por Cybis (CYBIS, 1997), ficando assim estruturada:



Por fim, procedemos ao desenho das telas, de modo a apresentar visualmente as idéias.





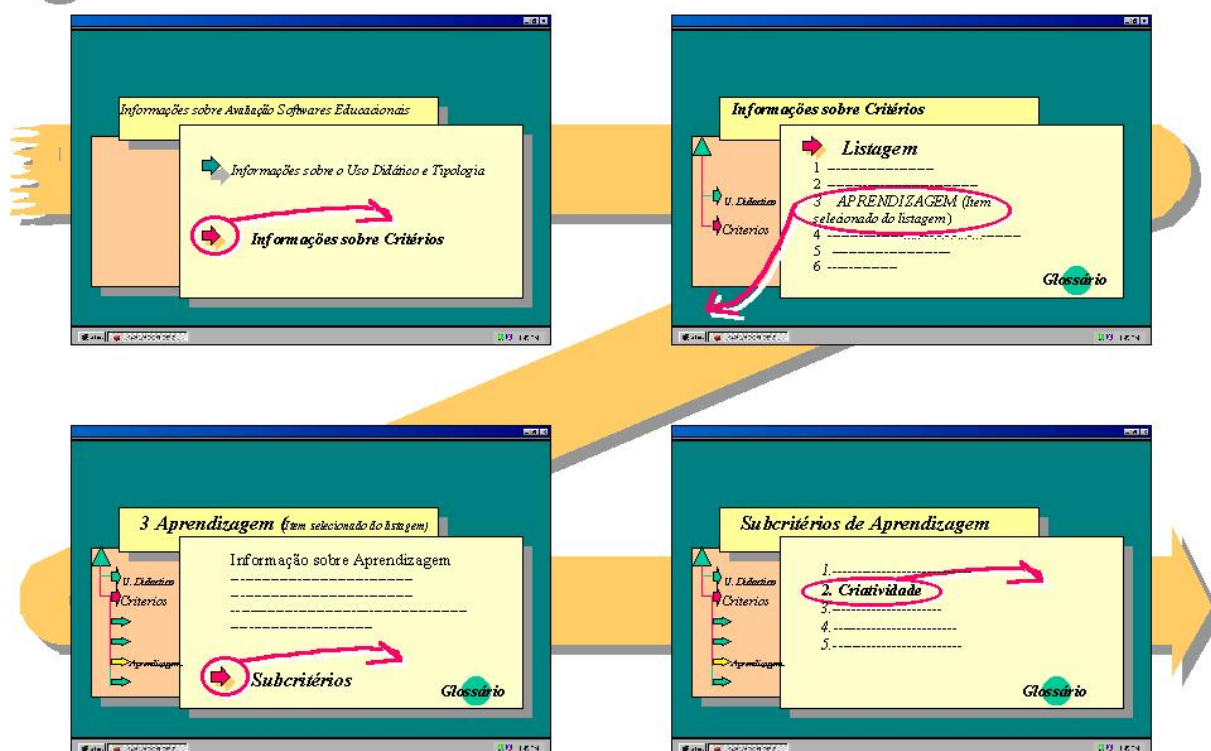


FLIPBOOK das TELAS do SOFTWARE de “AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS”

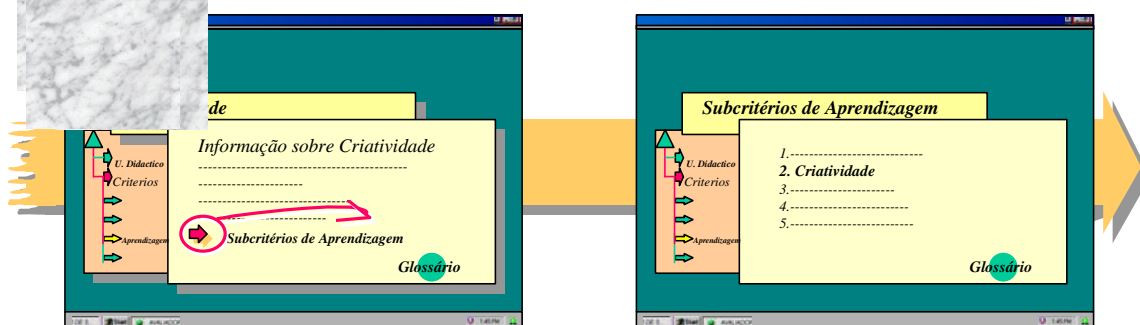




FLIPBOOK das TELAS do SOFTWARE de “AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS”



das TELAS do SOFTWARE de “AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS”



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que não tenhamos concluído o projeto até a sua validação ergonômica, julgamos que o sistema, além de válido não só para o fim acadêmico, é de máxima importância para o contexto educacional devido, entre outros fatores, à carência de ferramentas que auxiliem o professor no seu trabalho e como bem coloca PAPERT

(1994), se imaginássemos uma equipe de médicos do século passado viajando no tempo e visitando um dos nossos modernos hospitais, bem poderíamos avaliar seu assombro frente à moderna tecnologia ali empregada. Contudo, o mesmo não aconteceria se fosse um grupo de professores em visita à maioria das escolas atuais, onde poucas diferenças seriam encontradas. Na realidade, constatamos uma grande ausência dos modernos recursos de informática no ramo da educação em relação aos demais. As novas tecnologias invadem cada vez mais diferentes setores da sociedade, as crianças sentem-se abertas e desinibidas frente ao computador e o professor continua inseguro e resistente a tais recursos, temendo que possam vir a alienar ou a massificar. Infelizmente, o professor ainda não se percebe como agente deste riquíssimo instrumento e não enxerga a magnitude da comunicação tecnológica. Essa força com recursos multimídia, combinando texto, imagem, som e movimento, cria uma verdadeira trama de combinações possíveis, integrando a percepção, em suas múltiplas formas, ao raciocínio e à imaginação de forma fluente, pessoal e cheia de vida.

Por estas razões, resolvemos desenvolver um projeto que possibilitasse a construção de um software que pudesse auxiliar o professor na escolha de softwares educacionais. Assim, utilizando um software devidamente avaliado, o professor pode facilitar e promover uma prática pedagógica mais significativa, onde não apenas se transmita os conteúdos e sim que se procure construir o conhecimento.

BIBLIOGRAFIA

- 1 CAMILLO, Hélio da Conceição. Tutorial de recomendações ergonômicas aplicadas à implementação de softwares. Blumenau: Editora da FURB, 1995.
- 2 CYBIS, Walter. Reflexões sobre ergonomia e a avaliação de software educacional. (texto)
- 3 _____. Abordagem Ergonômica para IHC. Labiutil.Laboratório de utilizabilidade. Março, 1997. Notas de aula. www.ctai.rct-sc.br/labiutil

- 4 NIQUINI, Débora Pinto. Informática na educação implicações didático - pedagógicas e construção de conhecimento. Editora UNIVERSA.
 - 5 OLIVEIRA, Celina Couto et all. Avaliação de software educativo. Tec. Ed. Rio de Janeiro. v.16, p. 50-54, jul/ago. 1987
 - 6 OLIVEIRA, Vera Barros (org.). Informática em psicopedagogia. São Paulo: SENAC, 1996.
 - 7 PAPERT, Seymour. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
 - 8 PREECE, Jenny, SQUIRES, David. Usability and learning: evaluating the potential of educational software. Great Britain: Computer Edu. v. 27, n. 1, p. 15-22, 1996.
 - 9 SEABRA, Carlos. Software educacional e telemática: Novos Recursos para a Escola. Texto s/r. 17/06/95
 - 10 SISBASE. Sistema brasileiro de análise de software educacional. Edição Preliminar. CTAI/SENAI 1997.
-

17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3. BARTHE, M. Ergonomie des logiciels. **Une nouvelle approche des methodologies d'informatisation**. Paris: Masson, 1995.
4. BASTIEN, J. M. C., & SCAPIN, D. L.. **A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces**. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 4(2), 183-196. 1992
5. _____. **Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces**. (Relatório de Pesquisa N°. 156). *INRIA -Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique*, Rocquencourt, França. 1993.
6. _____. **Evaluating a user interface with ergonomic criteria**. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7, 105-121. (1995).
7. 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.

8. _____. **Abordagem Ergonômica para IHC.** Labiutil.Laboratório de utilizabilidade. Março, 1997. Notas de aula. www.ctai.rct-sc.br/labiutil.
9. FIALHO, Francisco e SANTOS, Neri. **Manual de Análise Ergonômica do Trabalho.** Curitiba. Editora Gênese, 1997.
10. GUERIN, F.A., LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURRAFOURG, J. KERGUELEN, A. **Comprendre le travail pour le transformer. La pratique de l'ergonomie.** Editions ANACT, 1991
11. NIELSEN, Jacob. Usability Engineering. New Jersey: A. P. Professional, 1993.
12. NORMA ISO 9241, Ergonomics requirements for office work with visual terminals – Partes 10 a 17.
13. RAVDEN, Susanah, JOHNSON, Granhan, **Evaluating usability of human-computer interfaces : a practical method.** Chichester. Ellis Horwood, 1989.
14. RIGH, Carlos Antonio Ramirez. **Aplicação de recomendações ergonômicas ao componente de apresentação da interface de softwares interativos.** Florianópolis, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Coordenadoria de Pós – graduação, UFSC.
15. SCAPIN, Dominique L. **Organizing Human Factors Knowledge for Evaluation and Design of Interfaces** - B.P. 105/78153 Le Chesnay Cedex, France.
16. _____. Situation et perspectives en ergonomie du logiciel. In: SPERANDIO, J.C. **L'ergonomie du travail mental.** Paris: Masson, 1988.
17. 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.
18. 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>
19. SILVA, Cassandra Ribeiro. Bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados. Florianópolis, 1998. 121f. Dissertação – PPGE/UFSC.
20. SILVA, Cassandra Ribeiro de O. **MAEP: Um método ergopedagógico interativo de avaliação para Produtos Educacionais Informatizados.** Florianópolis, 2002. 224f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.
21. SPERANDIO, J.C. **L'ergonomie du travail mental.** Paris: Masson, 1988.

22. RAVDEN, Susannah, JOHNSON, Grahah. Evaluating usability of human-computer interfaces: a pratical method. Ellis Horwood, 1989.
23. VALENTIN, Anete; VALLERY, Gerard ; LUCONGSANG, Raymond. **L'évaluation ergonomique des logiciels. Une démarche iterative de conception.** Montreuge: ANACT, 1993.
24. VANDERDONCKT, Jean. Guide ergonomique des interfaces homme-machine. Namur: Presses universitaires de Namur, 1994.
25. VANDERDONCKT, Jean, MARIAGE, Céline. Introduction à la conception ergonomique de pages web. UCL.Université Catholique de Louvan, 1996-2000. Disponíel on line em: <http://www.qant.ucl.ac.be/membres/jv/jv/html>. Acessado em 06/01/02.
26. WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho. Ergonomia: Método e Técnica.**São Paulo: FTD, 1987